
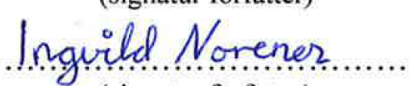




Universitetet  
i Stavanger

**DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET**

**MASTEROPPGAVE**

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi	Vårsemesteret, 2019  Åpen
Forfatter: Mona Kristiansen  Ingvild Norenes	 (signatur forfatter)   (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Knut Erik Bang Veileder(e): Birte Helgø	
Tittel på masteroppgaven: Grønt skifte i byggebransjen: Investering i elektriske gravemaskiner som et strategisk grep for CO <sub>2</sub> -reduksjon og kostnadsbesparelser  Engelsk tittel: Green shift in the construction industry: Investment in electric excavators as a strategic move for CO <sub>2</sub> -reduction and cost savings	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Grønt skifte Elektriske gravemaskiner Investering Lønnsomhet Byggebransjen CO <sub>2</sub> -reduksjon	Sidetall: 101  + vedlegg/annet: 32  Stavanger, 13.06.2019



## Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på masterstudiet Industriell Økonomi 2017-2019 ved Universitetet i Stavanger. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Backe Rogaland AS, og har et omfang på 30 studiepoeng.

Oppgaven har til hensikt å belyse muligheten for elektrifisering av bygg- og anleggsbransjen, og vil anslå et ideelt investeringstidspunkt for elektriske gravemaskiner.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Knut Erik Bang som har vært til stor hjelp underveis i tanke- og utviklingsprosessen. Han har stilt opp og vært tilgjengelig for gode diskusjoner og samtaler gjennom hele semesteret.

Vi ønsker også å takke vår samarbeidspartner Backe Rogaland AS som tidlig viste et engasjement for en grønnere bygg- og anleggsbransje. Selskapet har hjulpet oss med å komme i kontakt med relevante aktører i bransjen, og har vært et viktig bindeledd til Stangeland Maskin AS og Pon Equipment AS. Vi er svært takknemlig for all informasjon og data som disse selskapene har bidratt med, og vi ønsker spesielt å rette en stor takk til administrerende direktør i Pon Equipment Erik Sollerud og vår kontaktperson i Stangeland Maskin Arnt Sigve Undheim.

## Sammendrag

Bygg- og anleggssektoren blir ofte omtalt som en konservativ bransje med begrenset innovasjonskraft og nytenkingsevne, men nå åpnes muligheter for innovasjon og en grønnere bransje. I dag står denne bransjen for omtrent 15% av det totale CO<sub>2</sub>-utslippet i Norge, og utslippsbesparelser på byggeplassen er derfor et viktig fokusområde i målet mot et mer klimavennlig land. Akselerasjonen av det grønne skiftet påvirkes i stor grad av politiske føringer, men det er også behov for kunnskapsutvikling og holdningsendringer innad i bransjen.

I januar inneværende år ble verdens første helelektriske 25 tonns gravemaskin overlevert, og det markerte startskuddet for et grønnere skifte i byggenæringen. Det ga inspirasjon til oppgavens problemstilling, som undersøker når det vil være bedriftsøkonomisk lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner, og hva som eventuelt skal til for å akselerere lønnsomhetsaspektet.

For å besvare problemstillingen er det utført en investeringsanalyse, hvor en elektrisk gravemaskin sammenlignes med en tilsvarende dieselsversjon. I hovedanalysen er det tatt utgangspunkt i en levetid på seks år for begge maskinene, og resultatet peker på at investeringen er lønnsom i 2025. Resultatet sammenlignes med elektrifisering av ferjer og biler, som viser at det er behov for flere tiltak for å overkomme eksisterende barrierer og kommersialisere elektriske gravemaskiner.

Hovedanalysen suppleres med én analyse hvor den elektriske gravemaskinen har to års forlenget levetid, og én hvor det innføres krav til fossilfri byggeplass i løpet av de neste to årene. Analysenes funn fastslår lønnsomt investeringstidspunkt i henholdsvis 2023 og 2021. Videre er det utført en følsomhetsanalyse hvor dieselprisen trekkes fram som den mest følsomme parameteren. Dieselprisens påvirkning fremheves også i scenarioanalysen, hvor en 25% økning i dieselpris fra basis fremskynder ideelt investeringstidspunkt til 2020-2023. Tiltak som økt avgift for CO<sub>2</sub> og/eller mineralolje, eller avvikling av anleggsdieselens avgiftsfritak, vil av den grunn akselerere ideelt investeringstidspunkt betydelig.

Avslutningsvis er det tatt utgangspunkt i utslippene fra gravemaskinene på tre referanseprosjekt, hvor verdien av CO<sub>2</sub>-utslippene samlet utgjør rundt 58 000 kr. Dette tydeliggjør behovet for utslippsreduksjon, og vår anbefaling er at byggherre setter et minimumskrav til utslippskutt i prosjektkontrakten, istedenfor krav til fossilfri byggeplass. Dette vil i større grad motivere entreprenører til å investere i elektriske gravemaskiner.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord .....</b>	<b>iii</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>iv</b>
<b>Figurliste .....</b>	<b>viii</b>
<b>Tabelliste.....</b>	<b>ix</b>
<b>1.0 Innledning.....</b>	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn .....	11
1.2 Motivasjon for oppgaven .....	12
1.3 Hensikt og problemstilling.....	13
1.4 Avgrensninger .....	13
1.5 Oppgavens aktualitet.....	14
1.6 Presentasjon av aktørene .....	14
<b>2.0 Forskningsmetodikk .....</b>	<b>17</b>
2.1 Valg av forskningsdesign .....	17
2.2 Valg av forskningsmetode.....	17
2.3 Metode for datainnsamling.....	18
2.4 Evaluering av kvalitet.....	19
<b>3.0 Konseptuelt rammeverk.....</b>	<b>21</b>
3.1 Grønnere transportsektor.....	21
3.1.1 Elektrifisering av bilparken .....	21
3.1.1.1 Batteriteknologi: 2010-2030 .....	22
3.1.1.2 Lønnsomhetsberegning personbil .....	24
3.1.2 Elektrifisering av skipsfart.....	25
3.2 Grønnere bygg- og anleggssektor .....	26
3.2.1 Tilgjengelige utslippsfrie gravemaskiner .....	28
3.2.2 Fossil- og utslippsfri byggeplass .....	29
3.2.2.1 Ren biodiesel.....	29
3.2.2.2 Elektrisitet .....	30
3.2.2.3 Strøm vs. diesel.....	31
3.2.3 Tiltak og barrierer.....	33

3.2.3.1 Økonomiske virkemidler .....	34
3.2.3.2 Juridiske virkemidler .....	36
3.2.3.3 Informasjon som virkemiddel .....	37
3.2.4 Støy .....	38
3.2.5 Lokal luftforurensing .....	38
3.3 Lønnsomhet .....	39
3.3.1 Egenkapitalmetoden .....	39
3.3.1.1 Risikofri investering .....	40
3.3.1.2 Beta .....	40
3.3.1.3 Markedets risikopremie .....	41
3.3.1.4 Avkastningskrav .....	41
3.3.1.5 Inflasjon .....	42
3.3.1.6 Skatt .....	42
<b>4.0 Analyse av investering i gravemaskiner .....</b>	<b>43</b>
4.1 Analysens grunnlag .....	43
4.1.1 Innkjøpspris .....	43
4.1.2 Strøm- og dieselkostnader .....	47
4.1.3 Levetid og utrangeringsverdi .....	49
4.1.4 Service- og vedlikeholdskostnader .....	50
4.1.5 Statlig støtte .....	51
4.1.6 Lån .....	51
4.2 Hovedanalysens resultat .....	52
4.2.1 Kontantstrømmer .....	52
4.2.2 Nåverdier og forholdstall .....	53
4.3 Forlengt levetid for elektrisk gravemaskin .....	56
4.3.1 Kontantstrømmer og nåverdier .....	56
4.4 Anleggsdiesel erstattet med ren biodiesel .....	58
4.4.1 Nåverdier og forholdstall .....	59
<b>5.0 Følsomhets- og scenarioanalyse .....</b>	<b>63</b>
5.1 Følsomhetsanalyse .....	63
5.2 Scenarioanalyse .....	67
<b>6.0 Anvendelse av resultat .....</b>	<b>73</b>

6.1 EUs klimavotesystem.....	73
6.1.1 Presentasjon av referanseprosjekter.....	74
6.1.2 Verdivurdering av CO <sub>2</sub> -utslipp.....	75
6.2 Referanseprosjektene med innførte miljøkrav .....	75
<b>7.0 Konklusjon.....</b>	<b>79</b>
<b>8.0 Forslag til videre arbeid .....</b>	<b>83</b>
<b>Referanseliste.....</b>	<b>84</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>102</b>
Vedlegg 1 – Elbiloversikt.....	102
Vedlegg 2 – Drivstoffpriser elbil .....	104
Vedlegg 3 – Bompenger, trafikksikringsavgift og kjørelengde .....	105
Vedlegg 4 – Fremtidsparametere elbil .....	107
Vedlegg 5 – Lån Nissan Leaf.....	109
Vedlegg 6 – Kontantstrøm Nissan Leaf.....	113
Vedlegg 7 – Elektriske ferjer og skip.....	119
Vedlegg 8 – Lån hovedanalyse, investeringsår 2019-2030.....	120
Vedlegg 9 – Kontantstrøm hovedanalyse, investeringsår 2020-2030.....	123
Vedlegg 10 – Lån forlenget levetid for elektrisk gravemaskin.....	126
Vedlegg 11 – Kontantstrøm forlenget levetid for elektrisk gravemaskin .....	127
Vedlegg 12 – Kontantstrøm ved innføring av krav til biodiesel.....	128
Vedlegg 13 – Følsomhetsanalyse.....	131
Vedlegg 14 – Maskinoversikt referanseprosjekt.....	132

## Figurliste

Figur 3.1: «Statistikk elbil: Bestand og markedsandel» .....	22
Figur 3.2: «Cheaper Batteries» .....	23
Figur 3.3: Forholdstall for Nissan Leaf og Nissan Juke Visial fra 2011 til 2017 .....	24
Figur 3.4: Markedsutvikling for marine fartøy, 2013 til 2019.....	25
Figur 3.5: Oversikt over benyttet elektrisitet i Norge 2017.....	31
Figur 3.6: Utslippsgrenser for de ulike stegene. ....	33
Figur 3.7: Driftsmarginer Stangeland Maskin AS og bransjen.....	35
Figur 3.8: Effektbehov på byggeplass ved elektrifisering. ....	37
Figur 4.1: Innkjøpspris 25 tonns gravemaskin 2019.....	44
Figur 4.2: Historisk og estimert batterienhetsreduksjon 2010-2030.....	46
Figur 4.3: Grafisk fremstilling av forholdstallene for elbil og gravemaskin. ....	54
Figur 4.4: Grafisk fremstilling ved forlenget levetid. ....	57
Figur 4.5: Grafisk fremstilling ved innføring av HVO. ....	60
Figur 5.1: Følsomhet strømpris.....	65
Figur 5.2: Følsomhet anleggsdieselpri. ....	65
Figur 5.3: Følsomhet batteripris.....	66
Figur 5.4: Følsomhet ombyggingskostnader.....	67
Figur 5.5: Scenarier med tilhørende ideelt investeringstidspunkt. ....	68



## Tabelliste

Tabell 3.1: Tilgjengelige elektriske gravemaskiner på markedet. ....	28
Tabell 3.2: Drivstoffpriser. ....	31
Tabell 3.3: Europakommisjonens definisjon av virksomhetsstørrelse. ....	34
Tabell 3.4: Avgiftssatser 2019. ....	35
Tabell 4.1: Utgangspunkt for estimering av gjennomsnittlig nedgang i batteripris. ....	45
Tabell 4.2: Estimerte innkjøpspriser for gravemaskiner 2019-2026. ....	46
Tabell 4.3: Historiske gjennomsnittspriser strøm med og uten mva. 2012-2018. ....	47
Tabell 4.4: Estimerte gjennomsnittspriser strøm eks. mva. 2019-2030. ....	47
Tabell 4.5: Historiske gjennomsnittspriser anleggsgas eks. mva. 2013-2019. ....	48
Tabell 4.6: Estimerte gjennomsnittspriser anleggsgas eks. mva. 2020-2030. ....	48
Tabell 4.7: Estimerte strøm- og dieselkostnader 2019-2026. ....	49
Tabell 4.8: Estimerte service- og vedlikeholdskostnader for en 25 tonns gravemaskin. ....	50
Tabell 4.9: Økonomisk støtte fra Enova for en 25 tonns gravemaskin. ....	51
Tabell 4.10: Estimert støtte basert på innkjøpspris 2019-2026. ....	51
Tabell 4.11: Forutsetninger for hovedanalysen. ....	52
Tabell 4.12: Kontantstrøm elektrisk gravemaskin. ....	53
Tabell 4.13: Kontantstrøm fossil gravemaskin. ....	53
Tabell 4.14: Nåverdier og forholdstall for gravemaskinene. ....	53
Tabell 4.15: Kontantstrøm elektrisk gravemaskin ved forlenget levetid. ....	57
Tabell 4.16: Nåverdier og forholdstall ved forlenget levetid. ....	57
Tabell 4.17: Estimerte gjennomsnittspriser HVO100 2020-2030. ....	59
Tabell 4.18: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2020. ....	59
Tabell 4.19: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2021. ....	59
Tabell 4.20: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2022. ....	59
Tabell 5.1: Basisforutsetninger med tilhørende endringer. ....	64
Tabell 5.2: Scenarier med tilhørende ideelt investeringstidspunkt. ....	69
Tabell 6.1: Utslippsfaktorer for diesel og ren biodiesel. ....	73
Tabell 6.2: Prosjektinformasjon for rulleskianlegg i Melshei. ....	74
Tabell 6.3: Prosjektinformasjon for Forus bedriftsidrettsarena. ....	74
Tabell 6.4: Prosjektinformasjon for Tasta skatepark. ....	74
Tabell 6.5: Verdivurdering av CO <sub>2</sub> -utslipp ved referanseprosjektene. ....	75
Tabell 6.6: Alternativ til fossilfri byggeplass på referanseprosjektene. ....	76
Tabell 6.7: Faktiske utslipp og utslippsgrenser ved 50% reduksjon. ....	77
Tabell 6.8: Referanseprosjektene foreslåtte utslippstiltak for å oppnå 50% utslippskutt. ....	77



## 1.0 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Det er et stadig økende fokus på klima og miljø, både nasjonalt og lokalt. I 2015 forpliktet Norge seg til den internasjonale Parisavtalen med hensikt å begrense den pågående globale oppvarmingen. Avtalens hovedmål er å redusere utslipp av forurensende klimagasser slik at den globale temperaturøkningen holder seg under 2°C, sammenlignet med førindustriell tid (Miljødirektoratet, 2017). Bygg- og anleggsbransjen står for omtrent 15% av det totale CO<sub>2</sub>-utslippet i Norge (Mosland, 2017), og utslippsbesparelser i denne bransjen er derfor et viktig fokusområde for å nå Norges klimamål om et lavutslippssamfunn i 2050. For å nå dette målet må klimagassutslippene reduseres med 80-95% sammenlignet med utslippene i 1990 (Lovdata, 2017). Det vil for en konservativ bransje kreve en omstilling som innebærer å bryte med gamle forretningsmodeller og jobbe proaktivt med holdningsendringer.

Det grønne skiftet omtales som vekst og utvikling innenfor naturens egne grenser, samt å klare å gå over til produkter og tjenester med reduserte miljømessige konsekvenser (Olerud, 2019). Byggebransjen har et stort potensial for utslippsreduksjon, og miljøgevinsten ved å benytte fossil- og utslippsfrie alternativer ved oppvarming og uttørring av bygg, transport til og fra byggeplass og ved grunnarbeid på byggeplassen, er dermed stor. På grunn av tidsbegrensning er hovedfokuset videre i denne oppgaven utslippsfrie gravemaskiner, og studiet vil ta for seg når det vil bli lønnsomt å investere i en elektrisk gravemaskin fremfor en dieseldrevet.

I en spørreundersøkelse utført av DNV GL stilles det spørsmål til hva som er den viktigste årsaken til at entreprenører ikke benytter fossil- og utslippsfrie alternativer i større grad. I undersøkelsen kommer det fram at hovedårsaken er manglende krav fra byggherre i prosjektkontraktene. I tillegg trekkes høye investeringskostnader og lav tilgjengelighet av fossil- og utslippsfrie alternativer fram som betydelige faktorer (DNV GL, 2017, s. 36). Dette er barrierer som vil bremse utviklingen av nullutslippsmaskiner, og for å akselerere denne overgangen vil det være nødvendig med strategiske føringer og et restriktivt lovverk fra regjeringens- og kommunenes side.

Oslo kommune startet allerede i 2017 med å sette minimumskrav til bruk av fossilfrie anleggsmaskiner i offentlige prosjekt, og ligger dermed foran resten av landet (Oslo kommune, 2018, s. 39). En fossilfri byggeplass forbyr bruk av fossilt brensel fordi det øker konsentrasjonen av CO<sub>2</sub>, og dette kan unngås ved å bruke energikilder som fjernvarme, elektrisitet, hydrogen

eller biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2018, s. 11). I senere tid har kommunen også tatt i bruk tildelingskriterier knyttet til utslippsfrie alternativer i anbudskonkurranser (Oslo kommune, 2018, s. 41). Dette er et tiltak som synliggjør overgangen til utslippsfrie byggeplasser hvor elektrisitet og hydrogen kan benyttes, slik at all form for utslipp av forurensende klimagasser unngås (Miljødirektoratet, 2018, s. 11–12). Stavanger har på sin side vedtatt at kommunale bygg- og anleggsplasser skal være fossilfrie innen 2021, hvor et delmål er at flest mulig maskiner skal gå på elektrisitet (Stavanger kommune, 2018, s. 19).

Det finnes flere elektriske minigravere, men større batteridrevne gravemaskiner er i liten grad kommersielt tilgjengelig i dag. Det skyldes i hovedsak lav etterspørsel i markedet, og ombyggingen til elektriske gravemaskiner er med dagens teknologi en kostbar investering. Til tross for dette har Pon Equipment i samarbeid med Caterpillar utviklet verdens første 25 tonns elektriske gravemaskin (Belbo, 2018), og siden denne er markedets første store elektriske gravemaskin vil den utgjøre en sentral del av oppgavens analyse.

## 1.2 Motivasjon for oppgaven

Klima- og miljøpolitikken skapte store overskrifter i media da svenske Greta Thunberg engasjerte 1.6 millioner skoleelever over hele verden til å delta i en rekke klimastreiker. Hun stiller krav til en mer effektiv klimapolitikk (NTB, 2019b), og dette er også en viktig del av vår motivasjon for oppgaven.

Til tross for at bygg- og anleggsbransjen ofte blir sett på som en konservativ bransje, styres utvikling og holdningsendringer i stor grad av politiske føringer. Personbil- og ferjeparken har gradvis, men effektivt blitt skiftet ut med klimanøytrale kjøretøy og fartøy takket være statlige insentivordninger og miljøkrav i konkurransegrunnlaget. Vår oppfatning er at dersom miljøbesparende alternativ ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt, vil det heller ikke prioriteres. Av den grunn er det ønskelig å vurdere når det er lønnsomt å investere i en elektrisk gravemaskin, og hvilke politiske ordninger som potensielt kan akselerere overgangen til mer miljøvennlige byggeplasser. Motivasjonen for å gjennomføre denne investeringsnytt ble dessuten større da verdens første elektriske 25 tonns gravemaskin ble overlevert i januar 2019. Denne maskinen markerte startskuddet på en miljøvennlig utvikling, og det er ønskelig at denne oppgaven skal motivere entreprenører og staten til å investere mer i det grønne skiftet.

### 1.3 Hensikt og problemstilling

Temaet for oppgaven er investering i elektriske gravemaskiner for å oppnå reduksjon av klimagassutslipp, hvor ideelt investeringstidspunkt, tilknyttede forutsetninger og eventuelle akselererende tiltak vil være sentrale deler.

Oppgaven tar for seg følgende problemstilling:

*Når er det bedriftsøkonomisk lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner, og hva skal eventuelt til for å akselerere lønnsomhetsaspektet?*

Oppgaven blir vinklet fra en grunnentreprenørs perspektiv, og har som hensikt å fungere som beslutningsstøtte for å vurdere når det er ideelt å investere i elektriske gravemaskiner. Anbefalingene vil basere seg på et rent økonomisk perspektiv, men ikke-finansielle faktorer vil også bli belyst.

### 1.4 Avgrensninger

Oppgaven tar for seg en investeringsanalyse hvor lønnsomheten ved å investere i en elektrisk og dieseldrevet gravemaskin er sammenlignet. Det tas utgangspunkt i Pon Equipments 25 tonns elektriske gravemaskin, Z-line, og den tilsvarende 25 tonns dieselsversjonen, og det er disse som danner grunnlaget for hele analysen. I analysen er investerings- og driftskostnader inkludert, men det er valgt å se bort fra utgifter knyttet til utbygging av infrastruktur, strømaggregat, lønn og andre indirekte påløpende kostnader. Det er også antatt at inntekter vil påløpe seg til det samme, uavhengig av investeringsbeslutning. Av den grunn er det alternativet med lavest negativ nåverdi som er den mest lønnsomme investeringen. Om det derimot blir innført strengere miljøkrav i prosjektkontraktene, kan det tenkes at investering i elektriske gravemaskiner vil øke sjansene for å vinne anbudskonkurranser, og det gir inntektssiden en viktigere rolle i investeringsbeslutningen.

Da temaet i oppgaven er knyttet til investering i elektriske gravemaskiner, er oppgaven også avgrenset til klimagassutslipp fra gravemaskiner på byggeplassen. Utslipp i forbindelse med avfallssortering, samt produksjon og valg av materialer vil påvirke livsløpsanalysen til en bygning, men dette faller utenfor oppgavens hovedmål og er derfor ikke tatt med.

## 1.5 Oppgavens aktualitet

For å hente inspirasjon til videre arbeid ble det i første omgang kartlagt foreliggende forskning innenfor temaet fossil- og utslippsfri byggeplass. Denne kartleggingen tydet på at det er et dagsaktuelt tema, og eksisterende studier er i all hovedsak utformet med intervju og case som metodeelementer. Nyhetsartikler og ferske rapporter utgjør dermed en viktig del av oppgaven, hvor deriblant DNV GL har kartlagt energibehovet for en «typisk» byggeplass og beregnet tilhørende utslipp. SINTEF har også utarbeidet et forprosjekt om utslippsfrie byggeplasser som skal fungere som en veileder for innovative anskaffelsesprosesser.

Andre studier har også avdekket digitalisering, BREEAM-NOR, sirkulær økonomi og bærekraftig innovasjon i sine avhandlinger. Dette er strategiske grep som bidrar til en grønnere bygg- og anleggssektor. Vår oppfatning er at neste steg i utviklingen er å innføre bruk av utslippsfrie anleggsmaskiner, da dette vil føre til betydelige miljøbesparelser. Hensikten med denne oppgaven er å vurdere ideelt investeringstidspunkt for elektriske gravemaskiner, og dette aspektet gir oppgaven et unikt og originalt preg som skiller seg ut fra tidligere studier.

## 1.6 Presentasjon av aktørene

Denne masteroppgaven utføres i samarbeid med totalentreprenør Backe Rogaland, og ettersom de selv ikke har en egen maskinpark går prosjektenes grunnarbeid på anbud. Stangeland Maskin har ved flere tilfeller opptrådt som underentreprenør for Backe Rogaland, og det var av den grunn naturlig å innhente informasjon fra Stangeland Maskin. Pon Equipment er også en viktig bidragsyter i oppgaven på grunn av sin elektriske gravemaskin.

### **Backe Rogaland AS**

Backe Rogaland, etablert i 2008, er en lokal totalentreprenør og et datterselskap av det nasjonale konsernet AS Backe. De sysselsetter i dag 29 ansatte, og jobber målrettet for å overlevere prosjekter uten feil og skader (Proff.no, u.å.a). Til sammen har de overlevert 25 prosjekter siden oppstart, deriblant boligblokker, hotell, idrettshaller og næringsbygg. Bedriften har et sterkt ønske om å opptre miljøvennlig, og med en avfallssorteringsgrad på 85%<sup>1</sup> (Backe Rogaland, u.å.a) ligger selskapet langt foran minimumskravet til avfallssortering på byggeplassen, som i henhold til byggteknisk forskrift er 60% (Direktoratet for byggkvalitet, 2017, s. 117).

---

<sup>1</sup> Per 20.05.2019

### **Stangeland Maskin AS**

Stangeland Maskin er en av regionens største maskinentreprenører, og utfører ofte oppdrag for Backe Rogaland. Bedriften har hovedsete på Sola med rundt 700 ansatte, og i 2017 omsatte de for over 1.5 milliarder norske kroner (Proff.no, u.å.b). De har en omfattende maskinpark som med unntak av én elektrisk minigraver, er drevet på fossilt drivstoff. Den elektriske minigraveren går på strømkabel, og er bygget om til en elektrisk driftet maskin etter krav fra oppdragsgiver i et prosjekt. I samtale med Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 19.02.2019) uttrykkes det at bedriften ønsker å investere i flere elektriske gravemaskiner når det blir lønnsomt, men at de inntil videre forholder seg til oppdragsgivers kontraktskrav.

### **Pon Equipment AS**

Pon Equipment er en forhandler av anleggsmaskiner fra verdens største maskinprodusent Caterpillar (Belbo, 2018). Som tidligere nevnt har de utviklet verdens første store batterielektriske gravemaskin, og den har fått mye positiv medieomtale. Da den ble levert i januar 2019 annonserte Pon Cat at de fortsetter den elektriske satsingen ved å lansere flere helelektriske gravemaskiner, på henholdsvis 8- og 10 tonn (Daler, 2017).





## 2.0 Forskningsmetodikk

### 2.1 Valg av forskningsdesign

For å besvare og belyse problemstillingen er det nødvendig med et forskningsdesign som angir et rammeverk for innhenting og analyse av data. Hovedsakelig skilles det mellom deskriptivt, eksplorerende og kausalt forskningsdesign (Ghauri & Grønhaug, 2002, s. 47–48), hvor de to førstnevnte vil være av betydning for denne oppgaven.

Deskriptivt design, også kalt en beskrivende undersøkelse, er hensiktsmessig når problemstillingen er tydelig definert, og tallfestet og kvantifiserbar data skal innhentes (Ghauri & Grønhaug, 2002, s. 49). Masteroppgavens formål er som nevnt tidligere å vurdere når det er lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner, og det er på forhånd satt klare hypoteser om hvilke variabler som direkte påvirker lønnsomheten i en slik investeringsbeslutning. Det er derimot heftet stor usikkerhet knyttet til kostnadsvariablene for elektriske gravemaskiner, og da spesielt batteriprisen. I tillegg er forståelsen for energibehovet på byggeplassen ved innføring av elektriske gravemaskiner noe begrenset.

Noen aspekter ved oppgaven krever et annet design, nemlig eksplorativt. Et slikt design er mer fleksibelt og foretrukket når tilgangen på informasjon er mangelfull, og det er nødvendig å observere og konstruere forklaringer for å få fullstendig innsikt i temaet (Ghauri & Grønhaug, 2002, s. 49). Lønnsomhetsaspektet vil i stor grad påvirkes av investeringskostnaden for elektriske gravemaskiner, og et eksplorativt design vil være nyttig for å etterstrebe forståelsen for hvordan denne kostnaden endrer seg i fremtiden. I tillegg er tomgangskjøring, energieffektivitet og lade- og levetid på maskinene parametere som er ønskelige å inkludere i analysen, og denne kunnskapen må tilegnes i henhold til det eksplorative designet som bidrar til økt forståelse og innsikt.

### 2.2 Valg av forskningsmetode

I samfunnsvitenskapelig sammenheng skilles det mellom kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode. I korte trekk kjennetegnes kvalitativ metode ved at data og informasjon samles i form av lyd, bilde og tekst, og ved kvantitativ metode er det tall som danner datagrunnlaget (Johannessen, Christoffersen, & Tufte, 2011, s. 103). Oppgaven vil i stor grad preges av et kvantitativt datagrunnlag, grunnet et ønske om å vurdere og beregne når det er lønnsomt å investere

i elektriske gravemaskiner. For dette formålet er det samlet inn informasjon og data i form av målbare tall som har en direkte innvirkning på analysen.

Hvor kunnskap, forståelse og/eller mangel på data setter begrensninger, er det nødvendig med en kvalitativ tilnærming. Dokumentanalyse er en vanlig metode for å samle inn data til kvalitative undersøkelser, og inkluderer nyhetsartikler, rapporter og andre personlige eller offentlige dokumenter (Bryman & Bell, 2011, s. 544). Nyhetsartikler og dokumenter er benyttet for å hente inn informasjon, men også for å underbygge antagelsene studiet bygger på ved å inkludere bransjebetonte synspunkter.

### 2.3 Metode for datainnsamling

En vesentlig del av forskningen er å samle inn, analysere og tolke dokumentasjon og data som utelukkende er relevant og betydelig for studiet (Johannessen mfl., 2011, s. 37). Det skilles mellom primær- og sekundær datainnsamling, hvor sekundærdata er informasjon som andre har hentet inn med et formål som kan være ulik vårt, mens primærdata derimot er original data som selv er innsamlet med utgangspunkt i selve forskningsstudiet. Primærdata kan samles inn via eksperimenter, observasjoner og undersøkelser i form av e-post, telefon og personlig samtale (Ghauri & Grønhaug, 2002, s. 76,81).

Det kvantitative datagrunnlaget utgjør i hovedsak sekundærdata i form av rapporter og andre dokumenter som er tilsendt fra Backe Rogaland og Stangeland Maskin. I tillegg baserer forbruk og pris på fossilt drivstoff seg på et kvantitativt tallgrunnlag, som er hentet fra tilsendte dokumenter og Circle Ks hjemmesider. Strømprisene er hentet fra Statistisk Sentralbyrå (SSB), mens strømforbruket for Z-line og resterende data er samlet inn kvalitativt fra ulike kilder gjennom dokumentanalyse og i direkte kontakt med relevante aktører.

Hvor datagrunnlaget har vært utilstrekkelig er primærdata hentet inn hovedsakelig via e-post, men også via telefon og personlig oppmøte. E-mailkorrespondanse med administrerende direktør i Pon Equipment har vært en sentral kilde for å kartlegge innkjøps- og batteripris og drifts-, lade- og levetid for den elektriske gravemaskinen. Da disse variablene, spesielt innkjøps- og batteripris utgjør en stor usikkerhet i analysen er det valgt å foreta en lignende lønnsomhetsanalyse for en elektrisk- og dieseldrevet bil. Dataen for denne analysen er i stor grad basert på kvantitativ data fra offentlige rapporter og dokumenter, SSB og andre artikler på nett.

## 2.4 Evaluering av kvalitet

Ved forskning er det essensielt å vurdere kvaliteten ved metoden og datainnsamlingen. Studiets reliabilitet innebærer å undersøke målesikkerheten til dataen, og hvorvidt forskningen representerer en realitet. Resultatet må kunne etterprøves, og studiet representerer høy reliabilitet dersom flere kommer fram til samme svar (Johannessen mfl., 2011, s. 44). Eksisterende data er som nevnt tidligere hentet fra ulike kilder som offentlige statistikkdatabaser, dokumentanalyse og via personlig kommunikasjon. Det er i oppgaven tydelig beskrevet hvor dataen er hentet og hvilke forutsetninger som ligger til grunn for bearbeiding av denne dataen, noe som sikrer kvaliteten og sporbarheten. Hvor analysen bygger på egne beregninger og vurderinger har personlig kontakt med aktuelle aktører i bransjen vært avgjørende for å sikre kvaliteten ytterligere. Dette gjelder for eksempel ved beregning av gravemaskinenes levetid.

Validitet er et mål på hvor stor sammenheng det er mellom fenomenet som undersøkes og innsamlet data. Det innebærer at man kan trekke gyldige konklusjoner fra resultatene på en måte som reflekterer formålet med studiet og samtidig representerer realiteten (Johannessen mfl., 2011, s. 244). Intern validitet handler om hvorvidt studiet kan påvise årsakssammenhenger (Johannessen mfl., 2011, s. 365). Som nevnt tidligere er det i investeringsanalysen knyttet usikkerhetsmomenter til flere av variablene, og deriblant er ombygging- og batterikostnadene for elektriske gravemaskiner heftet med stor usikkerhet. De fremtidige kjøpesummene vil i stor grad påvirke lønnsomhetsaspektet og utfallet av analysen, og gjennom dokumentanalyse er det funnet artikler som underbygger prisoverslag som er oppgitt via personlig kommunikasjon. Det er også naturlig å inkludere sensitivitets- og scenarioanalyser i oppgaven.

Ekstern validitet handler om hvorvidt funnene i studiet kan generaliseres eller overføres til andre lignende settinger (Ghauri & Grønhaug, 2002, s. 72). Studiet baserer seg i noen grad på informasjon som er spesifikt knyttet til den elektriske Z-line, eksempelvis maskinens strømforbruk, leve- og driftstid og dagens innkjøpspris. Deler av analysen er også basert på informasjon fra Stangeland Maskin, og dette gjelder drivstofforbruket til den dieseldrevne gravemaskinen, selskapets kapitalstruktur og generelle estimat for tomgangskjøring og utrangeringsverdi. Utover dette er flere av parameterne i analysen, som for eksempel lånebetingelser, service- og vedlikeholdskostnader, ombyggingskostnader og batteri-, diesel- og strømpriser, basert på antagelser og estimater som er grundig beskrevet senere i oppgaven. Oppgavens funn bør derfor være overførbar til andre

tilsvarende entreprenørselskap og gravemaskiner i andre vektklasser, dersom man er klar over forutsetningene som er selskaps- og maskinspesifikke. Det er verdt å nevne at studiets eksterne validitet vil svekkes med tiden, når estimatene og antagelsene som analysen bygger på ikke lengre er i samsvar med realiteten. Det kan inntreffe når eventuell ny disruptiv teknologi på batterifronten blir kommersielt tilgjengelig, eller det blir innført strengere miljøkrav i prosjektkontraktene som endrer markedet og etterspørselen for elektriske gravemaskiner betydelig.

## 3.0 Konseptuelt rammeverk

### 3.1 Grønnere transportsektor

Utslippsfrie alternativer har fått et økt fokus de siste årene etter at en ny nasjonal transportplan ble lagt fram. Hensikten er å redusere miljøavtrykket ved å legge til rette for klimavennlige løsninger i transportnæringen. Utslippene kommer i hovedsak fra veitrafikk, sjøfart og fiske, og utgjør tilsammen omtrent 30% av landets klimagassutslipp (Samferdselsdepartementet, 2017). Norge har så langt lyktes med en hurtig innfasing av elektriske personbiler, og ifølge Norsk Elbilforening (2019b) var det i utgangen av 2018 registrert over 200 000 elbiler i Norge. Elektrisk ferjedrift har også vært en suksess etter at den første helelektriske ferjen ble sjøsatt i 2015. Siden har flere ferjesamband blitt elektrifisert, og en ny handlingsplan for grønn skipsfart tyder på at den maritime sektoren vil få et forsterket fokus fremover i målet mot et grønnere skifte (Markussen, 2019).

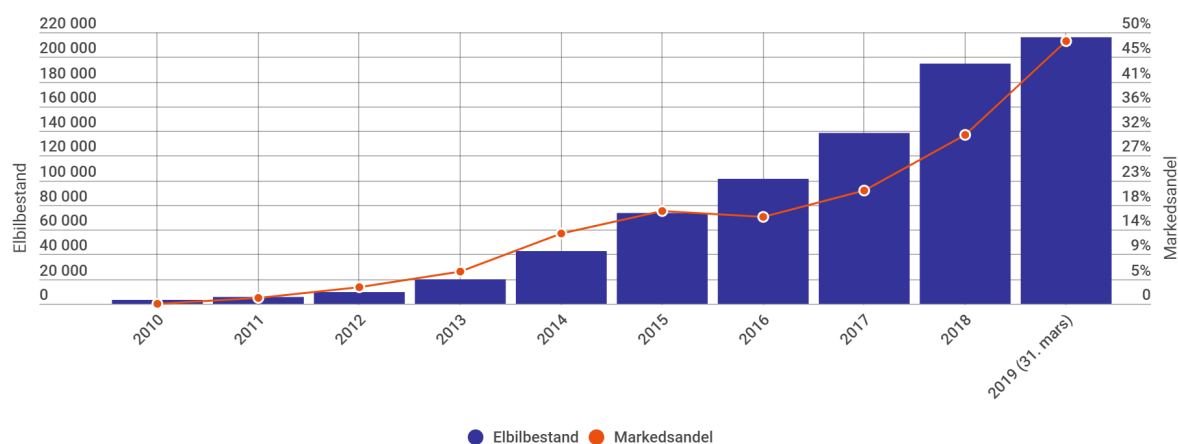
Elektrifisering i bygg- og anleggsbransjen har ikke vært like tydelig. Per dags dato er tilgjengeligheten av batterielektriske gravemaskiner begrenset, og merkostnaden knyttet til en slik investering er ikke økonomisk forsvarlig. De samme faktorene var også begrensende for overgangen til elektriske ferjer, men flere peker på at virkemidler og krav i kontraktene har akselerert den miljøvennlige utviklingen i denne sektoren. Utskiftningen av fossile biler har vært drevet av sterke økonomiske insentiv og fordeler, i tillegg til teknologiske forbedringer på batterifronten. Det er interessant å trekke disse suksessfaktorene inn i lønnsomhetsaspektet for elektriske gravemaskiner, og vurdere hvordan det grønne skifte i transportsektoren kan skape ringvirkninger for en ellers konservativ bygg- og anleggsbransje.

#### 3.1.1 Elektrifisering av bilparken

Konseptutviklingen for produksjon av elektriske biler startet allerede på 1970 tallet, hvor det ble utviklet et fåtall prototyper. Rundt 20 år senere begynte utprøvingen av elbiler og kommersialisering i testprogrammer ble en realitet. Det ble i denne perioden innført insentiver som skulle gjøre elbiler mer attraktive, og i 1991, 1993 og 1997 ble det innført henholdsvis fritak for engangsavgift, gratis offentlig parkering og fritak for bompenger (Figenbaum, 2017, s. 6). Ved tusenårsskiftet ble det norske elbilkonseptet Think kjøpt opp av Ford (Figenbaum, 2017, s. 9), og denne satsningen ble startskuddet for norsk elbilutvikling. Da det i tillegg ble innført en ny rekke insentiver som fritak for merverdiavgift, redusert årsavgift og tillatelse til å kjøre i kollektivfeltet, gikk etterspørselen i det norske markedet opp betraktelig (Figenbaum, 2017, s. 6). Kort tid etter

kom flere nye bilaktører inn på banen, og i senere tid har et mer appellerende design, økt rekkevidde, mulighet for hurtiglading, lavere pris og betydelige økonomiske fordeler revolusjonert etterspørselen for elektriske biler i Norge.

Tesla har i lang tid vært overlegen på rekkevidde sammenlignet med konkurrentene, men i løpet av det siste året har flere store aktører som BMW, Volkswagen, Mercedes, Jaguar og Audi entret elbilmarkedet, og dermed tilspisser konkurransen blant helelektriske SUV'er seg betraktelig (Raum, 2018). Som fremstilt i figur 3.1 har antall registrerte elbiler i Norge skutt fart de siste årene, og ved utgangen av 2018 passerte antall elbiler i Norge 200 000. Det markerer en økning på 900% sammenlignet med startskuddet i 2010 (Norsk elbilforening, 2019a).

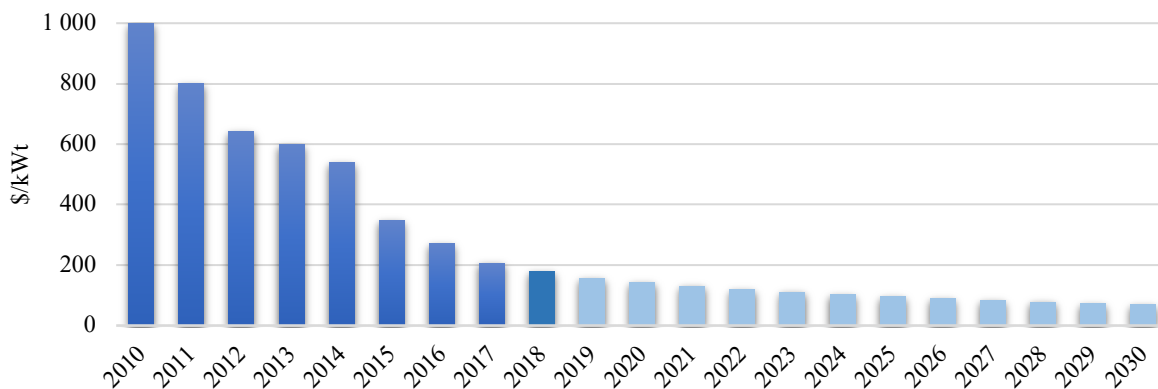


Figur 3.1: «Statistikk elbil: Bestand og markedsandel», 2019, av Norsk elbilforening. (<https://elbil.no/elbilstatistikk/>).

### 3.1.1.1 Batteriteknologi: 2010-2030

Elbiltilbudet har som nevnt økt betraktelig de siste årene, hvor flere aktører har lansert elbiler med høy rekkevidde. Teknologiske forbedringer og reduserte batteripriser har drevet etterspørselen for den elektriske bilparkutviklingen (Norsk elbilforening, 2016).

Som illustrert i figur 3.2 har batteriprisen falt \$800 per kWt fra 2010 til 2017, som i tillegg til økt etterspørsel og forbedret teknologi kan forklares av kunnskapsutvikling, økt erfaring og stordriftsfordeler (Thelma Consulting Group, 2018, s. 43). Dette er faktorer som også vil bli viktige for videre prisnedgang fremover. Figuren viser videre hvordan Bloomberg anslår at batteriprisen vil falle ytterligere de neste tiårene (Martin, 2018), og de har lagt teknologiforbedringer, økt energitetthet og stordriftsfordeler til grunn for den anslåtte prisnedgangen («BNEF Brief», 2018).



Figur 3.2: «Cheaper Batteries», 2018, av Martin. (<https://www.bloomberg.com/quicktake/batteries>).

I dag bruker de fleste elbiler litium-ionbatterier, hvor kobolt, litium og nikkell er hovedkomponenter; grunnstoff som både er sjeldne og dyre (Kaland & Hadler-Jacobsen, 2019). 60% av verdens koboltbestand kommer fra gruvene i Kongo, og prisen på grunnstoffet domineres derfor sterkt av landets svingende politiske situasjon. Om fremtidens elbilsalg fortsetter å øke i samme takt vil etterspørselen etter disse råvarene øke betraktelig, og risikoen for både forsyningssvikt og prisstigning vil bli stor (Nordstrøm, 2018). Bloomberg uttrykker bevissthet rundt kobolt og litiums prisvolatilitet og deres påvirkning på fremtidens batteripris, men mener at prisen i liten grad påvirkes av disse innsatsfaktorene da stadig flere batteriprodusenter reduserer bruken av disse grunnstoffene («BNEF Brief», 2018).

For at bruken av kobolt og litium ikke skal nå et uunnværlig nivå, og gi grunnstoffenes prisvolatilitet mer innflytelse på batteriprisene, er bransjen avhengig av kontinuerlig forskning og videreutvikling av batterienes sammensetning og egenskaper. Selskaper verden over melder sin satsning på en ny type batterier, hvor flytende elektrolytter byttes ut til fordel for fast materiale, kalt faststoffbatterier (Dagens Næringsliv, 2018). Sammenlignet med dagens litium-batterier vil faststoffbatterier ha betydelig økt energitetthet, raskere oppladning og redusert brannfare (Valle, 2017). Det er usikkerhet knyttet til hvilke komponenter som vil inngå i sluttproduktet, men det er forventet at behovet for eksempelvis kobolt vil reduseres (Skillebæk, 2019). En rekke store bilprodusenter som Toyota, Hyundai, Nissan og Volkswagen er allerede i gang med forskningen, og satser på å benytte de første faststoffbatteriene i elbilene sine i løpet av 2020-årene (Stringer & Buckland, 2019).

### 3.1.1.2 Lønnsomhetsberegning personbil

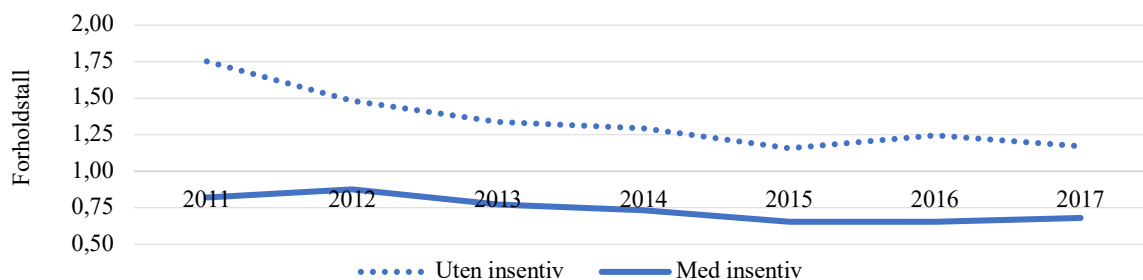
Det er som nevnt tidligere valgt å foreta en lønnsomhetsanalyse for konvensjonelle og elektriske personbiler, med og uten insentivordninger, for å studere effekten av disse fordelene. Senere i oppgaven vil det være interessant å benytte denne analysen for å trekke paralleller til en fremtidig utvikling av elektriske gravemaskiner.

For å kunne beregne lønnsomhetsaspektet ved personbiler må det tas hensyn til innkjøpspris og driftskostnader. I Norge er kjøretøy pålagt å betale en rekke avgifter til staten, men av disse har elbiler fritak for både merverdi- og engangsavgift, trafikkforsikringsavgift og bompenger. Utover dette påløper drivstoffutgifter og service- og vedlikeholdskostnader for begge biltyper. Det er antatt at bilkjøper har noe egenkapital, men at deler av kjøpesummen må tas opp i lån. Utdypende informasjon og beregninger knyttet til denne lønnsomhetsberegningen og figur 3.3, finnes i vedlegg 1-6.

Resultatet av lønnsomhetsberegningen for elbilen Nissan Leaf og en tilsvarende dieselbil Nissan Juke Visia er fremstilt i figur 3.3. Forholdstallene er utregnet ved hjelp av formel 3.1, og uttrykker forholdet mellom de to investeringsalternativenes nåverdier.

$$\text{Forholdstall} = \frac{\text{Nåverdi}_{\text{elektrisk}}}{\text{Nåverdi}_{\text{diesel}}} \quad (3.1)$$

Nåverdiene er negative, og av den grunn er det lønnsomt å investere i en elektrisk bil når forholdstallet er lavere enn 1. Figuren illustrerer at insentivordningene gjør det lønnsomt å eie en elbil til tross for en høy investeringskostnad. Dersom man derimot konstruerer et scenario hvor insentivordningene fjernes, viser figuren at investeringen ikke er lønnsom. Dette tyder på at andre besparelser ved å eie en elbil som for eksempel billigere drivstoff og service- og vedlikeholdskostnader, ikke veier opp for den betydelige merkostnaden for dette alternativet.



Figur 3.3: Forholdstall for Nissan Leaf og Nissan Juke Visial fra 2011 til 2017.

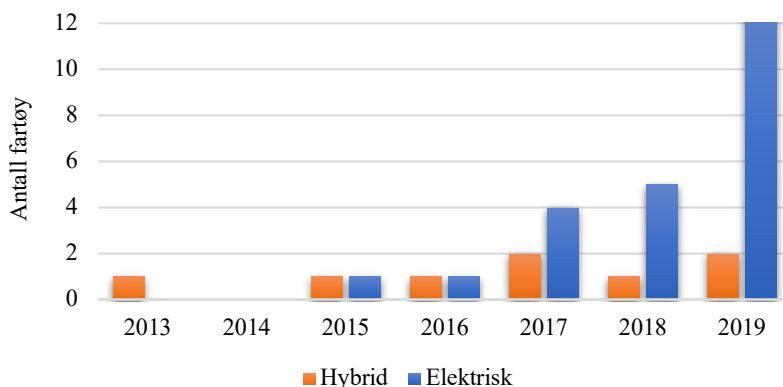


Nissan Leaf var en av de første elbilene som kom på det norske markedet, og fikk en stor suksess da den hadde tilstrekkelig rekkevidde til en konkurransedyktig pris. Bilen var i tillegg større enn sine forgjengere og ble derfor også ansett som en egnet familiebil (Jakobsen, 2017). Som figuren illustrerer var differansen i forholdstall mellom med og uten insentiv høy da bilen ble lansert i 2011, men i løpet av seks år har dette blitt halvert. Hovedsakelig skyldes dette en stadig nedgang av innkjøps- og batteripris, som igjen kan forklares av den høye elbilletterspørselen. Differansen vil trolig reduseres ytterligere de kommende årene, da enkelte insentivordninger som for eksempel bompengefritaket gradvis vil opphøre. Elbiler i Bergen må allerede betale bompenger, og i juni 2019 vil dette også bli innført i Oslo (Norsk elbilforening, u.å.).

### 3.1.2 Elektrifisering av skipsfart

Batteripakken som er benyttet i Pon Cats elektriske gravemaskin er tre ganger større enn et Tesla-batteri. Batteriene som benyttes i gravemaskiner er såkalte *heavy duty* batteri som er lagd for å tåle støt og vibrasjoner, og dette er en type batterier som også brukes i ferjer (Johansen, 2019). Det grønne skiftet i den maritime bransjen er imidlertid kommet et hakk lenger enn i byggebransjen, og kan være med å bane vei for elektriske gravemaskiner.

I 2015 ble verdens første helelektriske ferje MF Ampere sjøsatt i Norge, mye takket være Vegdirektoratets strenge miljøkrav (Stensvold, 2015). Datagrunnlaget for figur 3.4 finnes i vedlegg 7, og fremstiller utviklingen som har skjedd i den marine sektoren hvor fossile fartøy har blitt erstattet av en rekke elektriske og hybride ferjer og skip. Regjeringen skal i løpet 2019 utrette en handlingsplan for hvordan alle bilferjer i Norge skal elektrifiseres innen 2025 (NTB, 2019a), og det vil trolig legge enda mer press på elektrifisering av bransjen.



Figur 3.4: Markedsutvikling for marine fartøy, 2013 til 2019.

Med dagens batteriteknologi er ikke alle ferjesamband egnet for fullelektrifisering, ettersom batterikapasiteten begrenser hvor langt ferjene kan gå før de må lades ved kai. Det må også bygges ut et forsyningsnett som leverer tilstrekkelig med energi i den korte ladeprosessen. Utbygging av infrastruktur utgjør ifølge DNV GL en betydelig investeringskostnad, og deres beregninger tilsier at merkostnaden utgjør 20-40 MNOK. I tillegg koster en ny elektrisk ferje 10-30 MNOK mer enn en fossil (DNV GL, 2016, s. 19). Disse utfordringene er i høyeste grad også aktuelle for elektrifisering av gravemaskiner.

DNV GL har estimert at enhetskostnaden for batteriinstallasjon i ferjer er rundt 16 000 NOK/kWt, men det uttrykkes stor usikkerhet rundt denne verdien grunnet svakt datagrunnlag. De forventer likevel en betraktelig reduksjon i pris fremover (DNV GL, 2015, s. 18), og flere av de store batterileverandørene spår også høy vekst i markedet de kommende årene (Stensvold, 2017a). Det satses stort på batteriteknologi i Norge, blant dem er Corvus Energy som leverte batterisystemet til MF Ampere. De har forsynt likedant system til 40 andre elektriske ferjer på verdensbasis, og forventer fordoblet salg i 2019 i forhold til forrige år (Blich, 2019). Simens har på sin side nylig investert 100 MNOK i en helautomatisk batterifabrikk i Trondheim, og anslår å kunne forsyne batterier til opp mot 200 ferjer årlig (Stensvold, Urke, & Klingenberg, 2019).

Veksten i batterimarkedet er et resultat av den stigende etterspørselen etter marine batterier (Bjørshol, 2017, s. 6), og flere ledende rederier planlegger en omfattende utskiftning av flåten. Blant annet skal Norled og Fjord 1 investere i henholdsvis 18 og 27 nye elektriske ferjer i løpet av tre år (Dalaker, Grov, & Viki, 2019), og allerede i slutten av 2019 vil fem av de nye ferjene til Fjord 1 være leveringsklare (Vadset, 2019). En representant fra Statens Vegvesen mener at mye vil skje i løpet av de neste fire årene, og at det er teknisk mulig å oppnå utslippsfri ferjedrift i Norge innen 2030 (Nordal, 2019).

### 3.2 Grønnere bygg- og anleggssektor

Det er et stadig økende fokus på klima- og energiomstilling, og en rekke miljøinitiativer er satt til verks for å bidra til en grønnere utvikling i bygg- og anleggsbransjen. Det internasjonale næringsinitiativet BREEAM<sup>2</sup> er et miljøsertifiseringsverktøy som setter krav til nytenkning og

---

<sup>2</sup> Building Research Establishment Environment Assessment Method

bærekraftig innovasjon i hele byggeprosessen, fra planlegging til ferdigstillelse (Grønn byggallianse, u.å.).

Det første BREEAM-NOR<sup>3</sup> prosjektet sto ferdig i 2013 (Offergaard, 2017), og i dag finnes det over 200 sertifiserte prosjekt i Norge (Grønn byggallianse, u.å.). Det er en økende interesse for å bygge miljøvennlig, og en BREEAM-basert prosjektportefølje kan være fordelaktig ved en senere anbudskonkurranse. Dette støttes opp av funnene i Mari Elvira Førlands masteroppgave hvor entreprenørene påpeker at BREEAM-sertifiserte bygg er et voksende marked i Norge, og at dokumentert erfaring med BREEAM-prosjekt gir bedriften en sterkere konkurranseposisjon ved fremtidige anbud (Førland, 2017, s. 54). I 2017 fullførte Backe Rogaland restaureringen av Radisson Blu Atlantic i Stavanger, og bygget ble sertifisert til BREEAM-nivået *Very good* (Byggeindustrien, 2019).

Det kan trekkes paralleller mellom BREEAM-initiativet og overgangen til fossil- og utslippsfrie byggeplasser da det ved begge tilfeller er byggherre som må stille kontraktskrav. Det vil også påløpe seg ekstra kostnader knyttet til en miljøsertifisering. Førland (Førland, 2017, s. 61) uttrykker i sitt studie at det er knyttet stor usikkerhet rundt denne merkostnaden, men konkluderer med at 5% virker sannsynlig.

Det grønne skiftet har i tråd med BREEAM-sertifisering og bærekraftig utvikling ført til et forsterket fokus på fossil- og utslippsfrie byggeplasser, hvor elektriske anleggsmaskiner har fått mye oppmerksomhet. Ifølge en rapport utarbeidet av SINTEF deles miljøvennlige anleggsmaskiner inn i disse fem hovedkategoriene:

- Maskiner som kan gå på ren biodiesel
- Hybride maskiner med forbrenningsmotor
- Elektriske maskiner som er kabelkoblet
- Batterielektriske maskiner
- Hydrogendrevne anleggsmaskiner

De to første kategoriene blir ofte omtalt som lavutslippsløsninger, ettersom disse energikildene reduserer utslippene sammenlignet med fossilt brennstoff. De resterende alternativene kan derimot eliminere all utslipp fra bygg- og anleggsmaskiner (Wiik mfl., 2018, s. 16). En mer detaljert

---

<sup>3</sup> En norsk versjon av BREEAM

beskrivelse av ren biodiesel og batterielektriske gravemaskiner er presentert senere i kapittelet. De andre kategoriene er ikke nærmere beskrevet, ettersom de faller utenfor studiets omfang.

### 3.2.1 Tilgjengelige utslippsfrie gravemaskiner

Som nevnt innledningsvis finnes det per dags dato få store batterielektriske gravemaskiner på markedet. Flere aktører tilbyr derimot elektriske gravemaskiner i mindre vektclasser, kalt minigravere, som kan benyttes ved enkle arbeidsoppdrag som ikke krever omfattende maskinkraft. Ved større prosjekt er det på en annen side behov for mer maskinkraft, og følgelig maskiner i en høyere vektclass. Tabell 3.1 presenterer tilgjengelige elektriske minigravere og gravemaskiner på markedet.

Tabell 3.1: Tilgjengelige elektriske gravemaskiner på markedet.

Forhandler	Modell	Type	Lansering	Vekt (tonn)	Effekt (kW)
Suncar HK	TB1140E	Gravemaskin	2016	15.7	75.0
Suncar HK	TB216E	Minigraver	2017	2.0	18.5
Suncar HK	TB260E	Minigraver	2018	6.8	75.0
JCB	19C-1E	Minigraver	2018	1.9	-
Nasta	ZE 19	Minigraver	2018	2.0	10.6
Nasta	ZE 33	Minigraver	2018	3.5	21.2
Nasta	ZE 85US	Gravemaskin	2018	9.0	31.1
Nasta	ZE 135US	Gravemaskin	2018	16.0	78.5
Pon Cat	323F Z-line	Gravemaskin	2018	25.0	122.0

Suncar HK var tidlig ute og lanserte sin første elektriske gravemaskin i 2016. Nasta har på sin side lansert flere mindre elektriske gravemaskiner, og har siden 2017 også jobbet med et prosjekt kalt ZED<sup>4</sup>, hvor de i samarbeid med en rekke andre aktører<sup>5</sup> utvikler en 30 tonns elektrisk gravemaskin. Pon Cat kom derimot Nasta i forkjøpet med å være den første forhandleren av en stor elektrisk gravemaskin da de lanserte sin 25 tonns elektriske gravemaskin i 2018 (Hyvang & Buick, 2019). Pon Cat fortsetter satsingen og har allerede annonsert at batterielektriske 8- og 10 tonns gravemaskiner vil være klare til neste år (Daler, 2019).

Volvo og Wacker Neuson er også store aktører som har slengt seg på den elektriske bølgen. Volvo har til nå kun utviklet en prototype av en elektrisk minigraver, men annonserte tidligere i år at de i 2020 vil lansere en serie elektriske minigravere, og samtidig stoppe utviklingen av seriens dieselsversjoner (Volvo Construction Equipment, 2019). Wacker Neuson har de siste årene utviklet

<sup>4</sup> Zero Emission Digger

<sup>5</sup> Bellona, Skanska, Difi, Omsorgsbygg Oslo KF og SINTEF

en rekke elektriske mindre maskiner, deriblant en minigraver som vil bli tilgjengelig på markedet i 2019. De jobber kontinuerlig med å utvide sin nullutslippsportefølje, og er allerede i gang med utviklingen av sin andre elektriske gravemaskin (Wacker Neuson, u.å.).

### 3.2.2 Fossil- og utslippsfri byggeplass

En fossilfri byggeplass innebærer som nevnt tidligere at fossilt brensel skal unngås, slik at det er null utslipp av CO<sub>2</sub> på byggeplassen. Det innebærer at det må benyttes ren biodiesel, elektrisitet eller hydrogen som energikilde. En utslippsfri byggeplass krever derimot at all utslipp av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub><sup>6</sup> unngås på byggeplassen (DNV GL, 2017, s. 5). Om dette er et krav må alle gravemaskinene være batterielektriske, kabelkoblet til et strømmnett eller hydrogendrevne (Difi, 2019). Det kan også tenkes at andre klimavennlige alternativer vil komme på banen i fremtiden.

For et tiår tilbake forpliktet Norge seg til EU-direktivet som innebærer at transportsektoren skal benytte 10% fornybar energi innen 2020 (SSB, 2017). I senere tid har forslag til et revidert direktiv blitt lagt fram, hvor politisk enighet om å fremme bruken av fornybare energikilder ble lagt til grunn. Forslaget vil være gjeldene når nåværende direktiv opphører i 2021, og innebærer at fornybar energi-andelen i transportsektoren skal utgjøre 14% innen 2030 (Europalov, 2019).

I transportsammenheng kan biodrivstoff<sup>7</sup>, hydrogen og elektrisitet regnes som kilder til ren energi. Det er imidlertid en forutsetning at biodiesel og bioetanol innfrir EU sine bærekraftskriterier for å kunne godkjennes som fornybare energikilder. Sertifiseringen vil være avhengig av dokumentasjon som blant annet påviser opphav og klimanytte (Miljødirektoratet, 2019b).

#### 3.2.2.1 Ren biodiesel

Biodiesel er et samlebegrep for fornybar diesel fremstilt av biomasse. FAME og HVO er henholdsvis første- og andregenerasjons biodiesel, og fremstilles av vegetabiliske oljer og/eller animalske fettstoffer. De har forskjellige produksjonsprosesser, og derfor også ulike egenskaper. På grunn av sin kjemiske oppbygning kan HVO helt eller delvis brukes som erstatning for fossil diesel. FAME derimot, kan maksimalt tilsettes i størrelsesorden 7% for at det ikke skal gå på bekostning av drivstoffets kuldemotstand og motorens driftssikkerhet (NAF, u.å.).

---

<sup>6</sup> Samlebetegnelse for NO, NO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, også kjent som nitrose gasser

<sup>7</sup> Eksempel på biodrivstoff er biodiesel, bioetanol og biogass

Ren biodiesel regnes som CO<sub>2</sub>-nøytral da mengden karbondioksid som frigis under forbrenning tas opp under plantenes vekst. Sammenlignet med forbrenningsprosessen for fossil diesel er CO<sub>2</sub>-utslippet betydelig lavere, men utslippsgevinsten varierer i stor grad avhengig av hvor etisk produksjonen er og hvor mye kunstgjødsel og elektrisitet produksjonen krever (Putz, 2007).

Regnskogforbundet mener at plantebasert biodrivstoff ikke kan regnes som utslippsfritt da det ofte inneholder store mengder palmeolje, som fører til regnskogutryddelse og høye mengder utslipp i produksjonslandene. Transportøkonomisk institutt påpeker imidlertid at selv biodrivstoff med palmeolje har en miljøgevinst, og at det vil ta for lang tid å nå de norske klimamålene ved elektrifisering alene. Videre uttrykker de at biodrivstoff reduserer utslippene øyeblikkelig og det er derfor en nødvendig og midlertidig løsning på klimaproblematikken (Fjeld, 2018).

I 2016 fjernet myndighetene veibruksavgiften for biodrivstoff solgt over et omsetningskrav på 5.5% (Miljødirektoratet, 2015). Det førte til en prisnedgang og en enorm etterspørsel som ikke kunne tilfredsstilles i det norske markedet. Som et resultat økte prisen igjen, og biodrivstoff kostet dermed tre til fire kroner mer per liter enn vanlig anleggsgjødning, og flere store aktører gikk dermed tilbake til fossilt drivstoff (Strand & Berg Bentzrød, 2017). I dag er omsetningskravet 12%, men i 2020 skal dette kravet økes til 20 volumprosent (Lovdata, 2018).

### 3.2.2.2 Elektrisitet

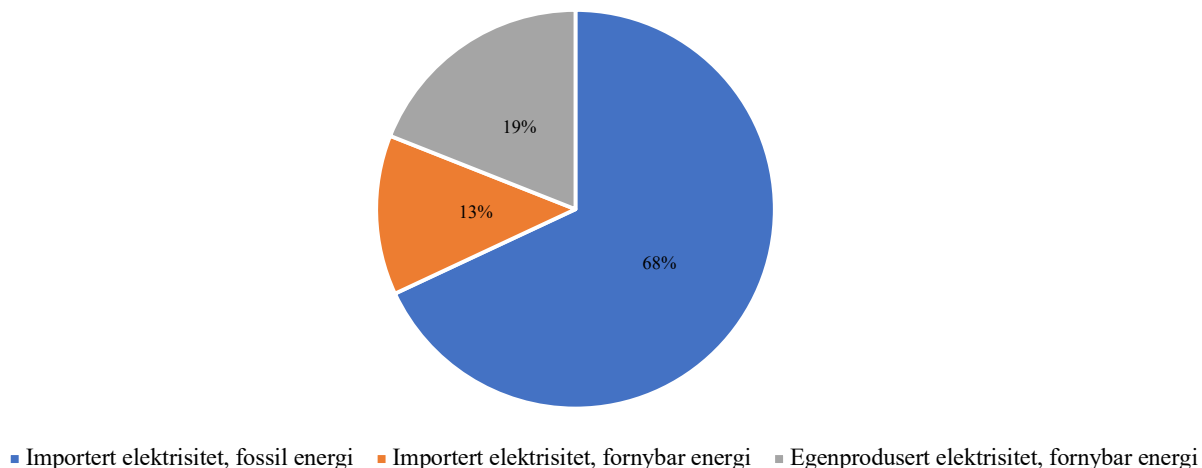
Det finnes ikke tilsvarende dokumentasjonskrav for produksjon av elektrisitet, som for biodrivstoff. Derimot er Norge tilsluttet EUs ordning for opprinnelsesgarantier som gjør det mulig å kjøpe og selge kraft som er fremstilt fornybart (Løvik, 2018). I 2017 ble 96% av den norske elektrisiteten produsert fra vannkraft, en fornybar kilde som slipper ut minimalt med forurensende klimagasser (Strøm.no, u.å.). De resterende fire prosentene ble produsert av vindkraft, biobasert varmekraft og fossile varmekraft (NVE, 2018).

Som en del av EUs ordning var likevel 81% av elektrisiteten benyttet i Norge importert fra andre europeiske land, slik som figur 3.5 illustrerer. Den importerte kraften bestod av 84% fossil energi og 16% fornybar (NVE, 2018), og dermed utgjorde elektrisitet fremstilt fra fossil energi hele 68%<sup>8</sup> av den benyttede elektrisiteten i Norge i 2017, som vist i figuren. Dette kommer ikke alltid like tydelig fram ved elektrisitetens positive omtale. Den høye andelen kommer som en følge av at

---

<sup>8</sup>  $0.68 = 0.81 * 0.84$

kraftproduksjon på verdensbasis hovedsakelig kommer fra kull og gass, og disse kraftkildene slipper ut høye mengder NO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub> (Energi og klima, 2019; Rosvold & Hofstad, 2017).



Figur 3.5: Oversikt over benyttet elektrisitet i Norge 2017.

### 3.2.2.3 Strøm vs. diesel

HVO er et miljøvennlig alternativ som i utgangspunktet kan benyttes på alle konvensjonelle gravemaskiner, men i dag går de fleste på anleggsgjeld. Tabell 3.2 viser oppdaterte priser<sup>9</sup> for de ulike drivstoffene, hvor priser for anleggsgjeld og HVO100 er hentet fra Cicle Ks hjemmesider (u.å.) og strømprisen er hentet fra SSB (u.å.b). Tabellen indikerer at literprisen for HVO100 er betraktelig dyrere sammenlignet med anleggsgjeld. Det skyldes i stor grad at anleggsgjeld er fritatt veibruksavgift (Skatteetaten, u.å.a), og på grunn av dette fritaket er ikke HVO konkurransedyktig på pris (Oslo kommune, 2018, s. 10). Om en legger til grunn et årlig dieselforbruk på 25 760 liter<sup>10</sup>, vil HVO medføre en årlig merkostnad på 108 192 kr.

Tabell 3.2: Drivstoffpriser.

Drivstoff	Enhetspris (eks. mva.)	Enhetspris (eks. mva)
Anleggsgjeld	-	10.54 kr/l
HVO100	-	14.74 kr/l
Strøm	0.99 kr/kWh	10.02 kr/l <sup>11</sup>

<sup>9</sup> Prisene er gjeldene fra 22.05.2019

<sup>10</sup> 25 760 liter = 16 liter/time \* 1 610 timer årlig

<sup>11</sup> 1 liter diesel = 10.12 kWh

I tillegg til en høyere literpris, kommer det fram i en erfaringsrapport for fossile byggeprosjekter i Oslo-området at entreprenørene som var en del av prosjektene opplevde at flere av leverandørene ikke ville gi maskingaranti ved bruk av HVO (Multiconsult, 2018, s. 26). Det er likevel flere maskinleverandører som Volvo, Caterpillar og Scania som gir garanti ved bruk av HVO (Zero, 2016, s. 3), og det er tenkelig at også flere kommer på banen etter hvert som det stilles krav til fossilfrie byggeplasser og erfaringskompetansen øker.

Når det etter hvert stilles krav til utslippsfrie byggeplasser må anleggsmaskinene gå på elektrisitet, eller et annet utslippsfritt alternativ. Dette vil medføre en betydelig merkostnad ved investering, men samtidig vil driftsutgiftene sammenlignet med alternativene i dag være lavere. Det er derimot hovedsakelig strømprisen som bestemmer hvorvidt elektrisk drift lønner seg i lengden, og fremtidens strømpris er vanskelig å spå ettersom prisen i stor grad er avhengig av tilbud og etterspørsel. I tillegg vil også faktorer som været og politiske beslutninger påvirke kraftprisen. Eksempelvis vil mye nedbør gi fulle vannmagasin og lave kraftpriser, og motsatt vil fremtidige investeringer i strømmettet føre til økte strømpriser som et resultat av at norske forbrukere må finansiere dette gjennom økt nettleie (Thorsheim, 2016).

I tabell 3.2 ser enn tydelig at prisforskjellen mellom strøm og anleggsdiesel er minimal, sammenlignet med prisforskjellen mellom strøm og HVO. Det er likevel forventet at driftskostnadene ved bruk av elektrisitet er lavere sammenlignet med alternativene, på grunn av besparelser knyttet til tomgangskjøring. Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 08.03.2019) oppgir at de i snitt har 30% tomgangskjøring. Dette bekreftes i en fersk artikkel hvor bransjeorganisasjonen MEF<sup>12</sup> legger frem tall som viser at tomgangskjøring vanligvis utgjør 30 til 50% av en gravemaskins driftstid (Gullachsen, 2019). Dette skyldes at det ofte oppstår venting mellom arbeidet som utføres, og av hensyn til motoren er vanlig å varme opp maskinen noen minutter før bruk, samt kjøle ned motoren før den skrur av (Nasta, 2004). Går en derimot over til å bruke elektriske anleggsmaskiner kan en se bort fra tomgangskjøringsproblematikken, da motoren ikke behøver forhåndsoppvarming, i tillegg til at motoren skrur seg av automatisk når maskinen ikke er under belastning (Eriksen, 2018a).

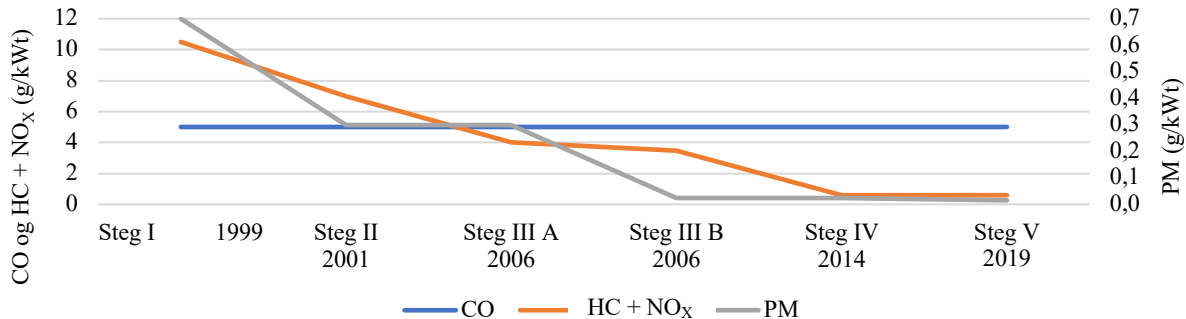
---

<sup>12</sup> Maskinentreprenørenes Forbund



### 3.2.3 Tiltak og barrierer

Den europeiske union har siden 90-tallet stilt utslippskrav til kjøretøy som ikke kjører på veien, deriblant gravemaskiner. Målet med kravene er å redusere forurensende gasser, og over tid fase ut maskinene som er verst for miljøet (European Commission, 2016a). Det startet med steg I i 1999, men med et stadig økende fokus på klimagassutslipp ble det som illustrert i figur 3.6, kontinuerlig innført nye steg med strengere krav. Datagrunnlaget for figuren er hentet fra Dieselnet (u.å.).



Figur 3.6: Utslippsgrenser for de ulike stegene.

Utslippskravene avhenger av maskineffekt, og steg I-IV stiller krav til mengden forurensende gasser maskinene maksimalt kan slippe ut. I løpet av 2019 vil det femte steget tre i kraft og introdusere en ny grense for utslipp av forurensende partikler, i tillegg til at maskiner med effekt lavere enn 19 kW og høyere enn 590 kW for første gang får utslippsgrenser (Dieselnet, u.å.). Steg V representerer dermed et enda høyere fokus på lokal luftforurensing, som er et pågående problem i store byer (Nasjonal transportplan, u.å., s. 62).

EUs utslippskrav har i mange år lagt press på maskinprodusentene som hele tiden har måtte utvikle maskiner som slipper ut mindre forurensende gasser. Dette er et bevisst og viktig tiltak i kampen mot klimagassutslipp, men for å nå målet om et lavutslippssamfunn i 2050 er myndighetene nødt til å iverksette flere omstillingstiltak for å redusere eller fjerne eksisterende barrierer knyttet til bruk av fossil- og utslippsfrie alternativer.

I tillegg til det økonomiske lønnsomhetsaspektet peker som nevnt en rapport fra DNV GL på at mangel på større utslippsfrie alternativer og kunnskap om disse er årsaker til at nullutslippsmaskiner ikke benyttes i større grad. Det blir også poengtert at merkostnaden for fossilfrie løsninger som biodiesel er en betydelig hindring, hvor manglende krav fra utbygger trekkes fram som et argument (DNV GL, 2017, s. 34).

### 3.2.3.1 Økonomiske virkemidler

#### Støtte fra ENOVA

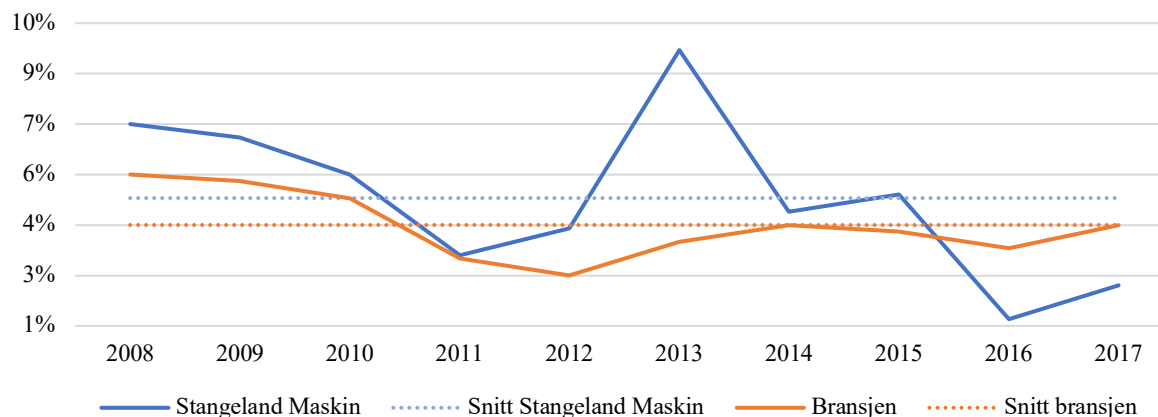
I samarbeid med Innovasjon Norge og Forskningsrådet utarbeidet Enova i 2015 finansieringsorganet Pilot-E, et økonomisk tiltak som har som hensikt å akselerere miljøvennlig innovativ teknologi (Enova, 2018). For å motta investeringsstøtte må energiforbruket kuttes med minimum 10% og 100 000 kWt (tilsvarende 10 000 liter diesel) per år. Energiforbruket kan reduseres eller konverteres fra fossilt drivstoff til fornybar energi. Støtteprogrammet finansierer opptil 50% av merkostnaden ved innkjøp av miljøvennlig teknologi for små og mellomstore bedrifter, og inntil 40% for store. I tillegg kan opptil 40% av merkostnaden knyttet til infrastruktur dekkes (Enova, u.å.).

Europakommisjonen (2016b) definerer virksomhetsstørrelser etter antall ansatte, omsetning og samlet balanse som oppgitt i tabell 3.3. Som nevnt innledningsvis har Stangeland Maskin mer enn 250 ansatte og omsetter for mer enn 500 MNOK årlig. De klassifiseres derfor som en stor bedrift, og kan ved en eventuell investering motta inntil 40% støtte fra Enova. Administrerende direktør i Pon Equipment uttrykker at elektrifiseringen av Z-line hadde vært utfordrende uten denne støtten (Amundsen, 2019).

Tabell 3.3: Europakommisjonens definisjon av virksomhetsstørrelse.

	Antall ansatte	Omsetning	Samlet balanse
Liten bedrift	< 50	≤ 100 MNOK	≤ 100 MNOK
Mellomstor bedrift	< 250	≤ 500 MNOK	≤ 430 MNOK

Enovas støtteordning er en viktig bidragsyter til det grønne skifte, men i en artikkel fra 2017 blir det bekreftet at anleggsbransjen hittil har mottatt lite støtte, som ifølge en representant i Enova skyldes at få har lagt inn søknad (Daler, 2017). Vår gjetning er at støtteordningen er et bra tiltak, men ikke tilstrekkelig når investeringskostnaden er på et tre-ganger nivå. I tillegg kommer det fram i en fersk rapport av BDO at byggebransjen som historisk alltid har vært preget av lave marginer, nå er truet av ytterligere press på marginene om en tar utgangspunkt i utviklingen de siste årene (Dalsegg, Lidsheim, Giæver, & Kvaalen, 2018, s. 17). Figur 3.7 illustrerer driftsmarginene for byggebransjen og Stangeland Maskin de siste 10 årene (u.å.b), hvor data for Stangeland Maskin er hentet fra Proff.no (u.å.b), og driftsmarginer for bransjen er hentet fra BDOs rapport (Dalsegg mfl., 2018, s. 25).



Figur 3.7: Driftsmarginer Stangeland Maskin AS og bransjen.

Stangeland Maskin har en høyere gjennomsnittlig driftsmargin sammenlignet med resten av bransjen, men utviklingen de siste årene bekrefter at selskapet på lik linje med andre aktører i bransjen sliter med pressede marginer. Skal man lykkes med en utskiftingstakt som til sammenligning tilsvarer elektrifiseringen av bilparken er det behov for alternativer til de fossildrevne maskinene som er konkurransedyktige på pris. Det er i stor grad de økonomiske fordelene som har ført til den akselererende utskiftningen til elektriske biler, og mangel på insentivordninger vil dermed være en betydelig barriere i overgangen til fossil- og utslippsfri virksomhet.

### Endringer i avgiftssystemet

Som tidligere nevnt er anleggsdiesel fritatt veibruksavgift da denne kun er gjeldene for veigående trafikk. Tabell 3.4 viser avgiftssatsene for 2019 (Finansdepartementet, 2018), og dagens prisnivå for de ulike drivstoffene som fremkommer i tabell 3.2 tyder på at veibruksavgiften nesten utgjør hele prisdifferansen mellom HVO og anleggsdiesel. Et insentiv for å øke bruken av biodrivstoff ville dermed vært å avvike eller redusere dette avgiftsfritaket.

Tabell 3.4: Avgiftssatser 2019.

	HVO100	Anleggsdiesel
Veibruksavgift (kr/l)	3.81	-
Grunnavgift på mineralolje (kr/l)	-	1.65
CO <sub>2</sub> -avgift (kr/l)	-	1.35

Et annet virkemiddel er å øke avgiften på mineralolje eller øke CO<sub>2</sub>-avgiften, som ifølge tabellen er henholdsvis 1.65 og 1.35 kr/l. Ren biodiesel er ikke ilagt disse avgiftene, og økte satser vil dermed føre til en mindre prisdifferanse mellom fossilt og ikke-fossilt drivstoff. Disse tiltakene er derimot ikke like kostnadseffektive hver for seg sammenlignet med veikbruksavgiften, med mindre de økes i en størrelsesorden tilsvarende 350-400%. Alternativt kan begge satsene økes, og da vil en økning på rundt 130% dekke merkostnaden for HVO i henhold til dagens prisnivå. Endringer i avgiftssystemet er tiltak som kan føre til at fossilfrie alternativer blir mer konkurransedyktige i pris, og følgelig bidra til en hurtigere overgang til miljøvennlige løsninger.

### 3.2.3.2 Juridiske virkemidler

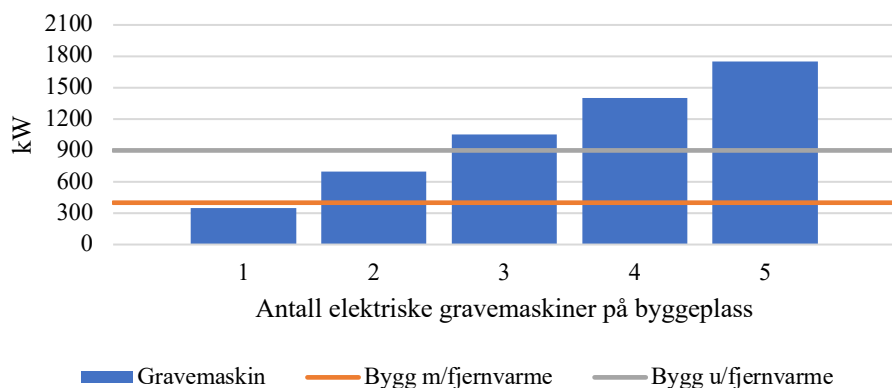
Et strategisk virkemiddel som kan føre fram et grønt skifte fra stat og kommune, er å stille miljøkrav i prosjektkontraktene. Oslo kommune har som antydning tidligere allerede innført kontraktskrav til fossilfrie byggeplasser, og en erfaringsrapport utarbeidet av Multiconsult (2018, s. 14) viser til flere prosjekt hvor det ved grunnarbeidet kun er benyttet HVO på anleggsmaskinene. De fleste entreprenørene meddeler at de har positive erfaringer og opplevde mindre utfordringer enn forventet knyttet til de nye kravene. Det trekkes også fram at entreprenørene har opplevd en positiv respons i markedet, og at erfaring med å bygge fossilfritt har gitt dem en stor konkurransemessig fordel som de kan markedsføre ved nye anbud (Multiconsult, 2018, s. 4). Videre har kommunen også jobbet for å realisere utslippsfrie byggeplasser, og i løpet av 2019 vil de to første utslippsfrie pilotprosjektene starte i Oslo (Hyvang & Sæter, 2019, s. 8).

Med krav til utslippsfrie byggeplasser kreves tilstrekkelig strømkapasitet på byggeplassen. Elektriske gravemaskiner trenger sikker og stabil strømforsyning, og tilrettelegging av dette vil være en forutsetning for prosjektets fremgang. Strømbehovet vil imidlertid avhenge av antall elektriske gravemaskiner som skal benyttes og hver maskins strømbehov. DNV GL oppgir at effektbehovet til et ferdigstilt bygg normalt er mellom 400 kW og 900 kW, avhengig av hvilken type oppvarming som skal benyttes i byggets levetid (2017, s. 24). Om en legger dette til grunn vil det som vist i figur 3.8 være mulig å ha én til to elektriske gravemaskiner på byggeplassen dersom de lader samtidig. Dette er beregnet ut fra at Z-line har et totalt effektbehov på 350 kW<sup>13</sup> per lading og at maskinen er utladet etter endt arbeidsdag. Dersom effektbehovet er høyere enn etablert

---

<sup>13</sup> 350 kW = 50 kW/t \* 7 timer

kapasitet er totalentreprenør nødt til å legge til rette for tilstrekkelig strømtilførsel, enten ved å innføre effektstyring eller ved å gå til anskaffelse av en midlertidig nettstasjon.



Figur 3.8: Effektbehov på byggeplass ved elektrifisering.

### 3.2.3.3 Informasjon som virkemiddel

En rapport fra DNV GL (2017, s. 34) viser som nevnt at kunnskap om fossil- og utslippsfrie alternativ er en av de største årsakene til at nullutslippsmaskiner ikke benyttes i større grad. Det betyr at bransjen har behov for et kunnskapsløft, og det kan følgelig være verdifullt å iverksette informasjonsrettede tiltak for å påvirke folks innstilling og valg (Finansdepartementet, 2015).

Østfold kommune startet i januar 2017 et prosjekt kalt «Test av fossilfrie maskiner og kjøretøy», som er et godt eksempel på hvordan en kan øke kunnskapen rundt miljøvennlige alternativer blant aktørene. Prosjektet går ut på at virksomheter kan låne fossile- eller utslippsfrie maskiner kostnadsfritt i to til fire uker. Dette gir bedrifter som er interessert i å anskaffe miljøvennlige maskiner mulighet til å teste og utforske dem for å se om dette er noe de ønsker å investere i. Prosjektet pågår fram til utgangen av 2020, og omfatter maskiner som driftes på elektrisitet, biogass og hydrogen (Norderhaug, 2017). Blant annet er det mulig å låne den elektriske 25 tonn gravemaskinen som er utviklet av Pon Cat.

Oslo kommune har på sin side igangsatt Future Built, et program som går ut på å gjennomføre 50 forbildeprosjekter hvor klimagassutslippene reduseres med minimum 50%. Prosjektet skal fungere som en læringsarena, hvor målet er at erfaringsutveksling og informasjonsdeling skal bidra til økt kunnskap og endret praksis i bransjen (Oslo kommune, 2018, s. 27–28). Følgelig blir nettverket mellom kommunen og andre aktører i bransjen styrket, og dette samspillet kan senke terskelen for å overkomme eksisterende barrierer i felleskap.

### 3.2.4 Støy

Støy defineres som uønsket lyd, og er et kjent problem ved byggeplasser (Arbeidstilsynet, u.å.). Miljødirektoratet (2014, s. 90–92) har egne støyretningslinjer som oppgir frekvensgrenser etter ulike forutsetninger, som eksempelvis når på døgnet arbeidet kan foregå eller varigheten av arbeidet. Om prosjektet ikke klarer å overholde retningslinjene vil det være nødvendig med støydempende tiltak som potensielt kan medføre økte kostnader. Reguleringer i henhold til driftsbegrensninger kan også være en hindring for prosjektets fremdrift.

Dieseldrevne gravemaskiner er forbundet med motorstøy, men det oppstår også støy fra selve arbeidet som utføres. I tettbebygde områder, hvor det bor mye folk i nærheten av byggeplassen, kan støy fra anleggsmaskinene være sjenerende og medføre uheldige helseplager. Støy kan i tillegg føre til økt risiko for arbeidsulykker og vedvarende plager for arbeiderne (Arbeidstilsynet, u.å.) Ved bruk av elektriske gravemaskiner vil støymengden sannsynligvis reduseres, da elektromotoren blant annet utøver færre vibrasjoner (Wiik mfl., 2018, s. 23). JCB hevder blant annet at deres elektriske minigraver vil ha et fem ganger lavere støynivå sammenlignet med dieselsversjonen (Eriksen, 2018b).

### 3.2.5 Lokal luftforurensing

I tillegg til reduserte støyplager vil elektriske gravemaskiner på byggeplassen også føre til bedre luftkvalitet. I Norge er det  $\text{NO}_x$  og svevestøv, også kalt PM, som bidrar mest til lokal forurensing, og dette er som nevnt tidligere et stort problem i landet, spesielt i større byer. Utslipp av eksos fra forbrenningsmotoren og støv fra lasting og lossing fører til dårlig luftkvalitet og lokal luftforurensing på byggeplassen og i nærområdet (Miljødirektoratet, 2019a).

Fossile anleggsmaskiner som tilfredsstillt EUs utslippskrav steg IV har et begrenset utslipp av forurensede gasser, og når det femte steget trer i kraft vil grensene for utslipp bli skjerpet ytterligere. Det nye steget begrenser utslippene til 0.4 g/kWt og 0.015 g/kWt for henholdsvis  $\text{NO}_x$  og PM, men det er imidlertid flere maskiner som benyttes i Norge i dag som kun tilfredsstillt krav III A eller mindre. Kontraktskrav med strengere utslippsgrenser vil av den grunn bidra til mindre utslipp og lokal luftforurensing på byggeplassen (Nasjonal transportplan, u.å., s. 62). Alternativt vil en elektrisk gravemaskin som nevnt spare miljøet for betydelige mengder  $\text{CO}_2$ -utslipp, og en nullutslippsmaskin vil også som navnet antyder gi null utslipp av  $\text{NO}_x$  og svevestøv (Søderholm, 2017).

### 3.3 Lønnsomhet

Det er flere metoder som kan benyttes for å fastslå om en investering i elektriske gravemaskiner er lønnsom ved investeringstidspunktet, eller blir lønnsom i løpet av maskinens levetid. Investeringen går over flere år, og en er derfor nødt til å ta hensyn til kontantstrømmenes tidsverdi. Nåverdimetoden tar dette i betraktning (Bøhren & Gjørum, 2016, s. 169–174), og vil følgelig bli brukt i investeringsanalysen.

Både egenkapitalmetoden og totalkapitalmetoden bedre kjent som «Weighted Average Cost of Capital Method» kan brukes til å diskontere kontantstrømmene og beregne nåverdi. Begge metodene tar utgangspunkt i kontantstrøm fra drift etter skatt, men egenkapitalmetoden tar i tillegg hensyn til investeringens finansiering da den inkluderer både lån, avdrag og renter. Egenkapitalmetoden beregner dermed en nåverdi basert på eiernes avkastningskrav, mens totalkapitalmetoden kalkulerer en nåverdi på grunnlag av et samlet avkastningskrav for både eierne og kreditorene (Bøhren & Gjørum, 2016, s. 419–425). Ettersom investeringens kapitalstruktur består av både gjeld og egenkapital vil det være naturlig å velge egenkapitalmetoden i investeringsanalysen.

#### 3.3.1 Egenkapitalmetoden

Ved anvendelse av egenkapitalmetoden må en beregne egenkapitalstrømmen for investeringen, og dette gir en oversikt over eiernes finansieringsbehov og forventet gevinst. Egenkapitalstrømmen er gitt ved formel 3.2 (Bøhren & Gjørum, 2016, s. 415).

$$\text{Egenkapitalstrøm} = \text{kontantstrøm fra drift etter skatt} + \text{låneopptak} - \text{avdrag} - \text{renter etter skatt} \quad (3.2)$$

Inntektene for et entreprenørselskap er prosjektbaserte, og det er dermed vanskelig å anslå en spesifikk inntekt per maskin. I tillegg kan man anta at inntektene vil påløpe seg til det samme for begge investeringsalternativene. Kontantstrømmene består derfor bare av utgifter, og alternativet med minst negativ nåverdi vil derfor indikere den mest lønnsomme investeringen, dette gjenspeiles i forholdstallet som tidligere er uttrykt i formel 3.1. Et forholdstall under 1 indikerer at den elektriske investeringen er mest lønnsom.

Ved beregning av nåverdi diskonteres hvert års egenkapitalstrøm med et avkastningskrav, ved bruk av formel 3.3 (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 417).

$$Nåverdi = \frac{egenkapitalstrøm_{år1}}{(1+avkastningskrav)^{år1}} + \dots + \frac{egenkapitalstrøm_{år i}}{(1+avkastningskrav)^{år i}} \quad (3.3)$$

Avkastningskravet regnes ved hjelp av kapitalverdimodellen, uttrykt ved formel 3.4. Modellen viser hvordan forventet avkastning for en investering påvirkes av risiko (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 375).

$$Avkastningskrav = risikofri rente + \beta * markedets risikopremie \quad (3.4)$$

### 3.3.1.1 Risikofri investering

Risikofri rente representerer renten ved en investering uten risiko, og estimeres ved å ta utgangspunkt i utbytte fra statsobligasjoner med tilhørende passende løpetid eller ut fra en langsiktig normalisert realrente (Norli, 2011; Rammen, 2018a). Den risikofrie renta er en makroøkonomisk komponent som er lik for alle bedrifter og prosjekter (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 377).

For å få et innblikk i det norske markedet gjennomfører PWC og Norske Finansanalytikeres Forening, NFF, hvert år en undersøkelse om renter og risikopremie blant NFFs medlemmer. Rapporten for 2018 indikerer at en markedsandel på 34% benytter 10-årig statsobligasjon som risikofri rente, mens 28% bruker en langsiktig normalisert risikofri rente (PWC & Norske finansanalytikerens forening, 2018, s. 3–5). 10-årig statsobligasjon har hatt en risikofri rente på gjennomsnittlig 2.7% de siste ti årene (Norges Bank, u.å.), og av dem som bruker en langsiktig normalisert risikofri rente oppgir 39% at de bruker en risikofri rente på 3% (PWC & Norske finansanalytikerens forening, 2018, s. 7). Det er mer forutsigbart å benytte en langsiktig normalisert risikofri rente, da denne er mer stabil enn en obligasjonsrente som i større grad svinger med markedet (Thelma Consulting Group, 2017, s. 2). Dette tatt i betraktning er det i utregningen av avkastningskravet valgt å benytte en langsiktig normalisert risikofri rente på 3%.

### 3.3.1.2 Beta

Beta ( $\beta$ ) er prosjekt- og bedriftsavhengig, og uttrykkes ved formel 3.5.

$$\beta = \frac{\text{kov (Investeringsavkastning, markedsavkastning)}}{\text{markedets systematiske risiko}} \quad (3.5)$$



Beta gir en indikasjon på hvor følsom en investering er ovenfor markedsbevegelser. En betaverdi høyere enn 1 betyr høyere risiko enn markedet, og motsatt indikerer en betaverdi lavere enn 1 lavere risiko. Markedets systematiske risiko angår hele markedet og er ikke mulig å diversifisere (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 363–370).

Beta har direkte sammenheng med kontantstrømmene som diskonteres, og beskriver hvordan markedets systematiske risiko påvirker den gitte diskonteringsraten. Beta estimeres ved hjelp av en regresjonsanalyse, men dette kan kun utføres for børsnoterte selskaper (Norli, 2011). Da Stangeland Maskin ikke er et børsnotert selskap er det ved estimering av avkastningskravet i investeringsanalysen valgt å ta utgangspunkt i en gjennomsnittsverdi hvor  $\beta$  er lik 1. Dette støttes opp av Bøhren & Gjærum (2016, s. 371,381) som bemerker at betaverdier normalt har stor spennvidde, men at beta i gjennomsnitt er lik 1 for et utvalg av virksomheter på Oslo børs.

### 3.3.1.3 Markedets risikopremie

Markedets risikopremie er meravkastningen som kreves ved påta seg risiko ved en investering, og denne beregnes ut ifra den gjennomsnittlige forskjellen mellom realisert utbytte på en markedsportefølje og den risikofrie renta (Norli, 2011, s. 19). Markedets risikopremie er en makroøkonomisk komponent som er lik for alle bedrifter og prosjekter (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 377).

Basert på historisk data anslås det en gjennomsnittlig risikopremie på 4.5%-5.5% (Norli, 2011, s. 19). Dette støttes opp i undersøkelsene utført av PWC og Norske Finansanalytikerens Forening (2018, s. 8), som fra 2012 til 2018 fastslår en stabil markedsrisikopremie på rundt 5% i det norske markedet. På bakgrunn av dette er det i utregningen av avkastningskravet i oppgavens analyse valgt å benytte en fremtidig markedsrisikopremie på 5%.

### 3.3.1.4 Avkastningskrav

Stangeland Maskin er et veletablert selskap med minimal vekst, noe som må reflekteres i betaen og følgelig avkastningskravet. Med en risikofri rente på 3%, egenkapitalbeta lik 1 og markedsrisikopremie på 5%, gir egenkapitalmetoden et avkastningskrav lik 8%.

### 3.3.1.5 Inflasjon

I forhold til langsiktig inflasjonsforventning viser PWC og Norske Finansanalytikers Forenings (2018, s. 12) undersøkelse at markedet er delt. 75% av respondentene mener det langsiktige inflasjonsnivået bør være 2.0%, som samsvarer med inflasjonsmålet til Norges Bank.

### 3.3.1.6 Skatt

Ettersom Stangeland Maskins inntekter ikke blir tatt med i investeringens kontantstrøm, vil det i analysen bli sett bort fra innbetaling av inntektsskatt.

## 4.0 Analyse av investering i gravemaskiner

### 4.1 Analysens grunnlag

Oppgavens hensikt er å vurdere om og eventuelt når det vil bli lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner fremfor dieseldrevne. Inntekter er prosjektbaserte og vil sannsynligvis påløpe seg til det samme uavhengig av investeringsbeslutning, og det er derfor ekskludert i analysen. Av den grunn vil kontantstrømmene kun inkludere investerings- og driftskostnader, og alternativet med lavest kostnader vil dermed representere den mest lønnsomme investeringen.

Utbygging av infrastruktur er av vesentlig betydning i en investeringsbeslutning. Som nevnt tidligere er det ikke bare en betraktelig merkostnad knyttet til utbygging, men det er også per dags dato utfordrende å forsyne byggeplassen med tilstrekkelig mengde strøm. Kostnader tilknyttet infrastruktur er likevel ikke inkludert i analysen, fordi det er oppdragsgiver som står for disse kostnadene. Lønn og andre indirekte kostnader er også neglisjert i analysen, fordi de påløper uavhengig av investeringsbeslutning.

#### 4.1.1 Innkjøpspris

Elektriske gravemaskiner er per dags dato i en tidlig modningsfase hvor maskinene blir spesialbygget, og av den grunn er det investeringskostnaden som utgjør den største forskjellen mellom elektrisk og dieseldrevet gravemaskin. Ifølge administrerende direktør i Pon Equipment, Erik Sollerud (personlig kommunikasjon, 09.04.2019), koster en stor elektrisk gravemaskin 3 til 3.5 ganger så mye som en dieseldrevet. Den ekstreme prisforskjellen skyldes at en først må investere i en dieseldrevet gravemaskin til 2 000 000 kr, for å så bygge den om ved å erstatte den konvensjonelle motoren med en dyr batteripakke. Videre oppgir Sollerud at den elektriske Z-line har en batterikapasitet på 300 kWt, og at batteriprisen per kWt er rundt 700 euro, som tilsvarer omtrent 7 000 norske kroner. Dermed utgjør batteripakken totalt 2 100 000 kr, som illustrert i figur 4.1. Om en tar utgangspunkt i en sluttpris på 6 000 000 kr for Z-line vil resterende 1 900 000 kr være andre kostnader forbundet med ombyggingen, hvor sannsynligvis en fortjeneste også er lagt til grunn. Dette er illustrert som Annet i figuren.



Figur 4.1: Innkjøpspris 25 tonns gravemaskin 2019.

For enkelhets skyld er det gjennom hele analysen antatt at de elektriske gravemaskinene blir bygget om, og ikke serieproduseres. En prisnedgang for elektriske gravemaskiner vil dermed være bestemt av en reduksjon i batterienhetspris og reduserte kostnader forbundet med ombygging. Det er stor usikkerhet knyttet til hvilke faktorer som til sammen utgjør ombyggingskostnadene/Annet i figur 4.1, og spesielt hvordan disse vil endre seg i fremtiden. Om en tar utgangspunkt i at Annet består av ombyggingskostnader og en fortjeneste, er det forventet at disse vil reduseres i fremtiden. Det kan tenkes at lønn, utstyr og maskindeler utgjør en stor del av ombyggingskostnadene, og at disse er relativt konstante gitt at maskinene bygges om. Samtidig vil økt kunnskap og erfaring føre til forbedret produktivitet, og dermed lavere produksjonskostnader etter hvert som flere maskiner bygges om. Pon Equipment påpeker at de ikke har tatt noen sjanser så tidlig i ombyggingsprosessen, men tilføyer at etter hvert som kunnskap og erfaring knyttet til maskinens praktiske bruk øker, kan utvilsomt noen unødvendige dyre komponenter byttes ut (Johansen, 2019).

For øyeblikket er det kun elektriske Z-line som er kommersielt tilgjengelig i størrelsesklasse 25 tonn, og det setter Pon Equipment som samarbeider med Caterpillar i en gunstig forhandlingsposisjon. Det er dermed tenkelig at fortjenestepåslaget til forhandler avtar i takt med en forventet økt konkurranse i markedet. Totalt sett er det forventet at kostnadene relatert til Annet går ned, men det er nærmest umulig å sette en lineær årlig reduksjon for denne kostnaden. For å kunne estimere fremtidige innkjøpspriser for den elektriske gravemaskinen er det likevel nødvendig å bestemme en årlig reduksjon for denne variabelen, og den ble bestemt til å være 6%. Neste års ombygging vil dermed reduseres med 114 000 kr, noe som virker fornuftig tatt overnevnte poeng i betraktning.

For å komme fram til en fornuftig prosentvis reduksjon i batteripris for elektriske gravemaskiner er det tatt utgangspunkt i historisk og estimert prisnedgang for batteriene som benyttes i elbiler. Årlige enhetspriser for elbilbatteriene er vist i figur 3.2, og det er denne dataen som danner grunnlaget for beregningene i tabell 4.1. Alternativ 1 og 2 tar utgangspunkt i gjennomsnittlig nedgang for elbilbatteriprisene, som er 8 og 20% for henholdsvis estimert og historisk utvikling. Den gjennomsnittlige nedgangen for batteriprisen inkludert historisk og estimert utvikling er 12%, og dette utgjør utgangspunktet for alternativ 3.

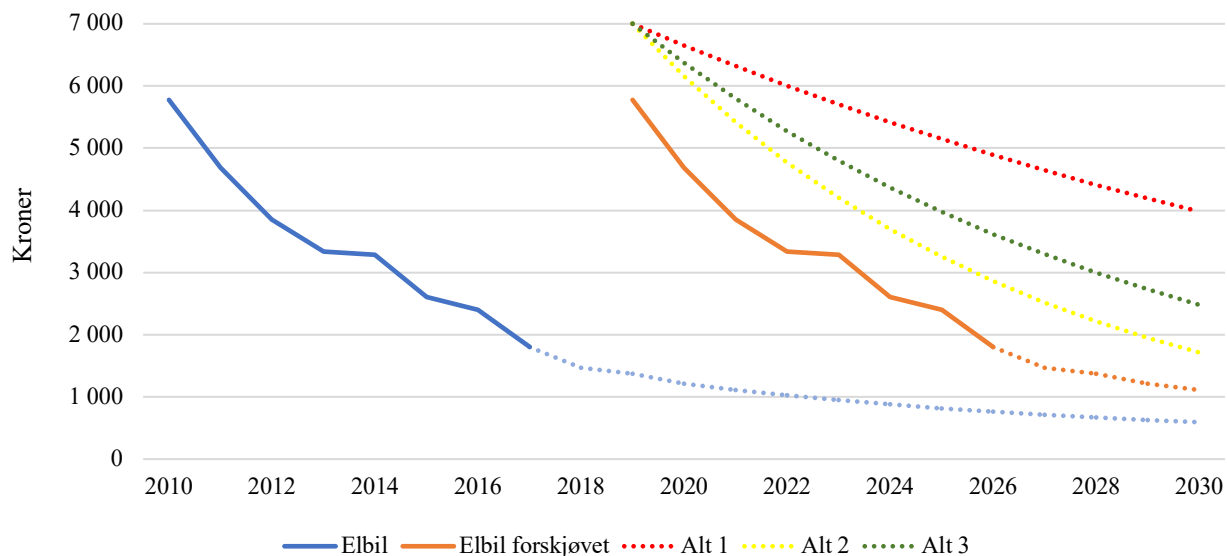
Tabell 4.1: Utgangspunkt for estimering av gjennomsnittlig nedgang i batteripris.

Alternativ	Utgangspunkt	Gjennomsnittlig årlig nedgang (elbilbatteripris)
1	Fra 2018 til 2030	8%
2	Fra 2010 til 2017	20%
3	Fra 2010 til 2030	12%

Som antydte tidligere er den historiske prisreduksjonen for litiumbatteri et resultat av blant annet teknologiforbedringer, økt energitetthet og stordriftsfordeler, og det er naturlig å forvente at disse faktorene også vil redusere prisen for batteriene som benyttes i gravemaskiner. Samtidig vil også samspillet mellom tilbud og etterspørsel påvirke prisen, og ifølge daglig leder i EST Floattech AS<sup>14</sup> (personlig kommunikasjon, 28.03.2019) er etterspørselen i dag større enn produksjonen, og av den grunn opplever EST Floattech høyere enhetspriser på batteriene sammenlignet med året før. Videre oppgir han at dette i all hovedsak skyldes at bilindustrien sikrer seg store volumer for fremtidig salg. Dette øker etterspørselen i en større takt enn produksjonen av battericellene, og skaper ubalanse i markedet.

Basert på informasjon fra Pon Equipment er det i 2019 valgt å ta utgangspunkt i en batterienhetspris på 7 000 kr per kWt. Figur 4.2 illustrerer fremtidig estimerte batterienhetspriser for de tre alternativene i tabell 4.1, og er markert med stiplet linje i figuren. Figuren viser også historisk og estimert nedgang i pris for elbilbatteriene, illustrert som blå linje i figuren. For å enklere kunne sammenligne utviklingen for de to batteritypene, er *elbil forskjøvet* også illustrert i figuren. Som forventet gir alternativ 1 og 2 henholdsvis høyest og lavest estimerte enhetskostnader, men det er alternativ 3 som er valgt som baseline ettersom dette alternativet har likest utvikling som *elbil forskjøvet*.

<sup>14</sup> Batterileverandør i Pon konsernet



Figur 4.2: Historisk og estimert batteriehetsreduksjon 2010-2030.

Det er lagt til grunn en innkjøpspris tilsvarende 6 000 000 kr for den elektriske gravemaskinen i 2019, og en årlig nedgang på 12 og 6% for henholdsvis batteriehetspris og ombyggingskostnader. For den dieseldrevne gravemaskinen er det gått ut fra et generelt inflasjonsnivå tilsvarende 2% årlig. Basert på disse forutsetningene får man estimerte innkjøpspriser for 2019-2026, som fremstilt i tabell 4.2. Det fremkommer i tabellen at batterikostnaden utgjør en større del av innkjøpsprisen enn ombyggingskostnadene fram til 2021.

Tabell 4.2: Estimerte innkjøpspriser for gravemaskiner 2019-2026.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ombygging (kr)	1 900 000	1 786 000	1 678 840	1 578 110	1 483 423	1 394 418	1 310 753	1 232 107
Batteri (kr)	2 100 000	1 846 522	1 623 640	1 427 661	1 255 337	1 103 813	970 578	853 426
<b>Diesel (kr)</b>	<b>2 000 000</b>	<b>2 040 000</b>	<b>2 080 800</b>	<b>2 122 416</b>	<b>2 164 864</b>	<b>2 208 162</b>	<b>2 252 325</b>	<b>2 297 371</b>
<b>Elektrisk (kr)</b>	<b>6 000 000</b>	<b>5 672 522</b>	<b>5 383 280</b>	<b>5 128 186</b>	<b>4 903 624</b>	<b>4 706 392</b>	<b>4 533 656</b>	<b>4 382 905</b>

Når etterspørselen for elektriske gravemaskiner øker på et mer globalt nivå vil innkjøpsprisen potensielt reduseres ytterligere grunnet stordriftsfordeler, større produksjonsvolumer og styrket konkurranse i markedet.

#### 4.1.2 Strøm- og dieselkostnader

##### **Strømutgifter**

Strømutgiftene er beregnet ved hjelp av formel 4.1:

$$\text{Strømutgifter} = \text{strømpris} * \text{strømforbruk} * \text{driftstid per år} \quad (4.1)$$

I en telefonsamtale med Lyse (personlig kommunikasjon, 26.04.2019) oppgis det at strømprisen for private kunder og byggebransjen er opp mot like, og det er derfor tatt utgangspunkt i strømprisen for husholdninger i analysen. Lyse opplyser derimot at det ved byggeplasser tiltrer et dagtillegg for leie av byggestrømsaggregat, hvor prisen avhenger av aggregatets størrelse. Kostnadene for dette er likevel ikke inkludert i analysen, da denne kostnaden angår totalentreprenør.

De historiske strømprisene er hentet fra SSB (u.å.b), og inkluderer kraftpris, nettleie og avgifter. Prisene er oppgitt kvartalsvis, og tabell 4.3 fremstiller de gjennomsnittlige strømprisene ekskludert merverdiavgift per år. Det er trukket fra moms for å kunne sammenligne drivstoffprisene, ettersom historiske anleggsdieselpriser er oppgitt uten denne avgiften.

Tabell 4.3: Historiske gjennomsnittspriser strøm med og uten mva. 2012-2018.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Kr/kWt inkl. mva.	0.79	0.88	0.83	0.81	0.92	0.96	1.16
Kr/kWt eks. mva.	0.63	0.70	0.66	0.65	0.74	0.77	0.93

Ved beregning av fremtidige strømpriser er det tatt utgangspunkt i den gjennomsnittlige historiske prisveksten. Dette ga en estimert prisøkning tilsvarende 3.01% per år, som virker rimelig med tanke på langsiktig inflasjon og 1% spesifikk strømprisøkning. Denne prisøkningen gir de estimerte strømprisene i tabell 4.4.

Tabell 4.4: Estimerte gjennomsnittspriser strøm eks. mva. 2019-2030.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Kr/kWt	0.95	0.98	1.01	1.04	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	1.32

Erik Sollerud (personlig kommunikasjon, 20.03.2019) oppgir at strømforbruket til Z-line er 50 kW/t. Ved beregning av driftstid er det tatt utgangspunkt i en arbeidsdag på 7 timer og 230 arbeidsdager i året, som totalt utgjør 1 610 timer i året. Dette er inkludert tomgangskjøring som

tidligere nevnt utgjør 30%, og driftstiden er dermed 1 127 timer i året for den elektriske gravemaskinen når dette er trukket fra.

### Anleggsdieselutgifter

Anleggsdieselutgiftene er beregnet ut fra formel 4.2 og 4.3:

$$\text{Anleggsdieselutgifter} = \text{dieselpris} * \text{driftstid per år} * \text{dieselforbruk} \quad (4.2)$$

$$\text{Dieselforbruk} = \text{dieselforbruk}_{\text{arbeid}} * (1 - \text{tomgang}) + \text{dieselforbruk}_{\text{tomgang}} * \text{tomgang} \quad (4.3)$$

Per dags dato eksisterer det ikke krav til fossilfrie byggeplasser i Stavangerregionen, og anleggsdiesel er derfor det mest brukte drivstoffet da det som nevnt tidligere er det rimeligste alternativet. Dette er en forutsetning i hovedanalysen, men det er også utført en analyse hvor anleggsdiesel er erstattet med HVO. De historiske prisene for anleggsdiesel er hentet fra Circle Ks hjemmesider (u.å.), og danner grunnlaget for de gjennomsnittlige prisene oppgitt i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Historiske gjennomsnittspriser anleggsdiesel eks. mva. 2013-2019.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kr/l	9.60	9.34	8.56	7.78	8.65	9.91	9.90

På lik linje som for strømprisene, ble det i første omgang regnet ut en gjennomsnittlig prisvekst basert på historisk data i tabell 4.5. Dette ga en prisøkning tilsvarende 1.65%, men ved å inkludere data tilbake til 2010 ble den gjennomsnittlige prisøkningen rundt 5%. Grunnet stor variasjon i de historiske estimatene ble det besluttet å benytte 3.01%, som er lik den estimerte prisveksten for strøm. Tabell 4.6 viser de estimerte anleggsdieselprisene basert på denne økningen. Det tas forbehold om at avgiftsnivået for anleggsdiesel forblir det samme ut analyseperioden.

Tabell 4.6: Estimerte gjennomsnittspriser anleggsdiesel eks. mva. 2020-2030.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Kr/l	10.20	10.51	10.83	11.15	11.49	11.83	12.19	12.56	12.94	13.33	13.73

Som tidligere nevnt utgjør tomgangskjøring en stor del av drivstoffutgiftene ved en vanlig gravemaskin, men dieselforbruket ved tomgangskjøring er lavere når maskinen ikke er i arbeid. Risa (personlig kommunikasjon, 06.03.2019) anslår at dieselforbruket ved tomgangskjøring i gjennomsnitt er 3.4 liter per time, og Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 08.03.2019) oppgir at en 25 tonns fossil gravemaskin under arbeid har et dieselforbruk på 16 liter per time.



Driftstid er som forklart ovenfor beregnet til å være 1 610 timer per år, inkludert tomgangskjøring. Dette antyder at maskinen aldri skrur av i løpet av en arbeidsdag, og at så lenge den ikke går på tomgang er den i arbeid. Økt tomgangskjøring gir dermed lavere drivstoffutgifter. Denne forutsetning reflekterer derimot ikke virkeligheten ettersom alternativet til tomgang er å skru maskinen av, som betyr at økt tomgangskjøring gir unødvendige utgifter. I tillegg fører tomgangskjøring til unødvendige klimagassutslipp, hyppigere serviceintervaller og at maskinen faller raskere i verdi (Gullachsen, 2019).

Tabell 4.7 viser årlige drivstoffutgifter basert på forutsetningene som er lagt til grunn i denne oppgaven. Med utgangspunkt i tabell 4.7 er prisdifferansen mellom strøm og anleggsdiesel totalt 1 253 653 kr. Dette stemmer overens med en uttalelse fra Erik Sollerud, hvor han påpeker at overgangen fra diesel til strøm kan gi driftsbesparelser på rundt 1 000 000 kr for 12 000 timer drift (Homleid, 2018), som ifølge våre beregninger tilsvarer åtte år.

Tabell 4.7: Estimerte strøm- og dieselkostnader 2019-2026.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Totalt
Strøm (kr/år)	53 811	55 433	57 104	58 525	60 598	62 425	64 306	66 245	478 447
Diesel (kr/år)	194 687	200 556	206 601	212 828	219 243	225 852	232 660	239 673	1 732 100

#### 4.1.3 Levetid og utrangeringsverdi

Vår kontaktperson i Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 11.04.2019) oppgir at de normalt bytter ut gravemaskinene sine etter fem til seks år eller 8 000 til 12 000 timer, og hans inntrykk er at dette er vanlig bransjestandard. I analysen er det derfor lagt til grunn en levetid på seks år for en fossil gravemaskin, som tilsvarer 9 660 timer, gitt at maskinen driftes 1 610 timer årlig. Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 23.04.2019) mener at en slik utskiftingstakt vil gi maskinen maksimal restverdi ved salg, og anslår at en vanlig 25 tonns gravemaskin etter fem års bruk har en restverdi på 20-30% av innkjøpsprisen.

Levetiden til elektriske gravemaskiner er på sin side forventet å være 15 000 timer (Brekkehus, 2018), som ifølge våre beregninger tilsvarer litt over 13 år<sup>15</sup>. Innen denne tid er det forventet at det vil skje en markant utvikling på batteri- og teknologifronten, og flere nye aktører vil sannsynligvis entre markedet med elektriske gravemaskiner til konkurransedyktig pris. Det er dermed tenkelig at

<sup>15</sup> 15 000 timer/1 127 timer årlig = 13.3 år

de første elektriske maskinene byttes ut til fordel for nye forbedrede modeller før 15 000 timer har passert. Erik Sollerud (personlig kommunikasjon, 16.04.2019) oppgir at Pon Equipment garanterer en batterikapasitet på minst 80% etter 10 000 timers bruk. Levetiden for den elektriske gravemaskinen er satt til 6 år, lik levetiden for den dieseldrevne, og dette er godt under garantitiden på 10 000 timer. Utrangeringsverdien for elektriske gravemaskiner er ukjent, og det er derfor valgt å benytte en utrangeringsverdi lik 25% på begge gravemaskinene.

#### 4.1.4 Service- og vedlikeholdskostnader

Gravemaskiner utsettes for betydelige, men forskjellige påkjenninger og belastninger, og av den grunn utgjør service- og vedlikeholdskostnader en stor og variabel utgiftspost. Noen maskiner gjennomgår omfattende og dyre reparasjoner i løpet av levetiden, mens andre derimot kun behøver rutinemessige servicekontroller. Stangeland Maskin (personlig kommunikasjon, 08.03.2019) oppgir at deres service- og vedlikeholdskostnader inkluderer interne og eksterne verkstedsordre, i tillegg til vedlikeholdsrutiner. Den totale kostnaden for de 25 tonns gravemaskinene til Stangeland Maskin varierer i stor grad, men om en tar utgangspunkt i et gjennomsnitt utgjør service- og vedlikehold rundt 100 000 kr årlig for en fossil gravemaskin. I analysen er det antatt at denne kostnaden vil øke med 2% hvert år, som en følge av inflasjon.

Elektriske Z-line er ny på markedet, og det finnes derfor ingen erfaringstall å referere til for maskinens service- og vedlikeholdsbehov, samt tilhørende kostnader. Erik Sollerud (personlig kommunikasjon, 26.04.2019) mener at behovet og kostnadene er forventet å være lavere for elektriske maskiner, men påpeker at det kan ta flere år før erfaringstall som bekrefter dette kan fremlegges. Sollerud refererer følgelig til Z-lines serviceavtale *Pon Premium*, som tilsier at Pon Equipment tar hele risikoen tilknyttet vedlikehold og reparasjoner inntil fem år eller 8 000 timer, det første som inntreffer. På bakgrunn av at det er stor usikkerhet knyttet til Z-lines service- og vedlikeholdskostnader, i tillegg til at den i dag benytter samme avtale som en dieselmaskin, er det i analysen besluttet å ta utgangspunkt i et likt behov og lik pris som for en fossil gravemaskin, tilsvarende 100 000 kr og 2% inflasjon per år. Årlig estimerte service- og vedlikeholdskostnader oppsummeres i tabell 4.8.

Tabell 4.8: Estimerte service- og vedlikeholdskostnader for en 25 tonns gravemaskin 2019-2026.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Kr	100 000	102 000	104 040	106 121	108 243	110 408	112 616	114 869

#### 4.1.5 Statlig støtte

Enovas støtteordning og kravene som må tilfredsstilles for å søke om økonomisk kompensasjon er beskrevet tidligere. Det fremkommer i tabell 4.9 at innkjøp av en 25 tonns elektrisk gravemaskin vil gi en besparelse på 25 760 liter diesel per år dersom en tar utgangspunkt i 1 610 timer. Redusert forbruk er dermed 180 191 kWt, som tilsvarer en reduksjon på 69%. Dette er godt innenfor Enovas minimumskrav, og Stangeland Maskin som defineres som en stor bedrift er dermed berettiget til å få dekket inntil 40% av merkostnaden ved innkjøp av elektriske gravemaskiner. Tabellen viser at en gravemaskin med et forbruk på 16 liter/time, må benyttes minst 894 timer i året for å innfri kravene og få økonomisk støtte fra Enova ved investering i en elektrisk gravemaskin.

Tabell 4.9: Økonomisk støtte fra Enova for en 25 tonns gravemaskin.

<b>Bruk i %</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>55.5</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>20</b>
<b>Timer i bruk/år</b>	<b>1 610</b>	<b>1 288</b>	<b>966</b>	<b>894</b>	<b>805</b>	<b>644</b>	<b>322</b>
Liter diesel/år	25 760	20 608	15 456	14 297	12 880	10 304	5 152
Tilsvarende kWt	260 691	208 553	156 415	144 684	130 346	104 276	52 138
Forbruk kWt/år	80 500	64 400	48 300	44 678	40 250	32 200	16 100
Redusert forbruk (kWt)	180 191	144 153	108 115	100 006	90 096	72 076	36 038
Redusert forbruk (%)	69	69	69	69	69	69	69
Støtte (%)	40	40	40	40	-	-	-

Tabell 4.10 gir en oversikt over estimert støtte til en 25 tonns elektrisk gravemaskin.

Tabell 4.10: Estimert støtte basert på innkjøpspris 2019-2026.

	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Innkjøpspris (kr)	6 000 000	5 672 522	5 383 280	5 128 186	4 903 624	4 706 392	4 533 656	4 382 905
Støtte Enova (kr)	1 600 000	1 453 009	1 320 992	1 202 308	1 095 504	999 292	912 532	834 213

#### 4.1.6 Lån

Kapitalstrukturen som er lagt til grunn for finansieringen av investeringen er 70% gjeld og 30% egenkapital, som er basert på Stangeland Maskins egenkapitalprosent oppgitt på proff.no (u.å.b). Lånesummen er derfor satt til 70% av investeringssummen, etter at statlig støtte er subtrahert.

I analysen er det valgt å foreta et annuitetslån, da dette i større grad muliggjør frigjøring av kapital i forhold til et serielån. Annuitetslån kjennetegnes med faste årlige terminbeløp hvor avdragene øker og rentebeløpene reduseres etter hvert som lånet betales ned (Rammen, 2018b). Se vedlegg 8 for utregning og oversikt over terminbeløp, renter og avdrag.

Den effektive renten for fem- og tiårige obligasjoner har ifølge Norges Bank (2015) blitt kraftig redusert de siste 30 årene. Det ble derfor besluttet å ta utgangspunkt i Norges Banks gjennomsnittrente de siste 10 årene, da de eldste rentenivåene ikke er representative for dagens nivå. Rentene ble dermed estimert til 2.1 og 2.6% for henholdsvis fem- og tiårige obligasjoner. I hovedanalysen er levetiden satt til seks år, og for å unngå restlån på en maskin som er ute av drift, er lånets nedbetalingstid satt lik levetiden. Det er dermed benyttet en fast rentesats på 2.1% i hovedanalysen. Det er også utført en analyse hvor levetiden er satt til åtte år for den elektriske maskinen, og da er det benyttet en rente på 2.6%.

## 4.2 Hovedanalysens resultat

Forutsetningene som er lagt til grunn i hovedanalysen er oppsummert i tabell 4.11.

Tabell 4.11: Forutsetninger for hovedanalysen.

	<b>Forutsetninger</b>
Årlig nedgang batteripris	12 %
Årlig nedgang ombyggingskostnader	6 %
Årlig økning strøm- og dieselpris	3.01 %
Levetid elektrisk	6 år, 6 762 timer
Levetid diesel	6 år, 9 660 timer
Utrangeringsverdi	25 %

Ved avvik i en eller flere av disse forutsetningene vil resultatet påvirkes. Investering i elektriske gravemaskiner er derimot totalt utelukket uten Enovas støtteordning som dekker 40% av merkostnaden.

### 4.2.1 Kontantstrømmer

Tabell 4.12 og 4.13 viser kontantstrømmene for henholdsvis det elektriske og dieseldrevne alternativet ved investering i 2019. Som tidligere nevnt tar analysen kun for seg utgifter, og kontantstrømmene er derfor hovedsakelig negative. Kontantstrømmer for investering i senere år kan ses i vedlegg 9.

Tabell 4.12: Kontantstrøm elektrisk gravemaskin.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Innkjøpspris (kr)	- 6 000 000					
Støtte Enova (kr)	1 600 000					
Lån (kr)	3 080 000					
Strømutgifter (kr)	- 53 811	- 55 433	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425
Service/vedlikehold (kr)	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408
Avdrag (kr)	- 487 336	- 497 451	- 507 775	- 518 314	- 529 071	- 540 052
Renter (kr)	- 63 924	- 53 810	- 43 485	- 32 947	- 22 189	- 11 209
Utrangeringsverdi (kr)						1 500 000
<b>Kontantstrøm (kr)</b>	<b>- 2 025 071</b>	<b>- 708 693</b>	<b>- 712 404</b>	<b>- 716 206</b>	<b>- 720 102</b>	<b>775 907</b>

Tabell 4.13: Kontantstrøm fossil gravemaskin.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Innkjøpspris (kr)	- 2 000 000					
Lån (kr)	1 400 000					
Dieselutgifter (kr)	- 194 687	- 200 556	- 206 601	- 212 828	- 219 243	- 225 852
Service/vedlikehold (kr)	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408
Avdrag (kr)	- 221 517	- 226 114	- 230 807	- 235 597	- 240 487	- 245 478
Renter (kr)	- 29 056	- 24 459	- 19 766	- 14 976	- 10 086	- 5 095
Utrangeringsverdi (kr)						500 000
<b>Kontantstrøm (kr)</b>	<b>- 1 145 260</b>	<b>- 553 129</b>	<b>- 561 214</b>	<b>- 569 522</b>	<b>- 578 060</b>	<b>- 86 833</b>

#### 4.2.2 Nåverdier og forholdstall

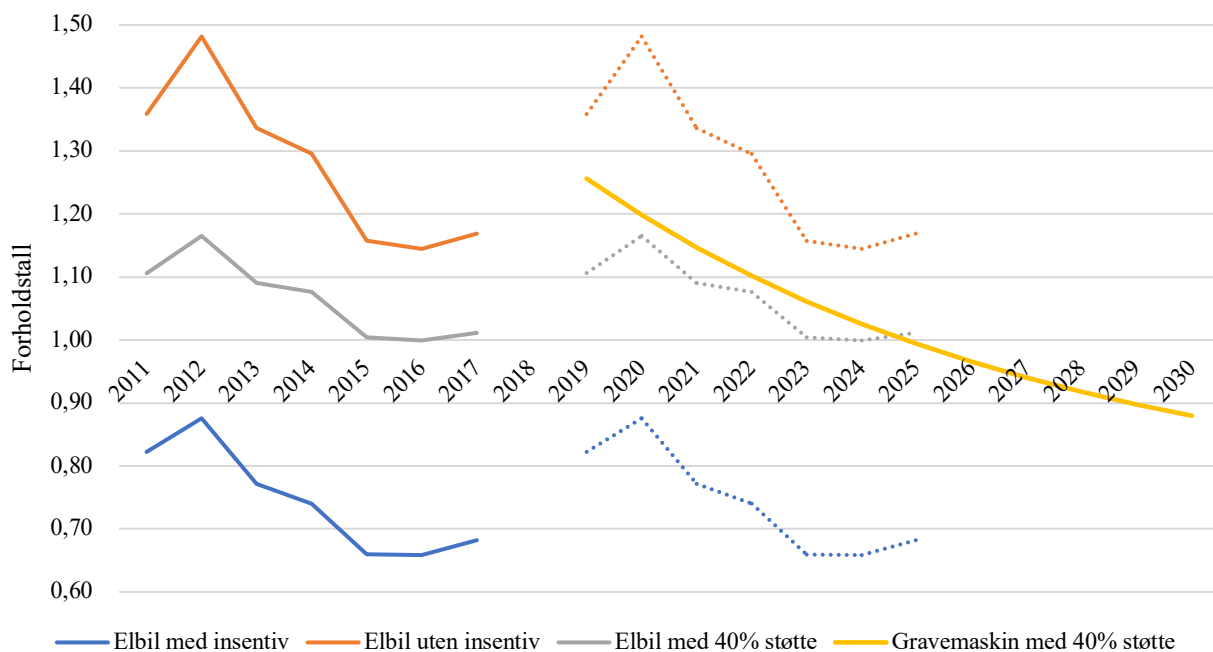
Nåverdier og tilhørende forholdstall er vist i tabell 4.14. Forholdstallet uttrykker hvilket år det vil være lønnsomt å investere i en elektrisk gravemaskin. Dersom forholdstallet er høyere enn 1 vil det ikke svare seg å investere, men er verdien lavere vil det være lønnsomt det gitte året.

Tabell 4.14: Nåverdier og forholdstall for gravemaskinene.

Investeringsår	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
NPV elektrisk (kr)	- 3 575 756	- 3 490 388	- 3 419 365	- 3 361 248	- 3 314 764	- 3 278 787	- 3 252 325
NPV diesel (kr)	- 2 846 907	- 2 913 625	- 2 981 971	- 3 051 988	- 3 123 718	- 3 197 205	- 3 272 494
<b>Forholdstall</b>	<b>1.256</b>	<b>1.198</b>	<b>1.147</b>	<b>1.101</b>	<b>1.061</b>	<b>1.026</b>	<b>0.994</b>

Tabell 4.14 og figur 4.3 viser at det er lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner i 2025, gitt forutsetningene som er lagt til grunn i basis. En må imidlertid være klar over at maskinene må bestilles i god tid før investeringen er lønnsom, på grunn av potensielt lang leveringstid. Det er i analysen ikke tatt hensyn til at krav til fossil- eller utslippsfrie byggeplasser kan bli innført i løpet av perioden, men om dette inntreffer og bransjen ikke stiller forberedt vil entreprenørene måtte

hastebestille for å henge med i den grønne omstillingen. Da vil etterspørselen øke i en takt som markedet ikke klarer å tilfredsstille, og det vil påvirke leveringstiden ytterligere.



Figur 4.3: Grafisk fremstilling av forholdstallene for elbil og gravemaskin.

Figur 4.3 viser forholdstallene til elbil med og uten insentivordning, som tidligere ble fremstilt i figur 3.3. Disse grafene viser en høy spredning i forholdstall, som tydeliggjør effekten av å innføre insentivordninger og økonomiske fordeler for å akselerere det grønne skiftet. For å kunne sammenligne lønnsomhetsutviklingen til elbiler og gravemaskiner ble datagrunnlaget for *elbil uten insentiv* brukt til å konstruere en tredje graf som viser forholdstallet for en elbilinvestering inkludert 40% støtte til merkostnadene. Om dette hadde vært en realitet, hadde det vært lønnsomt å investere i en elbil fire år etter lansering i 2011, som illustrert med heltrukket grå linje i figuren. Parallellforskyver man denne grafen blir lønnsomt tidspunkt i 2023. Til sammenligning er det ut fra hovedanalysen forventet at en investering i elektriske gravemaskiner blir lønnsom i 2025, seks år etter lansering. Dette indikerer at hovedanalysen gir et realistisk investeringstidspunkt om en tar utgangspunkt i at gravemaskiner følger en tilsvarende lønnsomhetsutvikling som den konstruerte elbilutviklingen.

Med utgangspunkt i forutsetningene som er lagt til grunn viser resultat fra hovedanalysen, illustrert med gul linje i figur 4.3, at forholdstallet reduseres omtrent 4% per år. Dette gir en tilnærmet lineær form, men i realiteten vil forholdstallet reduseres ujevnt slik som den historiske elbilgrafen illustrerer i figuren. Eksempelvis kan det tenkes at blant annet ombyggingskostnadene vil reduseres mer i starten enn hva som er lagt til grunn i analysen, på grunn av en bratt læringskurve. Etterhvert vil læringsutviklingen begrenses og kostnadsreduksjonen avta. Som nevnt tidligere utgjør innkjøpsprisen, mer spesifikt ombyggingskostnaden og batteriprisen en stor usikkerhet i analysen som uten videre forskning er utfordrende å anslå.

Det kan trekkes flere paralleller mellom elektrifisering av marine fartøy og anleggsmaskiner. Med dagens teknologi er ikke alle ferjestrekninger egnet for elektrifisering på grunn av begrensinger i batterikapasitet for lengre strekninger. Det har tidligere vært og er fortsatt utfordrende å utvikle store elektriske gravemaskiner med robuste batterier som har høy nok kapasitet til å holde en hel arbeidsdag. Et annet likhetstrekk er de høye merkostnadene forbundet med elektrifiseringen, som angår kostnadene tilknyttet elektromotoren og oppgraderingen av strømmettet på ferjekaien og byggeplassen.

Analysens resultat antyder at det vil bli lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner i 2025, seks år etter den første 25 tonns elektriske gravemaskinen entret markedet i 2019. Til sammenligning tok det fire år fra den første helelektriske funksjonelle ferjen kom i 2015, til kommersialisering av elektriske ferjer og skip startet i 2019. Dette skjedde som en følge av etablering av krav i offentlige anskaffelser, og det kan diskuteres hvorvidt omveltningen hadde tatt lenger tid om ikke kravene hadde blitt innført. De enorme merkostnadene er fortsatt et faktum, men de økonomiske konsekvensene av å tape anbudskonkurranser og miste markedsandeler er større. Bransjen ble derfor presset til å investere i elektriske fartøy.

Med utgangspunkt i den grønne utviklingen for marine fartøy og elbiler, er det tydelig at det bør stilles krav i prosjektkontraktene, gjøres endringer i avgiftssystemet eller innføres flere insentiver for å akselerere det grønne skiftet i byggebransjen.

### 4.3 Forlengt levetid for elektrisk gravemaskin

Hovedanalysen er som nevnt utført med lik levetid for gravemaskinene, tilsvarende seks år. Det er derimot en betydelig usikkerhet knyttet til levetiden for den elektriske gravemaskinen, da det ikke finnes erfaringstall. Det er derfor foretatt en analyse hvor effekten av en forlengt levetid på to år for den elektriske gravemaskinen er betraktet. Tatt fravær av tomgangskjøring i betraktning, utgjør åtte år for den elektriske gravemaskinen 9 016 timer. Det indikerer at om den elektriske gravemaskinen brukes i åtte år, 1 127 timer årlig, vil batterigarantien på 10 000 timer fortsatt gjelde.

Ulik levetid gjør at nåverdiene for investeringsobjektene ikke kan sammenlignes direkte. Det finnes flere tilnærminger for å evaluere investeringer med ulik levetid, men av hensiktsmessige grunner er *Equivalent Annual Annuity Approach*, heretter kalt EAA metoden, benyttet. EAA-tilnærmingen regner ut den konstante årlige kontantstrømmen som et prosjekt eller investeringsobjekt genererer i løpet av levetiden, som om den var en annuitet. Første steg er å regne ut nåverdiene til investeringen, og deretter regne ut EAA ved hjelp av formel 4.4. Investeringen med høyest EAA bør velges.

$$EAA = \frac{\text{avkastningskav} * \text{netto nåverdi}}{1 - (1 + \text{avkastningskrav})^{-\text{år } i}} \quad (4.4)$$

Med forlengt levetid vil nedbetalingstiden til lånet være åtte år, lik levetiden, og det er derfor naturlig å benytte renten for 10-årige obligasjoner som er 2.6%.

Forlengt levetid gjør at maskinen slites i to år til, og det vil påvirke utraneringsverdien til den elektriske gravemaskinen. I tillegg vil teknologien utvikles ytterligere de to ekstra driftsårene, og salgsværdien til maskinen vil dermed reduseres. Utrangeringsverdien for den elektriske gravemaskinen er derfor redusert til 15% i denne analysen. De resterende forutsetningene er like som i hovedanalysen.

#### 4.3.1 Kontantstrømmer og nåverdier

Tabell 4.15 viser kontantstrømmene for en elektrisk gravemaskin med en levetid på åtte år ved investering i 2019. Lån og kontantstrømmene for investering i senere år kan ses i vedlegg 10 og 11. Dieselmaskinen vil som i hovedanalysen ha seks års levetid, og kontantstrømmene for dette alternativet finnes i tabell 4.13 og vedlegg 9.



Tabell 4.15: Kontantstrøm elektrisk gravemaskin ved forlenget levetid.

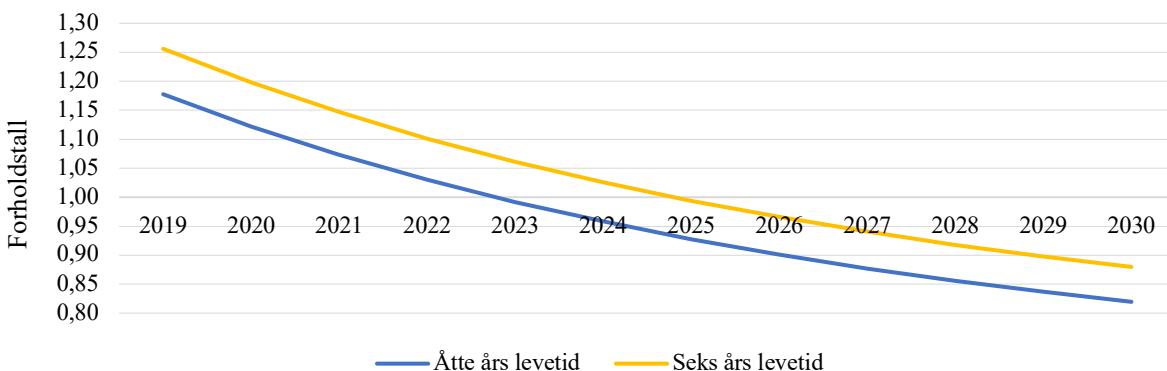
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Innkjøpspris (kr)	- 6 000 000							
Støtte Enova (kr)	1 600 000							
Lån (kr)	3 080 000							
Strømutgifter (kr)	- 53 811	- 55 433	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245
Service/vedlikehold (kr)	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag (kr)	- 351 166	- 360 388	- 369 749	- 379 406	- 389 316	- 399 484	- 409 918	- 420 624
Renter (kr)	- 80 444	- 71 272	- 61 861	- 52 204	- 42 294	- 32 126	- 21 692	- 10 986
Utrangeringsverdi (kr)								900 000
<b>Kontantstrøm (kr)</b>	<b>- 1 905 421</b>	<b>- 589 043</b>	<b>- 592 754</b>	<b>- 596 556</b>	<b>- 600 451</b>	<b>- 604 443</b>	<b>- 608 533</b>	<b>287 277</b>

Tabell 4.16 viser nåverdiene, EAA og forholdstallene for analysen hvor den elektriske gravemaskinen har en forlenget levetid på to år. Som man kan se i tabellen vil to års forlenget levetid gi lønnsom investering allerede i 2023, når EAA-verdien for den elektriske gravemaskinen er mindre negativ enn den dieseldrevne.

Tabell 4.16: Nåverdier og forholdstall ved forlenget levetid.

Investeringsår	2019	2020	2021	2022	2023
NPV elektrisk (kr)	- 4 167 746	- 4 064 884	- 3 979 051	- 3 908 534	- 3 851 820
NPV diesel (kr)	- 2 846 907	- 2 913 625	- 2 981 971	- 3 051 988	- 3 123 718
EAA elektrisk (kr)	- 725 249	- 707 350	- 692 414	- 680 143	- 670 273
EAA diesel (kr)	- 615 830	- 630 262	- 645 046	- 660 192	- 675 708
<b>Forholdstall</b>	<b>1,173</b>	<b>1,122</b>	<b>1,073</b>	<b>1,030</b>	<b>0,992</b>

Figur 4.4 viser at to års forlenget levetid for elektriske gravemaskiner gir lønnsomt investeringstidspunkt allerede i 2023. Til sammenligning ga hovedanalysen lønnsom investering i 2025, to år senere.



Figur 4.4: Grafisk fremstilling ved forlenget levetid.

Hvorvidt det er realistisk å anta en forlenget levetid for elektriske gravemaskiner kan derimot diskuteres. Forventningen til et lavere behov for service og vedlikehold gir grunn til å tro at elektriske gravemaskiner vil ha lenger levetid enn dieselmaskiner. Som nevnt tidligere går ikke elektriske gravemaskiner på tomgang, og elektromotoren slites dermed ikke like rask ut som en dieselmotor. I tillegg regnes levetiden til anleggsmaskiner i driftstimer, og null tomgangskjøring gir dermed økt levetid sammenlignet med en dieseldrevet gravemaskin.

Det er på en annen side grunn til å tro at levetiden vil være lik for de to investeringsalternativene. De eldste elbilene preges allerede av en synkende popularitet på grunn av teknologiforbedringer, som har ført til lansering av nye biler med større batteripakker og lengre rekkevidde. Dette vil også prege utviklingen av elektriske gravemaskiner hvor en hurtigutviklende teknologi og en forventning om masseproduksjon gir grunn til å anta at de tidlig utviklede elektriske gravemaskinene vil byttes ut før estimert levetid på 15 000 timer. Gravemaskinen kan da selges til høyere pris, som kan benyttes til en ny investering i en forbedret elektrisk gravemaskin.

#### 4.4 Anleggsdiesel erstattet med ren biodiesel

Som beskrevet tidligere er det i hovedanalysen antatt at den dieseldrevne gravemaskinen går på anleggsdiesel gjennom hele driftstiden. Det er begrunnet med at det per dags dato ikke eksisterer krav til fossilfrie byggeplasser i Stavangerregionen, og HVO er dermed heller ikke et konkurransedyktig alternativ. I Oslo derimot er det som nevnt tidligere innført krav til fossilfrie byggeplasser, og det er også startet opp pilotprosjekt hvor byggeplassene skal være helt utslippsfrie. For å nå målet om et lavutslippssamfunn i 2050 må bransjen gradvis redusere klimagassutslippene, og ifølge ENOVA (u.å.) kan bortimot halvparten av utslippene reduseres med dagens teknologi. Det er dermed ikke utenkelig at disse kravene vil være en realitet om kort tid. Det ble derfor besluttet å teste hvor følsom hovedanalysens resultat er overfor en eventuell innføring av krav til fossilfrie gravemaskiner. Det er testet for innføring av krav til bruk av HVO i 2020, 2021 og 2022.

Med unntak av at anleggsdiesel er byttet ut med HVO100 er analysen utført med de samme basisforutsetningene som i hovedanalysen. Som tidligere nevnt er det tatt utgangspunkt i en drivstoffpris lik 14.74 kr/l for HVO100, og det er antatt lik prisøkning som for anleggsdiesel og strøm, tilsvarende 3.01%. Estimerte gjennomsnittspriser for 2020 til 2030 er vist i tabell 4.17. Biodiesel kan som nevnt tidligere i utgangspunktet benyttes på alle dieselgravemaskiner, og det er

derfor ikke knyttet en dyr investering til bruk av dette drivstoffet. Flere leverandører ønsker derimot ikke å gi motorgarantier ved bruk av ren biodiesel, men Pon Equipment gir garanti ved bruk av HVO på alle maskiner som er eldre enn 20 år (DNV GL, 2018, s. 12).

Tabell 4.17: Estimerte gjennomsnittspriser HVO100 2020-2030.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Kr/l eks. mva.	14.82	15.26	15.72	16.20	16.69	17.19	17.71	18.24	18.79	19.36	19.94

#### 4.4.1 Nåverdier og forholdstall

Analysens kontantstrømmer kan ses i vedlegg 12, og tabell 4.18, 4.19 og 4.20 viser nåverdiene og forholdstallene ved innføring av krav til bruk av HVO100 i henholdsvis 2020, 2021 og 2022. En investering med påfølgende krav til bruk av biodiesel vil dermed ta utgangspunkt i bruk av anleggsgasdiesel fram til det gitte året hvor kravet innføres.

Tabell 4.18: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2020.

Investeringsår	2019	2020	2021
NPV elektrisk (kr)	- 3 575 756	- 3 490 388	- 3 419 365
NPV diesel (kr)	- 3 201 663	- 3 363 110	- 3 445 005
<b>Forholdstall</b>	<b>1.117</b>	<b>1.038</b>	<b>0.993</b>

Tabell 4.19: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2021.

Investeringsår	2019	2020	2021
NPV elektrisk (kr)	- 3 575 756	- 3 490 388	- 3 419 365
NPV diesel (kr)	- 3 123 852	- 3 279 074	- 3 445 005
<b>Forholdstall</b>	<b>1.145</b>	<b>1.064</b>	<b>0.993</b>

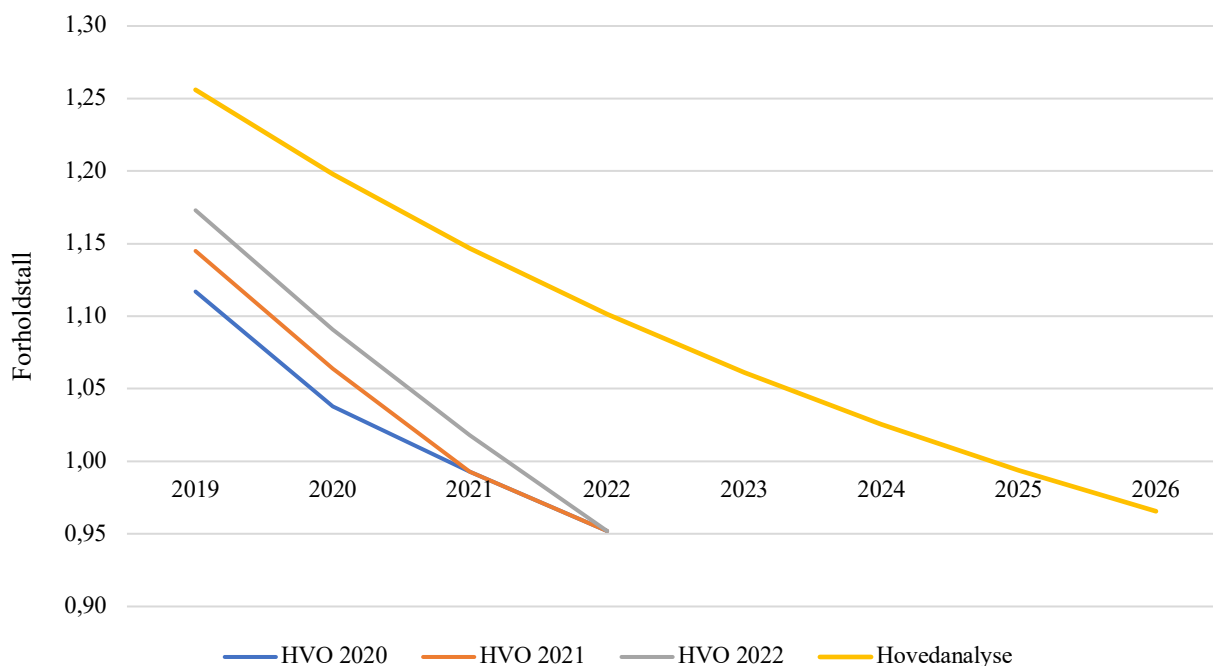
Tabell 4.20: Innføring av krav til bruk av HVO100 fra 2022.

Investeringsår	2019	2020	2021	2022
NPV elektrisk (kr)	- 3 575 756	- 3 490 388	- 3 419 365	- 3 361 248
NPV diesel (kr)	- 3 049 633	- 3 198 917	- 3 358 436	- 3 528 979
<b>Forholdstall</b>	<b>1.173</b>	<b>1.091</b>	<b>1.018</b>	<b>0.952</b>

Tabellene viser at dersom HVO blir innført som et krav i henholdsvis 2020 eller 2021 vil investering i elektriske gravemaskiner være lønnsomt allerede i 2021, og om kravene inntreffer i 2022 vil investeringen lønne seg samme år. I sum indikerer resultatet at det er lønnsomt å investere innen to til tre år, dersom det innføres krav til fossilfri byggeplass i løpet av de neste tre årene.

Det er imidlertid ikke en kollektiv avgjørelse å innføre krav til fossilfri byggeplass, hvertfall ikke i privat sektor ettersom det er byggherre som eventuelt må sette krav i prosjektkontrakten. Det er dermed sannsynlig at krav til fossilfrie byggeplasser i første omgang vil gjelde kommunale og statlige prosjekt i Stavanger, men byggherrer med ambisjoner for et grønnere skifte kan også formulere krav i prosjektkontraktene for å stimulere utviklingen av elektriske gravemaskiner. Hvor lang tid det imidlertid tar fra det første fossilfrie prosjektet er en realitet i Stavangerregionen til flertallet av byggeplassene er helt fossilfrie er blant annet avhengig av hvor mange som ser verdien i å sette kontraktskrav.

Analysen baserer seg på at det innføres krav til bruk av ren biodiesel på alle prosjekt samtidig, og det er dermed ikke tatt hensyn til at anleggsgdiesel fortsatt kan benyttes ved andre prosjekt hvor det ikke er innført krav. Investering i elektriske gravemaskiner vil av den grunn ikke nødvendigvis være lønnsom så tidlig som analysen antyder, med mindre flertallet av prosjektene som selskapet legger inn anbud på setter krav til fossilfri byggeplass innen to til tre år. Da vil merkostnaden knyttet til investering i elektrisk gravemaskin i større grad veies opp av de ekstra kostnadene forbundet med å bytte ut anleggsgdiesel med ren biodiesel. Det forutsettes da at det ikke blir innført avgiftsfritak eller andre økonomiske fordeler for biodiesel.



Figur 4.5: Grafisk fremstilling ved innføring av HVO.

Figur 4.5 viser at etablering av krav til bruk av HVO100 i 2020, 2021 eller 2022 vil fremskynde lønnsomheten ved investering i elektriske gravemaskiner med tre og et halvt til fire år, sammenlignet med hovedanalysen. Til tross for svakheter ved denne analysen kan dette resultatet benyttes som en veileder for gunstig investeringstidspunkt, da innføring av krav vil påvirke lønnsomhetsaspektet betydelig. Dette er noe entreprenørene bør være klar over, ettersom en plutselig økt etterspørsel for elektriske gravemaskiner vil skape ubalanse dersom ikke markedet responderer med tilsvarende tilbud. Det vil påvirke pris og leveringstid betraktelig, og entreprenørene bør belage seg på lang leveringstid om de ikke kommer sine konkurrenter i forkjøpet.

Om det eksempelvis blir innført krav til fossilfrie byggeplasser på prosjekter i 2020 eller 2021, illustrerer figuren at en bør investere i elektriske gravemaskiner i 2021. Det forutsetter imidlertid at det innføres krav på flere prosjekt slik at antall prosjekt hvor ren biodiesel må benyttes tilsvarer maskinens levetid på seks år. Om dette ikke er tilfellet vil analysens gyldighet svekkes, ettersom anleggsgodis er et rimeligere alternativ som fortsatt kan benyttes på prosjekt hvor det ikke er innført krav.

Hovedanalysen hvor det ikke er tatt hensyn til krav, pekte på at lønnsomt investeringstidspunkt er i 2025, og det kan dermed tenkes at elektriske gravemaskiner vil være bedriftsøkonomisk lønnsomme en gang mellom 2021 og 2025, når de første kontraktskravene i regionen kommer. Ideelt investeringstidspunkt i dette tidsrommet er dermed avhengig av antall prosjekt med krav til fossilfrie gravemaskiner. På grunn av leveringstid innebærer det at entreprenører som ønsker å være klar når kravene inntreffer, må foreta en investeringsbeslutning før en med sikkerhet vet hvor omfattende kontraktregimet blir. Det er forståelig at entreprenører ønsker og er avhengig av mer forutsigbarhet ved en slik investering, men vår oppfatning er at erfaring med nullutslippsmaskiner vil være et betydelig konkurransefortrinn i kampen om markedsandeler, når krav til utslippsfrie byggeplasser etter hvert også blir en realitet.



## 5.0 Følsomhets- og scenarioanalyse

Investeringsanalysen er basert på en rekke usikre fremtidsparametere, og det er derfor nødvendig å kartlegge hvor sensitive disse parameterne er overfor endringer for å tydeliggjøre risikoprofilen i investeringens beslutningsgrunnlag. Egenkapitalmetoden som er nærmere beskrevet tidligere tar hensyn til en risikojustert rente som tydeliggjør usikkerheten ved investeringsbeslutningen. Denne metoden tar utgangspunkt i verdier som baserer seg på forutsetninger som ikke nødvendigvis reflekterer realiteten (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 307). Eksempelvis er beta-verdien basert på en gjennomsnittlig markedsverdi, fordi tilgang på data for denne verdien ikke var tilstrekkelig.

Av den grunn er det valgt å foreta en følsomhetsanalyse for å undersøke hva som skjer med kontantstrømmene og nåverdiene når parameterne avviker fra hovedanalysens basisforutsetninger. I denne analysen er det tatt utgangspunkt i en risikofri rente på 3%, da en risikojustert rente for beregning av nåverdiene ville resultert i en feilaktig dobbelttelling av risiko (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 311). Det er dermed differansen mellom hoved- og følsomhetsanalysens kalkulasjoner som gjenspeiler investeringens risikobilde, hvor et stort avvik betyr høy usikkerhet (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 307–311).

Da en følsomhetsanalyse kun ser på endringer av enkeltfaktorer, vil det også bli utført en scenarioanalyse. Den synliggjør hvordan to eller flere faktorer avhenger av hverandre, og hvordan denne kombinasjonen potensielt påvirker kontantstrømmene (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 324). Scenarioanalysen tar for seg kombinasjoner av faktorene som fremkommer i følsomhetsanalysen, for å undersøke hvordan disse påvirker lønnsomt investeringstidspunkt.

### 5.1 Følsomhetsanalyse

Følsomhetsanalyse er en enkel og praktisk utbredt metode for å kartlegge hvor sensitiv lønnsomheten er for endringer i basisforutsetningene. Metoden har riktignok svakheter, og det er viktig å være klar over dens begrensninger ved en investeringsbeslutning. Blant annet er metoden partiell, som vil si at det kun er mulig å vurdere én variabel og dens avvik fra basisforutsetningene av gangen. Dessuten inkluderer ikke analysen sannsynligheten for at avviket inntreffer, og det må derfor vurderes skjønnsmessig (Bøhren & Gjærum, 2016, s. 321–324). Resultatet fra følsomhetsanalysen vil dermed tolkes ulikt på grunn av en skjønnsmessig vurdering av sannsynlighet. Tatt metodens svakheter i betraktning er følsomhetsanalyse likevel et nyttig verktøy og supplement for økonomisk analyse av risiko.

Det er flere faktorer som påvirker nåverdiene og dermed også forholdstallet mellom den elektrisk- og dieseldrevne gravemaskinen. Det er foretatt en følsomhetsanalyse for følgende basisparametere:

- Dieselpriis
- Strømpriis
- Batterienhetspriis
- Ombyggingskostnader

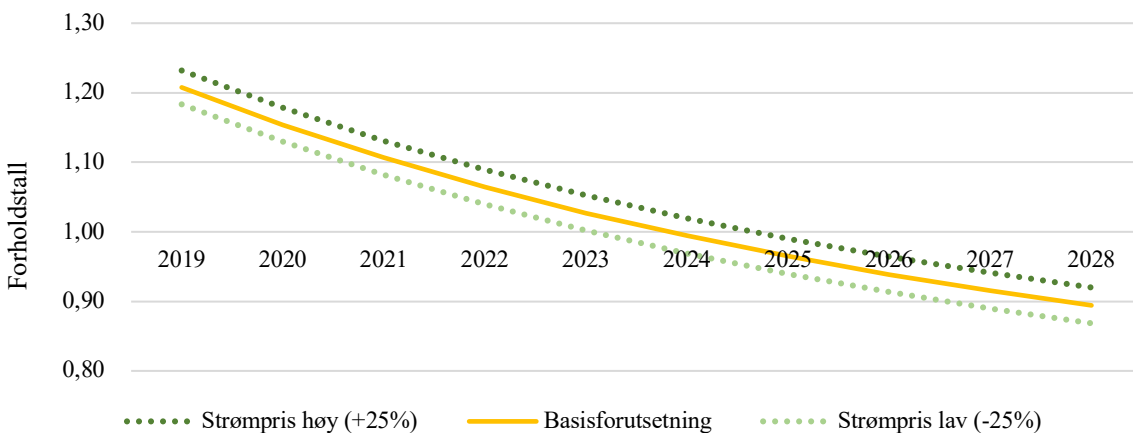
Analysen tar utgangspunkt i relative endringer i størrelsesorden  $\pm 25\%$ , for å undersøke hvordan dette påvirker lønnsomhetsaspektet. Som tidligere nevnt er fremtidsparameterne basert på underliggende forutsetninger om en fremtidig utvikling, og det er derfor kun tatt utgangspunkt i endringer for det gitte investeringsåret. Endringene som er lagt til grunn fremkommer i tabell 5.1.

*Tabell 5.1: Basisforutsetninger med tilhørende endringer.*

Faktorer	Endring fra basis		
	-25%	0%	25%
Dieselpriis (kr/l)	7.43	9.90	12.38
Strømpriis (kr/kWt)	0.71	0.95	1.19
Batterienhetspriis (kr/kWt)	5 250	7 000	8 750
Ombyggingskostnader (kr/enhet)	1 425 000	1 900 000	2 375 000

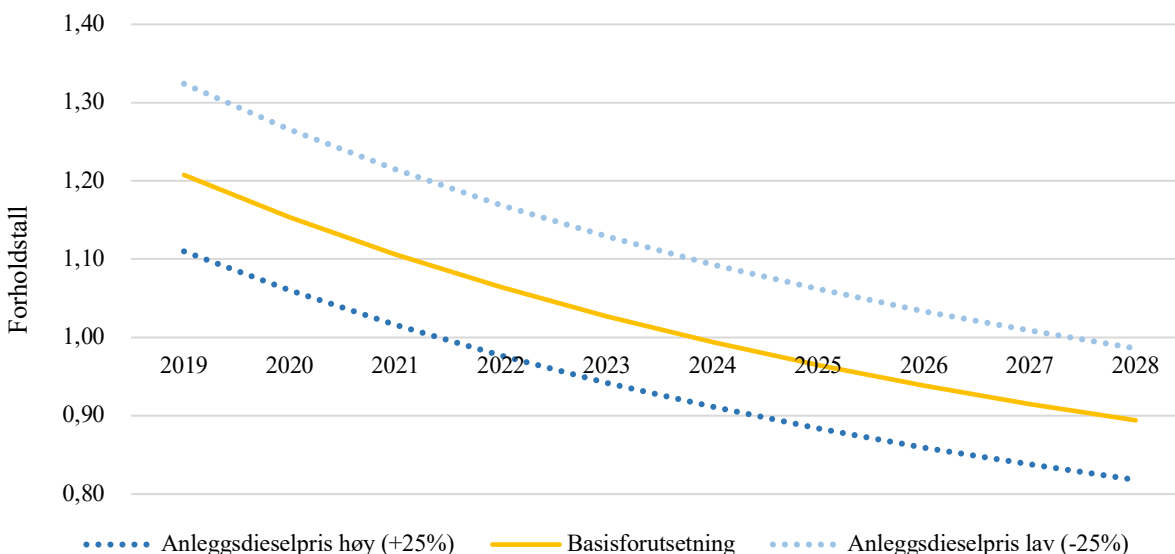
Hensikten med analysen er å fremstille hvordan disse endringene påvirker lønnsomheten mellom nåverdiene, nærmere bestemt i hvor stor grad investeringstidspunktet endrer seg. Disse endringene gir et spekter av potensielle forholdstall og investeringstidspunkt, og det er denne spredningen som uttrykker risikoen i investeringen. Dess større spredning, dess større risiko. Funnene fra følsomhetsanalysen er sammenfattet i figur 5.1, 5.2, 5.3 og 5.4. Dataen som ligger til grunn for figurene finnes i vedlegg 13.





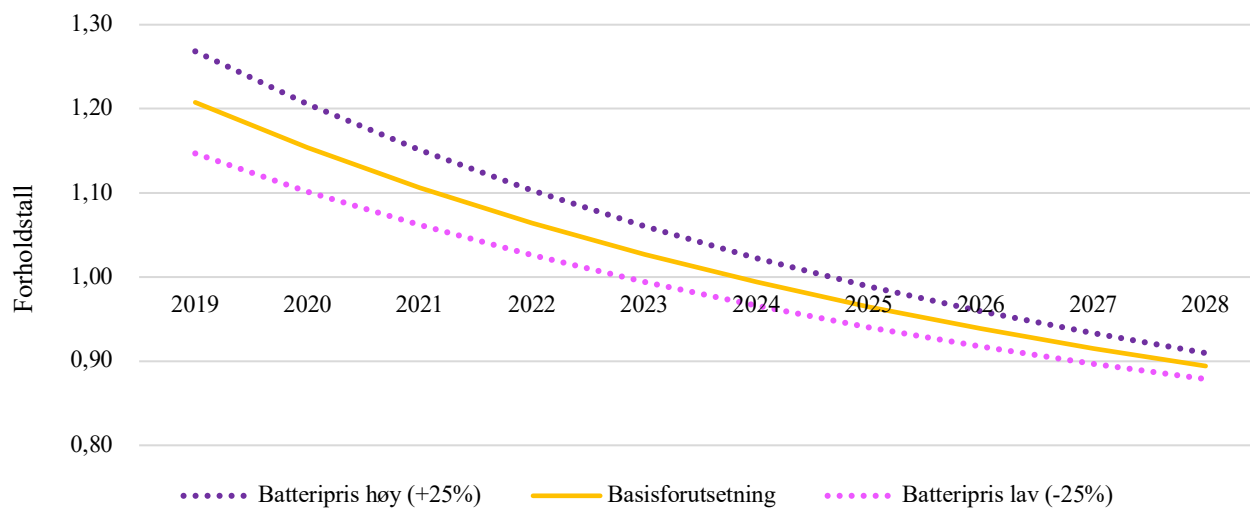
Figur 5.1: Følsomhet strømpris

Hvor basisforutsetningene er lagt til grunn med et avkastningskrav på 3% vil investeringen være lønnsom i 2024. Følsomhetsanalysen tyder på at investeringen i liten grad påvirkes av endringer i strømpris. Om en legger til grunn en økning tilsvarende 25% vil lønnsomt investeringstidspunkt forskyve seg et år, til 2025. Til sammenligning har strømprisen historisk sett vært nede i 0.64 kr/kWt eks. mva. i 2012, og en strømpris på 0.71kr/kWt eks. mva. som er et resultat av 25% reduksjon fra basis, er dermed ikke utenkelig. Da vil lønnsomt investeringstidspunkt være allerede i 2023, og entreprenørene må dermed begynne å vurdere investeringsbeslutningen i 2022.



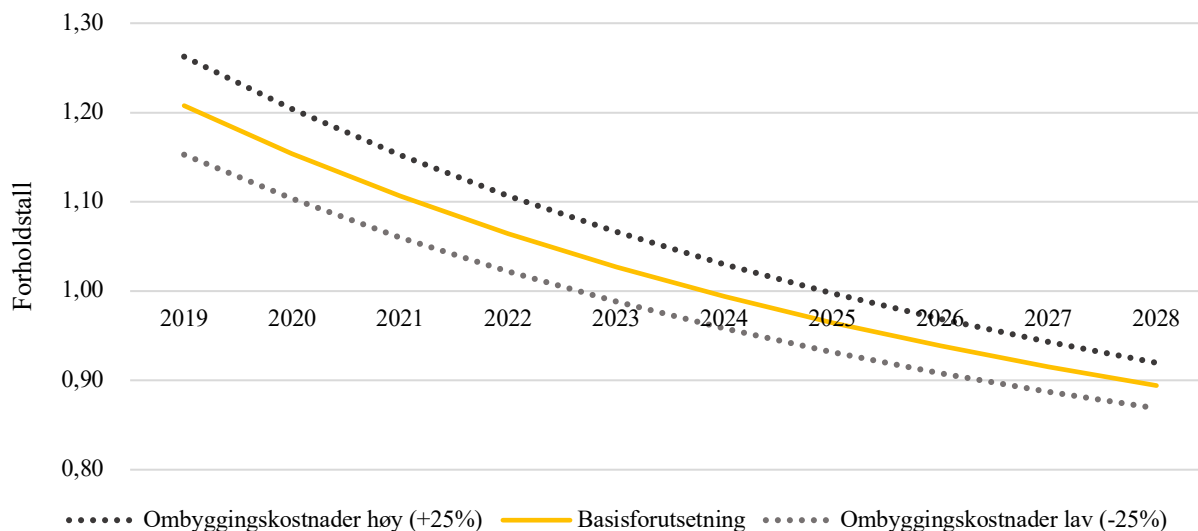
Figur 5.2: Følsomhet anleggsdieselpri.

Figur 5.2 tyder på at en investeringsbeslutning er mer følsom for endringer i anleggsdieselpris, sammenlignet med strømpris. En 25% økning i dieselpris fra basis påvirker forholdstallet i så stor grad at lønnsomt investeringstidspunkt forflytter seg to og et halvt år, til 2021-2022. Sett i sammenheng med de historiske variasjonene utgjør dieselprisen en usikker variabel, som tidligere har fluktuert fra 7.15 kr/l eks. mva. i 2012 til 9.91 kr/l eks. mva. i 2018. Verdiene som fremkommer i tabell 5.1 tyder på at det er sannsynlig at disse endringene inntreffer, og ved en 25% reduksjon i dieselpris vil tidspunktet for lønnsom investering være mellom 2027 og 2028. Lønnsomt investeringstidspunkt er med andre ord følsom for endringer i dieselpris, og dette er noe entreprenørene bør være klar over ved en potensiell investering. Endringer i avgiftssystemet kan som nevnt tidligere eksempelvis øke anleggsdieselprisen betraktelig, og det vil i så fall føre til et investeringstidspunkt som ligger enda nærmere i tid.



Figur 5.3: Følsomhet batteripris.

Figur 5.3 illustrerer at investeringstidspunktet forskyver seg et år ved endringer i størrelsesorden  $\pm 25\%$  for batteriprisen, og følsomheten for denne parameteren er dermed lik som for strømprisen. Om en legger til grunn en skjønsmessig vurdering av sannsynlighet, virker et avvik fra basis i negativ retning mer sannsynlig. Det begrunnes med at det tas utgangspunkt i en kraftig redusert elbilbatteripris som historisk sett har gått ned over 82% på åtte år. Det kommer også tydelig fram i figuren at denne variabelen blir betraktelig mindre følsom for de samme endringene fremover i tid. Det skyldes en underliggende forutsetning om en fremtidig årlig batteriprisnedgang på 12%, som medfører at denne faktoren blir mindre betydningsfull for lønnsomhetsaspektet fremover i tid.

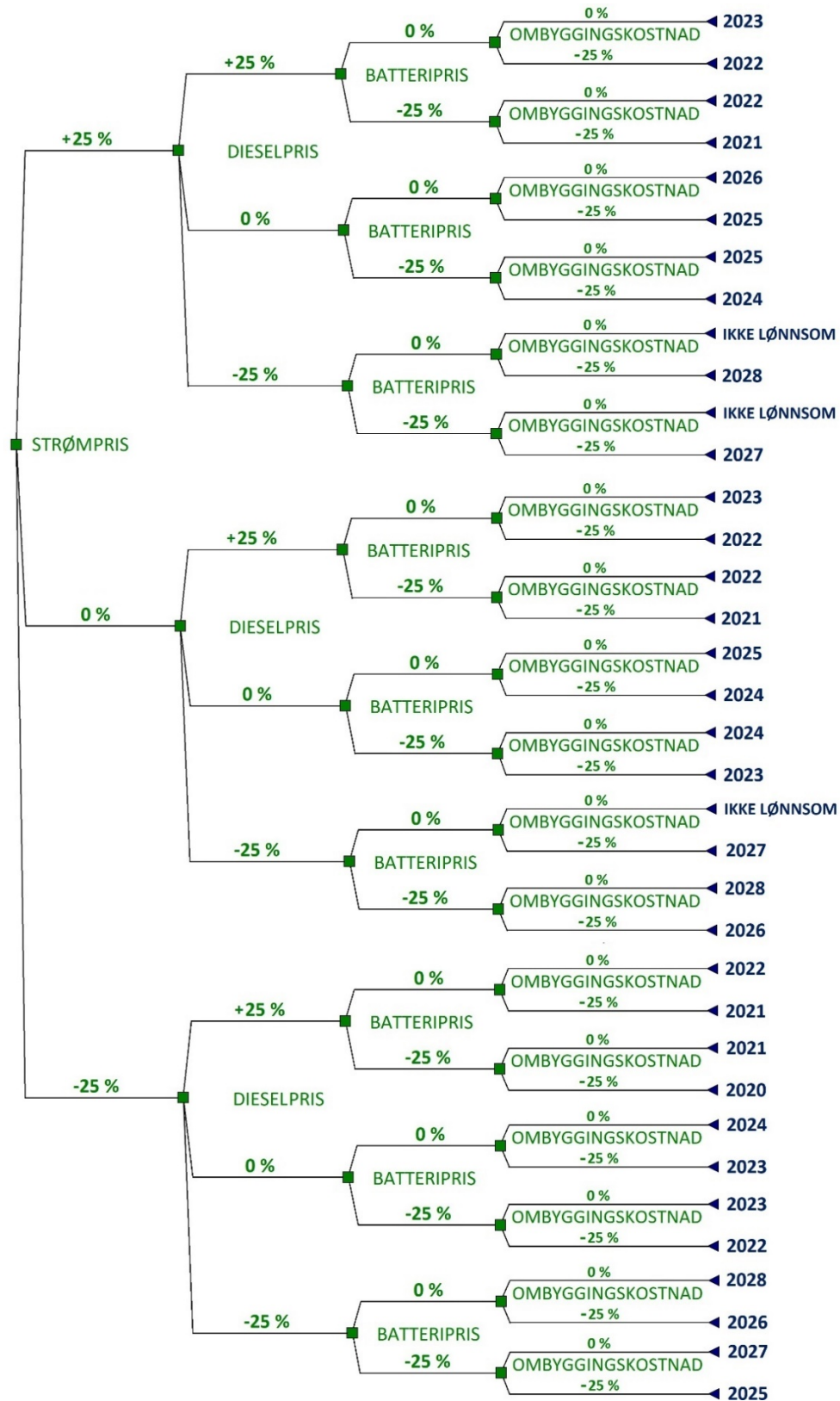


Figur 5.4: Følsomhet ombyggingskostnader.

På lik linje med strømprisen og batterienhetsprisen endrer investeringstidspunktet seg også for ombyggingskostandene, et år til og fra ved endringer tilsvarende 25% fra basis. Det er tatt utgangspunkt i reduserte ombyggingskostnader i de fremtidige salgsprisene, men som drøftet tidligere er denne faktoren heftet med størst usikkerhet i analysen, fordi det ikke er realistisk å sette en årlig reduksjon for denne kostnaden. Det er av den grunn vanskelig å vurdere hvor sannsynlig dette avviket er. Det er antatt en årlig reduksjon på 6%, og av den grunn blir også denne faktoren på lik linje med batteripris mindre betydelig fremover i tid. Dette avviket er derimot ikke like tydelig, fordi det er lagt til grunn en lavere reduksjon i basisforutsetningen.

## 5.2 Scenarioanalyse

Som nevnt innledningsvis er det utført en scenarioanalyse for å vurdere hvordan samspillet mellom flere av faktorene påvirker det bedriftsøkonomiske lønnsomhetsaspektet. Det er forventet en redusert innkjøpspris for den elektriske gravemaskinen som i henhold til forutsetningene er en direkte konsekvens av reduserte batteri- og ombyggingskostnader. Det er av den grunn ekskludert scenarioer hvor disse kostnadene avviker med +25% fra basis. Nåverdier og forholdstall er kun beregnet fram til 2028, og beslutningstreet i figur 5.5 og tilhørende tabell 5.2 representerer dermed investeringer som er lønnsomme innenfor dette tidsrommet. Scenarioer hvor lønnsomt investeringstidspunkt er etter 2028 er merket med «ikke lønnsom» i figuren og tabellen. Det er også utelukket sannsynligheter, og dermed antatt at alle scenarioer er like sannsynlige.



Figur 5.5: Scenarier med tilhørende ideelt investeringstidspunkt.

Beslutningstreet i figur 5.5 illustrerer oppbygningen av hvert enkelt scenario og tilhørende investeringstidspunkt. For å tydeliggjøre beslutningstreet's resultat ble scenarioene strukturert etter investeringstidspunkt i tabell 5.2.

Tabell 5.2: Scenarioer med tilhørende ideelt investeringstidspunkt.

Nummerering	Ideelt investeringstidspunkt	Strøm	Diesel	Ombygging	Batteripris
1	2020	Lav	Høy	Lav	Lav
2	2021	Basis	Høy	Lav	Lav
3	2021	Høy	Høy	Lav	Lav
4	2021	Lav	Høy	Basis	Lav
5	2021	Lav	Høy	Lav	Basis
6	2022	Basis	Høy	Lav	Basis
7	2022	Basis	Høy	Basis	Lav
8	2022	Høy	Høy	Lav	Basis
9	2022	Lav	Høy	Basis	Basis
10	2022	Lav	Basis	Lav	Lav
11	2022	Høy	Høy	Basis	Lav
12	2023	Basis	Høy	Basis	Basis
13	2023	Basis	Basis	Lav	Lav
14	2023	Lav	Basis	Lav	Basis
15	2023	Høy	Høy	Basis	Basis
16	2023	Lav	Basis	Basis	Lav
17	2024	Høy	Basis	Lav	Lav
18	2024	Basis	Basis	Basis	Lav
19	2024	Basis	Basis	Lav	Basis
20	2024	Lav	Basis	Basis	Basis
21	2025	Høy	Basis	Lav	Basis
22	2025	Høy	Basis	Basis	Lav
23	2025	Basis	Basis	Basis	Basis
24	2025	Lav	Lav	Lav	Lav
25	2026	Høy	Basis	Basis	Basis
26	2026	Basis	Lav	Lav	Lav
27	2026	Lav	Lav	Lav	Basis
28	2027	Lav	Lav	Basis	Lav
29	2027	Høy	Lav	Lav	Lav
30	2027	Basis	Lav	Lav	Basis
31	2028	Lav	Lav	Basis	Basis
32	2028	Basis	Lav	Basis	Lav
33	2028	Høy	Lav	Lav	Basis
34	Ikke lønnsom	Høy	Lav	Basis	Basis
35	Ikke lønnsom	Høy	Lav	Basis	Lav
36	Ikke lønnsom	Basis	Lav	Basis	Basis

Tre av scenarioene, kombinasjon 34-36 i tabell 5.2, viser at investeringen ikke er lønnsom innen 2028. Disse kombinasjonene har til felles at dieselpriisen er lav og at ombyggingskostnadene er på basisnivå. Følsomhetsanalysen pekte på at dieselpriisen var den mest følsomme variabelen, og dette resultatet tyder også på at ideelt investeringstidspunkt er sensitiv for lave dieselpriiser.

Ved scenarioer hvor strømprisen går opp og dieselpriisen ned, kombinasjon 29, 33, 34 og 35 i tabell 5.2, er det kun de to førstnevnte kombinasjonene, hvor både ombyggings- og batterikostnadene er lave eller hvor ombyggingskostnadene er lave og batteriprisene er på basisnivå, som gir lønnsomt investeringstidspunkt innenfor tidsrommet, i henholdsvis 2027 og 2028. Det er som nevnt tidligere tatt utgangspunkt i 6 og 12% årlig nedgang for henholdsvis ombyggingskostnadene og batteriprisene i basis, og tabell 4.2 viser at ombyggingskostnadene utgjør en større del av totalprisen for den elektriske gravemaskinen allerede i 2021. Gitt at avvikene er like sannsynlige, vil reduserte ombyggingskostnader ved investering etter 2021 ha en mer gunstig innvirkning på ideelt investeringstidspunkt, sammenlignet med reduserte batterikostnader.

Et av utfallene i tabell 5.2 fastslår at en bør investere i elektriske gravemaskiner allerede i 2020. Det er tilfellet når prisen for anleggsgas økes, strømprisen går ned og ombyggings- og batterikostnadene reduseres kraftig det neste året. Dette er det mest gunstige scenarioet for investering i elektriske gravemaskiner, men det er også knyttet noen betingelser til dette utfallet. Blant annet forutsetter det at batteri- og ombyggingskostnadene reduseres ytterligere 25% det neste året, i tillegg til de 12 og 6% reduksjonene som er lagt til grunn i basis. Det forutsetter også at strømprisen reduseres 25% fra basis og at prisen holder seg lav gjennom hele levetiden til maskinen, og motsatt at anleggsgasen forblir høy. Sannsynligheten for at dette inntreffer innen et år er trolig liten, men funnet indikerer at gunstige forhold kan fremskyve ideelt investeringstidspunkt betraktelig, og dette må entreprenørene være klar over. Dessuten er det også andre tiltak som ikke er direkte inkludert i analysen som kan fremskynde investeringstidspunktet. Eksempelvis kan innføring av krav til utslippsfrie byggeplasser forhåpentligvis føre til at entreprenørene blir tvunget til å vurdere en slik investering tidligere enn forventet, og de som utelukker denne investeringen kan etter hvert potensielt miste konkurransekraft og markedsandeler.

De ni første kombinasjonene i tabell 5.2 tilsier at ideelt investeringstidspunkt er i tidsrommet 2020-2022. Felles for disse scenarioene er at dieselpriisen i alle tilfellene er høy, mens de resterende faktorene varierer i utfall. Det illustrerer hvor effektiv og betydningsfull en prisøkning på

anleggsdiesel vil være. Som nevnt tidligere kan dette inntreffe dersom en øker CO<sub>2</sub>- og/eller mineraloljeavgiften, eller eventuelt fjerner fritaket for veibruksavgift. Resultatet fra scenario- og følsomhetsanalysen tyder på at disse tiltakene kan påvirke investeringsbeslutningen i stor grad, og dette er noe politikerne burde se verdien av for å akselerere overgangen til fossil- og utslippsfrie byggeplasser.





## 6.0 Anvendelse av resultat

### 6.1 EUs klimakvotesystem

Med målsettingen om å begrense klimagassutslipp fra store enkeltkilder innførte EU i 2005 et kvotehandelssystem for klimagasser. Kvoteprisene endrer seg i takt med tilbud og etterspørsel, hvor virksomheter ut ifra eget utslippsbehov kan selge tildelte kvoter, eller kjøpe av andre (Energi Norge, u.å.). Prisen ligger på 27 euro/tonn<sup>16</sup> CO<sub>2</sub>-ekvivalent, heretter kalt CO<sub>2</sub>e, som tilsvarer rundt 264 kr/tonn (Energi og Klima, 2019).

EU har annonsert at kvotesystemet skal strammes inn fra 2020 slik at det er færre kvoter i omløp, og om etterspørselen etter klimakvoter ikke reduseres vil kvoteprisen følgelig gå opp (Energi Norge, u.å.). Det er flere som mener at klimakvotesystemet ikke gjenspeiler skadeomfanget ved CO<sub>2</sub>-utslipp tilstrekkelig, men det gir likevel en indikasjon på hvordan klimaskadene i dag er verdsatt (DNV GL, 2017, s. 25). Det er dermed tatt utgangspunkt i klimakvotesystemet for å sette en pris på miljøskadene som forårsakes av klimagassutslipp fra fossile gravemaskiner på bygg- og anleggsplassen.

For å regne ut klimagassutslipp er det benyttet utslippsfaktorer fra 2018 hentet fra det britiske miljødepartementet (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2018), og disse er oppgitt i tabell 6.1. Det valgt å regne om til CO<sub>2</sub>e slik at det globale oppvarmingspotensialet, GWP, er sammenlignbart med andre klimagasser. Utslipp fra byggebransjen inngår ikke i kvotepliktig sektor (Energi og Klima, 2019), men kvotesystemet gir likevel en indikasjon på hvordan utslippene fra gravemaskinene på byggeplassen er verdsatt.

Tabell 6.1: Utslippsfaktorer for diesel og ren biodiesel.

	<b>Kg CO<sub>2</sub>e</b>
1 liter diesel	2.688
1 liter ren biodiesel	0.035

<sup>16</sup> Per 02.05.2019

### 6.1.1 Presentasjon av referanseprosjekter

For verdivurderingen er det tatt utgangspunkt i tre referanseprosjekter fra Backe Rogalands portefølje; Rulleskianlegg i Melshei, Forus bedriftsidrettsarena og Tasta skatepark, som blir presentert i tabell 6.2, 6.3 og 6.4. Stangeland Maskin var underentreprenør for grunnarbeidet på disse prosjektene.

Tabell 6.2: Prosjektinformasjon for rulleskianlegg i Melshei.

<b>Rulleskianlegg</b>	
Type bygg	Idrettsanlegg
Byggeperiode	Oktober 2016–juni 2017 (8 måneder)
Areal	5.2 km rulleskiløype og skytebane
Byggherre	Sandnes kommune
Entrepriseform	Totalentreprise
Kontraktsum	40 MNOK
Antall gravemaskiner på byggeplassen	11 stk

Som det fremkommer i tabell 6.2 omfattet prosjektet 5.2 km rulleskiløype, skytebane og parkeringsplass. Hele rulleskitraseen ble også lyssatt (Backe Rogaland, u.å.c).

Tabell 6.3: Prosjektinformasjon for Forus bedriftsidrettsarena.

<b>Bedriftsidrettsarena</b>	
Type bygg	Næringsbygg
Byggeperiode	Oktober 2016–desember 2017 (14 måneder)
Areal	9 300 kvm
Byggherre	Rogaland bedriftsidrettskrets
Entrepriseform	Totalentreprise
Kontraktsum	127 MNOK
Antall gravemaskiner på byggeplassen	18 stk

Tabell 6.3 fremstiller prosjektinformasjonen til idrettsarenaen, hvor det ble bygget en idrettsarena bestående av treningssenter, flerbrukshall, squashbaner, flere skytebaner og rom til sosiale sammenkomster og møter (Backe Rogaland, u.å.b).

Tabell 6.4: Prosjektinformasjon for Tasta skatepark.

<b>Skatepark</b>	
Type bygg	Idrettsanlegg
Byggeperiode	Oktober 2017–april 2018 (6 måneder)
Areal	1 600 kvm
Byggherre	Stavanger kommune
Entrepriseform	Totalentreprise
Kontraktsum	25 MNOK
Antall gravemaskiner på byggeplassen	3 stk

Prosjektet omfattet byggetrinn to av Tasta skatepark, som bestod av skateareal under tak, generelt uteareal og et klubbhus (Backe Rogaland, u.å.d). Som det fremkommer av tabell 6.4 var et relativt kortvarig prosjekt som ble ferdigstilt på seks måneder, og det ble kun benyttet tre gravemaskiner i løpet av byggeperioden.

### 6.1.2 Verdivurdering av CO<sub>2</sub>-utslipp

De tre prosjektenes totale dieselforbruk og tilhørende utslippsmengde, hvor utslippsfaktoren presentert i tabell 6.1 er lagt til grunn, fremkommer i tabell 6.5. Det er tatt utgangspunkt i en kvotepris tilsvarende 264 kr/tonn CO<sub>2</sub>-e. Prosjektenes maskinoversikt kan ses i vedlegg 14.

Tabell 6.5: Verdivurdering av CO<sub>2</sub>-utslipp ved referanseprosjektene.

	Rulleskianlegg	Skatepark	Bedriftsidrettshall
Dieselforbruk (l)	60 409	2 465	18 357
Utslipp CO <sub>2</sub> -ekvivalenter (tonn)	162	7	49
Verdi av CO <sub>2</sub> -reduksjon (kr)	42 865	1 749	13 026

Tabell 6.5 fremhever at det er stor forskjell i verdi av CO<sub>2</sub>-reduksjon på de forskjellige referanseprosjektene. Det er en direkte konsekvens av prosjektlengden og dieselforbruket på prosjektene. Rulleskianlegget ble bygget på 14 måneder, og verdivurderingen for dette prosjektet indikerer at utslipp fra gravemaskiner alene utgjør omtrent 42 800 kr i skadeomfang.

### 6.2 Referanseprosjektene med innførte miljøkrav

Oppgavens resultat viser at det er stor spredning mellom de lønnsomme investeringstidspunktene. Videre anslås det at ved innføring av krav til fossilfrie byggeplasser i 2020 eller 2021, vil være lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner i 2021. Som nevnt innledningsvis har Stavanger kommune vedtatt at kommunale byggeplasser skal være fossilfrie innen 2021, og det vil dermed være interessant å «gjenskape» de utvalgte referanseprosjektene i 2021 med innførte miljøkrav i kontraktene.

Ved innføring av krav til fossilfrie byggeplasser har entreprenøren tre alternativer:

- Elektriske gravemaskiner
- Gravemaskiner på HVO100
- Elektriske gravemaskiner og resterende på HVO100

Analysen tar for seg om det er lønnsomt å investere i én elektrisk gravemaskin, men det tas ikke hensyn til om det lønnsomt å investere i flere elektriske maskiner. Per dags dato er dessuten tilgjengeligheten av store batterielektriske gravemaskiner begrenset, og det er tenkelig at dette også er tilfellet om to år, i 2021. Av den grunn vil det første alternativet med elektriske gravemaskiner sannsynligvis ikke være gjennomførbart, spesielt ikke på prosjektene rulleskianlegg og bedriftsidrettsarena hvor det ble benyttet henholdsvis 11 og 18 gravemaskiner. På skateparkprosjektet ble det derimot kun brukt tre gravemaskiner, og det kan dermed tenkes at dette prosjektet ved «gjenskapelse» kan bli gjennomført utslippsfritt om to år. Tabell 6.6 viser alternativene for drivstoff ved fossilfri byggeplass på referanseprosjektene, og tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp og driftsutgifter. For å kunne sammenligne forskjellen mellom fossil- og fossilfri byggeplass på referanseprosjektene inkluderer tabellen også CO<sub>2</sub>-utslipp og driftsutgifter for anleggsgas.

Tabell 6.6: Alternativ til fossilfri byggeplass på referanseprosjektene.

	CO <sub>2</sub> - utslipp (tonn)			Totale drivstoffutgifter (kr)		
	Elektrisk	HVO100	Anleggsgas	Elektrisitet	HVO100	Anleggsgas
Rulleskianlegg	-	2.09	167.32	-	921 841	634 899
Skatepark	0	0.09	6.63	8 095	29 208	25 907
Bedriftsidrettsarena	-	0.64	49.34	-	280 128	192 392

Tabellen illustrer at det er minimal forskjell i CO<sub>2</sub>-utslipp for det elektriske og fossilfrie alternativet ved skateparkprosjektet. Differansen i drivstoffutgifter er derimot betydelig, og dette er hovedgrunnen til at investering i elektriske gravemaskiner er lønnsomt allerede i 2021, om det er innført krav til fossilfri byggeplass. For de to andre prosjektene ser man at det oppnås store besparelser i CO<sub>2</sub>-utslipp ved å benytte ren biodiesel på alle maskinene, men dette alternativet gir høye drivstoffutgifter sammenlignet med dagens situasjon hvor det benyttes anleggsgas. Dersom det stilles krav til fossilfri byggeplass er det byggherre som må kompensere for de økte drivstoffutgiftene dette medfører. Som nevnt vil det også være mulig å kombinere elektriske og fossilfrie gravemaskiner, men investering i elektriske gravemaskiner medfører en høy investeringskostnad for entreprenøren. Om utbygger i utgangspunktet ikke krever nullutslippsmaskiner vil motivasjonen for å investere i elektriske gravemaskiner sannsynligvis være moderat.

Om byggherre derimot innfører et generelt krav til utslippskutt kan entreprenøren selv overveie mulige tiltak for utslippskutt opp mot tilhørende kostnader. Dette gir entreprenøren mulighet til å kombinere elektriske, fossilfrie og fossile gravemaskiner. Med et generelt utslippskrav står entreprenøren selv for kostnadene forbundet med utslippsreduksjonen, og basert på analysens resultat er det derfor mer økonomisk for entreprenøren å investere og drifte elektriske gravemaskiner fremfor å benytte fossilfrie gravemaskiner.

Som nevnt tidligere mener Enova at det med dagens teknologi er mulig å redusere halvparten av klimagassutslippene. Det vil derfor være interessant å vurdere hvor mange gravemaskiner som må benytte elektrisitet og/eller ren biodiesel for å kutte minimum halvparten av utslippene på referanseprosjektene. Tabell 6.7 viser de faktiske CO<sub>2</sub>-utslippene på prosjektene, og hvor mye utslippene må reduseres for å innfri kravet til minimum 50% utslippskutt.

Tabell 6.7: Faktiske utslipp og utslippsgrenser ved 50% reduksjon.

Referanseprosjekt	Faktiske CO <sub>2</sub> -utslipp (tonn)	50% redusert CO <sub>2</sub> -utslipp (tonn)
Rulleskianlegg	167.32	83.66
Skatepark	6.63	3.32
Bedriftsidrettsarena	49.34	24.67

Tabell 6.8 viser referanseprosjektene foreslåtte utslippstiltak for kombinasjonene elektrisitet og anleggsgasdiesel, og HVO100 og anleggsgasdiesel, samt tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp og drivstoffutgifter. For utslippskutt er det tatt utgangspunkt i de mest brukte gravemaskinene på prosjektene.

Tabell 6.8: Referanseprosjektene foreslåtte utslippstiltak for å oppnå 50% utslippskutt.

	Antall maskiner (stk) Elektrisitet/HVO100 + anleggsgasdiesel	CO <sub>2</sub> -utslipp (tonn)		Totale drivstoffutgifter (kr)	
		Elektrisitet og anleggsgasdiesel	HVO100 og anleggsgasdiesel	Elektrisitet og anleggsgasdiesel	HVO100 og anleggsgasdiesel
Skatepark	1+2	1.86	1.92	13 544	34 338
Rulleskianlegg	2+9	56.31	57.67	298 071	822 324
Bedriftsidrettsarena	3+15	23.19	23.52	118 338	239 154

Med utgangspunkt i et utslippskutt på 50% må skateparken, rulleskianlegget og bedriftsidrettsarenaen henholdsvis bytte ut en, to og tre fossile gravemaskiner med maskiner drevet på elektrisitet eller HVO100, som vist i tabell 6.8. CO<sub>2</sub>-utslippet er tilnærmet likt for de to kombinasjonene, men differansen i drivstoffutgifter strekker seg fra rundt 20 000 kr for skateparken, til rundt 524 000 kr for rulleskianlegget. Det er den betydelige merkostnaden knyttet

til HVO100 som er hovedgrunnen til at investering i elektriske gravemaskiner lønner seg allerede i 2021, med innførte miljøkrav.

HVO100 er som nevnt tidligere ikke konkurransedyktig på pris sammenlignet med anleggsdiesel, men det kan tenkes at dette endrer seg ved innføring av krav til fossilfrie byggeplasser. Om prisen på HVO100 reduseres til et tilsvarende lavt nivå som for anleggsdiesel, vil prisdifferansen mellom ren biodiesel og elektrisitet reduseres. Flere entreprenører vil da sannsynligvis benytte biodiesel fremfor å investere i elektriske gravemaskiner. Vår anbefaling for å øke bruken av ren biodiesel, i tillegg til å opprettholde den elektriske investeringsvilligheten, er derfor å øke prisen på anleggsdiesel slik at entreprenørene blir likegyldige til bruk av ren biodiesel og anleggsdiesel. Analysen som tar utgangspunkt i innføring av krav til fossilfri byggeplass og lønnsomt investeringstidspunkt i 2021, vil dermed fortsatt være gyldig.

Vår oppfatning er at et generelt krav til utslippskutt, fremfor krav til fossilfri byggeplass i kontrakten, vil motivere entreprenører til å investere i elektriske gravemaskiner. Dette begrunnes med at entreprenøren med et generelt krav sannsynligvis velger å investere i elektriske maskiner da dette er det mest økonomiske alternativet når de selv betaler for kostnadene knyttet til reduksjonstiltaket. Ved krav til fossilfri byggeplass er det derimot byggherre som kompenserer for merkostnadene knyttet til det bestemte kravet, og entreprenøren trenger derfor ikke å ta stilling til ekstra kostnader knyttet til miljøkravet.

De overnevnte tiltakene presentert i tabell 6.8 tar hensyn til kontraktskrav med minimum 50% utslippskutt på de bestemte referanseprosjektene, ved oppstart i 2021. Det er derimot fullt mulig å redusere utslippene på prosjektene ytterligere om en har flere elektriske gravemaskiner, eller eventuelt benytter ren biodiesel på resterende maskiner. Dette medfører økte kostnader for entreprenøren, men kan dette veies opp av konkurransefortrinnet som eventuelt oppnås ved å kunne tilby en fossilfri maskinpark? Eller vil kostnadsbesparelser ved å overholde minimumskravet muliggjøre et mer prisgunstig tilbud enn konkurrentene? Dette er noe entreprenøren må overveie og ta stilling til i anbudskonkurranser.

## 7.0 Konklusjon

For å besvare masteroppgavens problemstilling ble det gjennomført tallbaserte analyser med utgangspunkt i data for den 25 tons elektriske gravemaskinen, Z-line, og dens tilsvarende fossile versjon. Med forutsetningene som er lagt til grunn i hovedanalysen peker resultatet på at det er bedriftsøkonomisk lønnsomt å investere i elektriske gravemaskiner i 2025. Studiet bekrefter at det er betydelige merkostnader tilknyttet investeringen, men ombyggings- og batterikostnadene som utgjør en stor del av denne merkostnaden er i hovedanalysen antatt til å reduseres med henholdsvis 6 og 12% årlig.

Forventningen om et lavere service- og vedlikeholdsbehov, i tillegg til fravær av tomgangskjøring og økt energieffektivitet, gir grunn til å tro at elektriske maskiner i utgangspunktet har lenger levetid sammenlignet med fossile maskiner, hvor tomgangskjøring i gjennomsnitt utgjør 30% av driftstiden. Det ble derfor foretatt en analyse hvor levetiden til den elektriske gravemaskinen ble forlenget til åtte år, 9 016 timer, og da ble utrangeringsverdien nedjustert til 15%. Funnene fra denne analysen tyder på at ideelt investeringstidspunkt er 2023, to år tidligere enn funnet fra hovedanalysen.

Det ble i tillegg besluttet å undersøke hvor følsom hovedanalysens resultat er ovenfor en eventuell innføring av krav til fossilfrie byggeplasser i Stavangerregionen. Analysens funn fastslår at investeringen er gunstig i 2021 om det innføres krav innen to år. Det forutsetter imidlertid at det innføres krav til fossilfri byggeplass på flere prosjekt, og at det ikke blir innført avgiftsfritak eller andre økonomiske fordeler for biodiesel. Analysens gyldighet svekkes om dette ikke er tilfellet, og da vil sannsynligvis ideelt investeringstidspunkt falle innenfor tidsintervallet 2021-2025.

For å kartlegge investeringens risikoprofil ble det som et supplement til hovedanalysen utført en følsomhets- og scenarioanalyse. Følsomhetsanalysen tar utgangspunkt i et risikofritt avkastningskrav på 3%, som følgelig gir lønnsomt investeringstidspunkt i 2024. Ved endringer tilsvarende +/- 25% fra basisverdiene peker resultatet på at dieselpriisen er den mest sensitive faktoren for lønnsomhetsaspektet. En 25% økning i dieselpriis fremskynder ideelt investeringstidspunkt to og et halvt år, til 2021/2022, og i motsatt tilfelle gir en 25% reduksjon lønnsom investering i 2027/2028. Til sammenligning forskyver investeringstidspunktet seg med ett år ved endringer tilsvarende 25% fra basis i de andre faktorene; strømpris, ombyggingskostnad og batteripris.

Scenarioanalysen gir et utfallsrom for lønnsomt investeringstidspunkt mellom 2020 og 2028, som reflekterer at investeringsbeslutningen er svært følsom ovenfor endringer i parameterne. I tilfellene hvor lønnsomt investeringstidspunkt inntreffer i tidsrommet 2020-2022 er dieselpriisen 25% høyere enn basis, og de resterende faktorene varierer i utfall. I motsatt tilfelle gir scenarioer med 25% reduksjon i dieselpriis lønnsomt investeringstidspunkt mellom 2025 og 2028. En prisøkning på anleggsgdiesel kan med andre ord akselerere ideelt investeringstidspunkt for elektriske gravemaskiner betydelig, dersom det eksempelvis blir innført økte avgifter for CO<sub>2</sub> og/eller mineralolje, eller avgiftsfritaket eventuelt fjernes.

Det mest optimistiske scenarioet gir gunstig investeringstidspunkt i 2020, som forutsetter at dieselpriisen øker og strømprisen, batteri- og ombyggingskostnaden reduseres. Det er lite sannsynlig at dette forekommer innen ett år, men analysen hvor en tar hensyn til en eventuell innføring av krav til fossilfrie byggeplasser viser også at lønnsomt investeringstidspunkt kan inntreffe innen få år. Dette forutsetter imidlertid at differansen i drivstoffprisene holder seg til dagens nivå, eller eventuelt at prisen for anleggsgdiesel økes slik at differansenivået mellom ren biodiesel og elektrisitet ikke endres. Alternativet er å redusere prisen for ren biodiesel til et tilsvarende nivå som anleggsgdiesel. Det gjør biodiesel til et mer konkurransedyktig drivstoff, men analysen hvor det tas utgangspunkt i krav til fossilfri byggeplass vil dermed svekkes da prisdifferansen mellom elektrisitet og HVO100 er endret. Lønnsomt investeringstidspunkt faller dermed tilbake til hovedanalysens resultat som tilsier 2025.

En CO<sub>2</sub>-verdivurdering av referanseprosjektene rullskianlegg i Melshei, Tasta skatepark og Forus bedriftsidrettsarena, med total byggeperiode på to år og fire måneder, viser at utslippene fra gravemaskinene alene utgjør omtrent 58 000 kr i skadeomfang. Det tydeliggjør behovet for utslippsreduksjon og miljøgevinsten ved å benytte fossilfri energi på maskinene. Vår anbefaling er at byggherre bør sette et minimumskrav til utslippskutt, eksempelvis 50%, istedenfor å sette krav til fossilfri byggeplass. Det vil forhåpentligvis motivere flere til å investere i elektriske gravemaskiner, ettersom entreprenøren da selv står for kostnadene knyttet til reduksjonstiltaket.

Entreprenører som er tidlig ute med å investere i elektriske gravemaskiner vil opparbeide seg ettertraktet kompetanse som kan gi styrket konkurranseposisjon i anbud hvor det stilles miljøkrav. Bedrifter som selv velger å benytte utslippsfrie gravemaskiner viser også samfunnsansvar, og det bidrar også til å opprettholde et godt omdømme i bransjen. Endelig konklusjon tilsier at investering



i elektriske gravemaskiner er bedriftsøkonomisk lønnsomt innen 2025, men lønnsomhetsaspektet kan akselereres til 2021-2022 om politiske føringer legger til rette for et grønt skifte i byggebransjen. Innføring av krav i prosjektkontraktene, endringer i avgiftssystemet for drivstoff og/eller forbedrede insentivordninger er tiltak som i stor grad påvirker investeringsvilligheten til entreprenørene. Det er dermed ikke lenger et spørsmål om bransjen vil elektrifiseres. Dette vil skje, det er bare et spørsmål om tid.



## 8.0 Forslag til videre arbeid

Problematikken rundt det grønne skiftet i bygg- og anleggssektoren er et dagsaktuelt og relativt ferskt tema, og eksisterende forskning innenfor temaet er dermed begrenset. Spesielt foreligger det lite data knyttet til investeringsnyttene ved omstilling til utslippsfrie anleggsmaskiner, og flere av parameterne i den gjennomførte analysen er av den grunn heftet med stor usikkerhet. Studiet tar for seg en teknologi som fortsatt er på forskningsstadiet, og elektriske gravemaskiner i størrelsesorden 25 tonn er nylig blitt kommersielt tilgjengelig. Analysen bærer preg av antagelser og forenklinger, og det vil av den grunn være interessant, som et forslag til videre arbeid, å gjennomføre en lignende investeringsanalyse når kunnskap, erfaring og data knyttet til den elektriske gravemaskinen øker. Det gjelder for eksempel maskinens lade-, drifts- og levetid, service- og vedlikeholdskostnader, besparelser knyttet til fravær av tomgangskjøring og ikke minst maskinens innkjøpspris, hvor batteri- og ombyggingskostnader er viktige parametere.

Analysen bygger som nevnt på data knyttet til én spesifikk elektrisk gravemaskin, Z-line. Etter hvert som flere elektriske gravemaskiner blir tilgjengelig på markedet, som for eksempel Nastas elektriske 30 tonns gravemaskin, kan det være spennende å inkludere flere forskjellige gravemaskiner i analysen for å observere sammenhenger og generalisere resultatet. Et større datagrunnlag vil styrke det videre arbeidet, og da vil sannsynligvis tilegnet kunnskap og erfaringer knyttet til bruk av elektriske gravemaskiner også være naturlig å inkludere i studiet.

Et forslag til fremtidig arbeid er å inkludere elektriske lastebiler og andre utslippsfrie bygg- og anleggsmaskiner, slik at alle maskinene tilknyttet et byggeprosjekt er utslippsfrie. Oslo kommune har som nevnt tidligere begynt arbeidet med utslippsfrie pilotprosjekt, og i den forbindelse kan det være interessant å vurdere investeringsnyttene, men også utslippsbesparelser knyttet til en helt utslippsfri byggeplass, sett fra en entreprenørs perspektiv.

## Referanseliste

- Amundsen, B. O. (2019, januar 23). Pon skal levere flere Cat-gravere med el-drift. Hentet 28. mars 2019, fra Veier24 hjemmeside: <https://www.veier24.no/artikler/maskiner-utstyr-pon-skal-levere-flere-cat-gravere-med-el-drift/456259>
- Arbeidstilsynet. (u.å.). Støy. Hentet 1. mai 2019, fra Arbeidstilsynet hjemmeside: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/stoy/>
- Backe Rogaland. (u.å.a). Backe Rogaland. Hentet 20. februar 2019, fra Backegruppen hjemmeside: <https://www.backegruppen.no/selskaper/backe-rogaland>
- Backe Rogaland. (u.å.b). Forus Bedriftsidrettsarena. Hentet 27. mai 2019, fra Backegruppen hjemmeside: <https://backegruppen.no/prosjekter/forus-bedriftsidrettsarena>
- Backe Rogaland. (u.å.c). Rulleskianlegg i Melshei. Hentet 27. mai 2019, fra Backegruppen hjemmeside: <https://www.backegruppen.no/prosjekter/rulleskianlegg-i-melshei>
- Backe Rogaland. (u.å.d). Tasta Skatepark. Hentet 27. mai 2019, fra Backegruppen hjemmeside: <https://www.backe.no/prosjekter/tasta-skatepark>
- Belbo, T. (2018, februar 27). Internasjonal nyhet: Elektrisk gravemaskin på 25 tonn. Hentet 20. mai 2019, fra Samferdsel og infrastruktur hjemmeside: <https://samferdselinfra.no/artikler/internasjonal-nyhet-elektrisk-gravemaskin-pa-25-tonn/431401>
- Bjørshol, E. (2017). *Alternative drivstoff i skipsfarten*. 20.
- Blich, V. (2019, januar 28). Corvus går for dobling i 2019. Hentet 2. april 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/article/corvus-gaar-for-dobling-i-2019/>
- BNEF Brief: Lithium Battery Prices Fall 18 Percent. (2018, desember 21). I *Bloomberg Daybreak: Americas*. Hentet fra <https://www.bloomberg.com/news/videos/2018-12-21/bnef-brief-lithium-battery-prices-fall-18-percent-video>

- Brekkehus, A. (2018, januar 23). Pon lanserer elektrisk CAT-graver på 25 tonn - Veidekke har kjøpt den første maskinen. Hentet 31. mai 2019, fra Byggeindustrien hjemmeside: <http://www.bygg.no/article/1341086>
- Bryman, A., & Bell, E. (2011). *Business research methods* (3rd ed). Cambridge ; New York, NY: Oxford University Press.
- Brødrene AA. (u.å.). Vision of the fjords. Hentet 9. juni 2019, fra Brodrene AA hjemmeside: <https://www.braa.no/fast-ferries/vision-of-the-fjords>
- Byggeindustrien. (2019, februar 21). Radisson Blu Atlantic første nordiske Radisson-hotell med BREEAM-sertifisering. Hentet 26. mai 2019, fra Byggeindustrien hjemmeside: <http://www.bygg.no/article/1384459>
- Bæra, T. (2010, februar 9). Peugeot nå også med 99 gram. Hentet 9. juni 2019, fra BilNorge hjemmeside: <http://www.bilnorge.no/artikkel.php?aid=36296>
- Bøhren, Ø., & Gjærum, P. I. (2016). *Finans: innføring i investering og finansiering*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Circle K. (u.å.). Våre drivstoffpriser og oversikt. Hentet 21. mai 2019, fra Circlek hjemmeside: [https://m.circlek.no/no\\_NO/pg1334073738687/business/milesDrivstoffbedrift/Priser.html](https://m.circlek.no/no_NO/pg1334073738687/business/milesDrivstoffbedrift/Priser.html)
- Color Line. (u.å.). Hybrid skip | Sandefjord-Strømstad | Color Line. Hentet 9. juni 2019, fra Colorline hjemmeside: <https://www.colorline.no/om-oss/om-color-line/hybrid-skip>
- Dagens Næringsliv. (2018, desember 5). Rapport: Kina masseproduserer allerede «Jesus-batterier». Hentet 18. mars 2019, fra Dn hjemmeside: <https://www.dn.no/teknologi/batteriteknologi/elbiler/rapport-kina-masseproduserer-allerede-jesus-batterier/2-1-492840>
- Dalaker, S., Grov, B., & Viki, K. J. (2019, februar 1). Regjeringa: Alle bilferjer skal gå på strau innan 2025. Hentet 3. april 2019, fra NRK hjemmeside:

[https://www.nrk.no/sognogfjordane/regjeringa\\_-alle-bilferjer-skal-ga-pa-straum-innan-2025-1.14408153](https://www.nrk.no/sognogfjordane/regjeringa_-alle-bilferjer-skal-ga-pa-straum-innan-2025-1.14408153)

Daler, R. (2017, juni 28). Du kan få støtte til elektrisk anleggsmaskin. Hentet 27. mars 2019, fra Anleggsmaskinen hjemmeside: <https://anleggsmaskinen.no/2017/06/fa-stotte-elektrisk-anleggsmaskin/>

Daler, R. (2019, januar 24). Pon lanserer elektrisk 8-tonner. Hentet 20. mai 2019, fra Anleggsmaskinen hjemmeside: <https://anleggsmaskinen.no/2019/01/pon-lanserer-elektrisk-8-tonner/>

Dalsegg, H., Lidsheim, T., Giæver, J., & Kvaalen, O. (2018). *Krevende vekst med pressede marginer* (s. 21). Hentet fra [https://www.bdo.no/getattachment/Bransjer/Eiendom,-bygg-og-anlegg/BDO\\_Rapport\\_BAE-Bransjen\\_Nov\\_2018\\_Web\\_Dobbel.pdf.aspx?lang=nb-NO](https://www.bdo.no/getattachment/Bransjer/Eiendom,-bygg-og-anlegg/BDO_Rapport_BAE-Bransjen_Nov_2018_Web_Dobbel.pdf.aspx?lang=nb-NO)

Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2018, juli 18). *Conversion factors 2018 - Condensed set (for most users)*. Hentet fra <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2018>

Dieselnet. (u.å.). Emission Standards: Europe: Nonroad Engines. Hentet 21. mai 2019, fra Dieselnet hjemmeside: <https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>

Difi. (2019, februar 4). Utslippsfrie bygg- og anleggsplasser. Hentet 21. mai 2019, fra Anskaffelser hjemmeside: <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/utslippsfrie-bygg-og-anleggsplasser>

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Veiledning om tekniske krav til byggverk* (s. 404). Hentet fra [https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017\\_oppdateret-15.09.2017.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017_oppdateret-15.09.2017.pdf)

- DNV GL. (2015). *Elektrifisering av bilferger i Norge - kartlegging av investeringsbehov i strømmettet* (Nr. 2015–0500, Rev. 0; s. 31). Hentet fra <https://www.energinorge.no/contentassets/0ae3a2b651ae4e83a0487ad493c3270c/elektrifisering-av-bilferger-i-norge.pdf>
- DNV GL. (2016). *Reduksjon av klimagassutslipp fra norsk innenriks skipsfart* (Nr. 2016–0150; s. 77).
- DNV GL. (2017). *Fossil- og utslippsfrie byggeplasser* (Nr. 2017–0637). Hentet fra <https://www.energinorge.no/contentassets/5c1dbdfd942d48d282c421a202295794/utslippsfrie-byggeplasser.pdf>
- DNV GL. (2018). *Veileder for tilrettelegging av fossilfrie og utslippsfrie løsninger på byggeplassen* (Nr. 2018-0418. Rev. 2; s. 32). Hentet fra [https://www.energinorge.no/contentassets/cc2ae349deeb4cb19e3cfe73da1e280c/rapport-veileder-utslippsfrie-byggeplasser\\_rev2.pdf](https://www.energinorge.no/contentassets/cc2ae349deeb4cb19e3cfe73da1e280c/rapport-veileder-utslippsfrie-byggeplasser_rev2.pdf)
- Energi Norge. (u.å.). EUs kvotehandelsystem. Hentet 27. mai 2019, fra Energi Norge hjemmeside: <https://www.energinorge.no/politiskesaker/eus-kvotehandelsystem/>
- Energi og Klima. (2019, februar 5). Kvotemarked: EU og verden. Hentet 2. mai 2019, fra Energi og Klima hjemmeside: <https://energiogklima.no/klimavakten/kvotemarked-eu-og-verden/>
- Energi og klima. (2019, februar 5). Verdens avhengighet av fossil energi – Klimavakten. Hentet 23. mai 2019, fra Energi og Klima hjemmeside: <http://energiogklima.no/klimavakten/fossilavhengigheten/>
- Enova. (u.å.). Energi- og klimatiltak i landtransport. Hentet 8. april 2019, fra Enova hjemmeside: <https://www.enova.no/bedrift/landtransport/energi--og-klimatiltak-i-landtransport/>

Enova. (2018, desember 14). Tilsagn gjennom PILOT-E i 2018 er klare. Hentet 27. mars 2019, fra Enova hjemmeside: <https://www.enova.no/pilot-e/tilsagn-gjennom-pilot-e-i-2018-er-klare/>

Equinor. (u.å.). This battery-hybrid ship was designed to cut emissions. It exceeded their wildest expectations. Hentet 9. juni 2019, fra Equinor hjemmeside: <https://www.equinor.com/en/magazine/battery-hybrid-supply-ship.html>

Eriksen, K. (2018a, januar 23). Pon bygger 25-tonner på batteri. Hentet 27. mars 2019, fra At hjemmeside: <https://www.at.no/artikler/pon-bygger-25-tonner-pa-batteri/426559>

Eriksen, K. (2018b, mars 13). JCB lanserer el-graver. Hentet 4. juni 2019, fra At hjemmeside: <https://www.at.no/artikler/jcb-lanserer-el-graver/432537>

Europalov. (2019, januar 16). Fornybar energidirektivet (revisjon). Hentet 29. mars 2019, fra Europalov hjemmeside: <https://europalov.no/rettsakt/fornybar-energidirektivet-revisjon/id-9554>

European Commission. (2016a, juli 5). Non-Road mobile machinery emissions. Hentet 21. mai 2019, fra European Commission hjemmeside: [https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive/environment-protection/non-road-mobile-machinery\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive/environment-protection/non-road-mobile-machinery_en)

European Commission. (2016b, juli 5). What is an SME? Hentet 8. april 2019, fra European Commission hjemmeside: [http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition\\_en](http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en)

Ferde. (u.å.a). Nye takster i bomringen i Kristiansand. Hentet 9. juni 2019, fra Nyekrsbom hjemmeside: <http://www.nyekrsbom.no/takster>

Ferde. (u.å.b). Priser og betaling. Hentet 9. juni 2019, fra Ferde hjemmeside: <https://ferde.no/priser/>



- Figenbaum, E. (2017). *Elbiler i Norge*. Hentet fra Transportøkonomisk institutt hjemmeside:  
<https://www.regeringen.se/4a4b1d/contentassets/7bb237f0adf546daa36aaf044922f473/un-derlagsrapport-10--elbil-i-norge.pdf>
- Finansdepartementet. (2015, desember 9). NOU 2015: 15 [NOU]. Hentet 24. mai 2019, fra Regjeringen hjemmeside: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-15/id2465882/>
- Finansdepartementet. (2018, oktober 8). Avgiftssatser 2019 [Innhold]. Hentet 24. mai 2019, fra Regjeringen hjemmeside: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/avgiftssatser-2019/id2614443/>
- Fjeld, I. E. (2018, august 24). Kritisk til norsk utslippsjubel: Tallene skjuler storforbruk av palmeolje. Hentet 29. mars 2019, fra NRK hjemmeside: [https://www.nrk.no/norge/kritisk-til-norsk-utslippsjubel\\_-tallene-skjuler-storforbruk-av-palmeolje-1.14174499](https://www.nrk.no/norge/kritisk-til-norsk-utslippsjubel_-tallene-skjuler-storforbruk-av-palmeolje-1.14174499)
- Fjellinjen. (u.å.). Tidligere priser i Oslo og Bærum. Hentet 9. juni 2019, fra Fjellinjen hjemmeside: <https://www.fjellinjen.no/privat/priser/tidligere-priser/>
- Ford. (u.å.). *Nye FORD FOCUS-5 dørs*. Hentet fra [https://www.ford.no/content/dam/guxeu/no/documents/pricelists/cars/PL-ford\\_new\\_focus\\_5\\_dor.pdf](https://www.ford.no/content/dam/guxeu/no/documents/pricelists/cars/PL-ford_new_focus_5_dor.pdf)
- Førland, M. E. (2017). *Miljøsertifiseringssystem i byggenæringen - BREEAM og LEED* (Masteroppgave, Universitetet i Stavanger). Hentet fra [https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2460086/Forland\\_Mari\\_Elvira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/2460086/Forland_Mari_Elvira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ghauri, P., & Grønhaug, K. (2002). *Research methods in business studies: a practical guide* (2nd ed). Harlow, England ; New York: Financial Times Prentice Hall.

- Grøndal Bilbutikk. (u.å.). 2016 Ford Focus 2,0 TDCi 150Hk Titanium X Aut. Hentet 9. juni 2019, fra Grøndalbilbutikk hjemmeside: <https://www.ford-grondalbilbutikken.no/Biler/Lager/SkrivU/1129257/1142/ford-focus-2-0-tdci-150hk-titanium-x-aut>
- Grønn byggallianse. (u.å.). BREEAM. Hentet 26. mai 2019, fra Grønnbyggallianse hjemmeside: <https://byggalliansen.no/sertifisering/breem/>
- Gullachsen, Å. (2019, mai 31). Gravemaskiner går på tomgang halvparten av arbeidsdagen. Hentet 31. mai 2019, fra NRK hjemmeside: [https://www.nrk.no/hordaland/\\_-gravemaskiner-gar-pa-tomgang-halvparten-av-arbeidsdagen-1.14566253](https://www.nrk.no/hordaland/_-gravemaskiner-gar-pa-tomgang-halvparten-av-arbeidsdagen-1.14566253)
- Hofoss, E. (2012, mai 26). Bomringen blir dyrere igjen. Hentet 9. juni 2019, fra Aftenposten hjemmeside: <https://www.aftenposten.no/article/ap-BRvaQ.html>
- Homleid, Å. (2018, mai 2). Tidenes smarteste Cat-maskin skal hjelpe entreprenørene til bedre lønnsomhet. Hentet 27. april 2019, fra Byggeindustrien hjemmeside: <http://www.bygg.no/article/1352592>
- Hurtigruten. (u.å.). MS Roald Amundsen. Hentet 9. juni 2019, fra Hurtigruten hjemmeside: <https://www.hurtigruten.no/skip/ms-roald-amundsen/>
- Hyundai. (u.å.). *Hyundai Motor Norway AS*. Hentet fra <http://skotvedt.no/wp-content/uploads/2014/07/Hyundai-Prisliste.pdf>
- Hyvang, J., & Buick, K. R. (2019). El-kappløpet. *Miljøstiftelsen Bellona*, 16–17.
- Hyvang, J., & Sæter, R. A. L. (2019). Operasjon null utslipp. *Miljøstiftelsen Bellona*, 8–12.
- Jakobsen, Ø. (2017, juni 24). Elbilen som danker ut konkurrentene. Hentet 18. mai 2019, fra Klikk hjemmeside: <https://www.klikk.no/motor/bil/biltester/test-nissan-leaf-2011-modell-3489908>

- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2011). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag* (3.utg). Oslo: Abstrakt.
- Johansen, O. H. (2019, januar 27). Verdens første av sitt slag - og den er bygget i Norge. Hentet 31. mai 2019, fra Tek hjemmeside: <https://www.tek.no/artikler/sniktitt-catepillar-323f-z-line-zero-emission-verdens-forste-av-sitt-slag-og-den-er-bygget-i-norge/456478>
- Johnsen, V. (2012, september 30). TEST: Peugeot 208 1,4 HDI: Liten bil – som gjør stort inntrykk. Hentet 9. juni 2019, fra TV2 hjemmeside: <https://www.tv2.no/a/3875696/>
- Kaland, H., & Hadler-Jacobsen, J. (2019, januar 31). Batterirevolusjon vil kunne gi rimelige elbilbatterier – NTNU TechZone. Hentet 18. mars 2019, fra Ntnutechzone hjemmeside: <https://www.ntnutechzone.no/2019/01/batterirevolusjon-vil-kunne-gi-rimelige-elbilbatterier/>
- Kia Soul. (u.å.). *Pris - Utstyrsoversikt - Tekniske data - Tilbehør - PDF*. Hentet fra <https://docplayer.me/6512763-Pris-utstyrsoversikt-tekniske-data-tilbehor.html>
- Lilly, C. (2019a, mars 25). NISSAN Juke 1.5 dCi Visia 110. Hentet 9. juni 2019, fra Nextgreencar hjemmeside: <https://www.nextgreencar.com/view-car/68765/nissan-juke-1.5-dci-visia-110-diesel-manual-6-speed/>
- Lilly, C. (2019b, mars 25). VW Golf CO2 emissions - VW Golf NOx emissions UK 2019. Hentet 9. juni 2019, fra Nextgreencar hjemmeside: <https://www.nextgreencar.com/emissions/make-model/vw/golf/>
- Lovdata. (2017, juni 16). Lov om klimamål (klimaloven). Hentet 27. mars 2019, fra Lovdata hjemmeside: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>
- Lovdata. (2018, mars 5). Forskrift om endringer i produktforskriften (økt omsetningskrav for biodrivstoff mv. fra januar 2019 og januar 2020). Hentet 1. april 2019, fra Lovdata hjemmeside: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-05-03-672>

- Løvik, H. (2018, juli 4). Norge produserer 98 prosent fornybar kraft, men bruker 46 prosent fossil varmekraft fra Europa. Hentet 21. mai 2019, fra Tu hjemmeside:  
<https://www.tu.no/artikler/i-norge-produserer-vi-98-prosent-fornybar-kraft-men-vi-bruker-hele-57-prosent-fossil-varmekraft-fra-europa/441422>
- Markussen, H. M. (2018, oktober 19). Havyard overleverer el-ferge. Hentet 9. juni 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/article/havyard-overleverer-to-el-ferger/>
- Markussen, H. M. (2019, mai 13). Handlingsplan for grønn skipsfart forsinket. Hentet 15. mai 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/article/handlingsplan-for-groenn-skipsfart-forsinket/>
- Martin, C. (2018, oktober 16). Better Batteries. *Bloomberg*. Hentet fra <https://www.bloomberg.com/quicktake/batteries>
- Miljødirektoratet. (2014). *Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2016)* (Nr. M-128). Hentet fra <http://tema.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M128/M128.pdf>
- Miljødirektoratet. (2015, desember 17). Nye krav til omsetning og rapportering av biodrivstoff - Miljødirektoratet. Hentet 1. april 2019, fra Miljødirektoratet hjemmeside: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/20152/desember-2015/nye-krav-til-omsetning-og-rapportering-av-biodrivstoff/>
- Miljødirektoratet. (2017, juli 24). Parisavtalen. Hentet 20. februar 2019, fra Miljøstatus hjemmeside: <https://www.miljostatus.no/tema/klima/internasjonalklimapolitikk/parisavtalen/>

- Miljødirektoratet. (2018). *Utredning om bruk av mineralolje til byggvarme på bygg- og anleggsplasser* (Nr. M-970|2018). Hentet fra Miljødirektoratet hjemmeside:  
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M970/M970.pdf>
- Miljødirektoratet. (2019a, januar 28). Lokal luftforurensning. Hentet 4. juni 2019, fra Miljøstatus hjemmeside: <https://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/lokal-luftforurensning/>
- Miljødirektoratet. (2019b, mars 5). Salget av avansert biodrivstoff økte i fjor [Miljodirektoratet.no]. Hentet 21. mai 2019, fra Miljødirektoratet hjemmeside:  
<https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2019/mai-2019/salget-av-avansert-biodrivstoff-okte-i-fjor/>
- Mosland, T. B. (2017, januar 17). Hvordan redusere CO2-utslipp. Hentet 20. februar 2019, fra Bygg.tekna hjemmeside: <https://bygg.tekna.no/hvordan-reducere-co2-utslipp/>
- Multiconsult. (2018). *Erfaringskartlegging av krav til fossilfrie byggeplasser* (Nr. 10206471-TVF-RAP-001; s. 31). Hentet fra [https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/01/20181120-Rapport\\_fossilfrie-byggeplasser.pdf](https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/01/20181120-Rapport_fossilfrie-byggeplasser.pdf)
- NAF. (u.å.). Alt du må vite om drivstoff. Hentet 29. mars 2019, fra NAF hjemmeside:  
<https://www.naf.no/tips-og-rad/bilhold/teknisk-om-bilen/alt-du-ma-vite-om-drivstoff/#HVO>
- Nasjonal transportplan. (u.å.). Muligheter og barrierer for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren. Hentet 21. mai 2019, fra Ntp.dep hjemmeside:  
[https://www.ntp.dep.no/Forside/\\_attachment/2450244/binary/1286261?\\_ts=1662fcae4f0](https://www.ntp.dep.no/Forside/_attachment/2450244/binary/1286261?_ts=1662fcae4f0)
- Nasta. (2004, august 15). Tomgangskjøring. Hentet 29. mars 2019, fra NASTA AS hjemmeside:  
<https://www.nasta.no/2004/08/15/tomgangskjoring/>
- Nedrebø, R. (2013, april 19). Lavere bompenger i Trondheim belønnes av staten. Hentet 9. juni 2019, fra aftenbladet hjemmeside: <https://www.aftenbladet.no/article/sa-VoM71.html>

- Nissan. (u.å.). *Nye Nissan Juke*. Hentet fra <http://www.bilnorge.no/upload/JukeUtstyr.pdf>
- Nordal, A. G. (2019, januar 17). Elektriske ferjer – suksess for klima og norsk batteriproduksjon. Hentet 27. mai 2019, fra Tekna Magasinet hjemmeside: <https://teknamagasinet.no/elektriske-ferjer-suksess-for-klima-og-norsk-batteriproduksjon/>
- Norderhaug, M. (2017, august 19). Test av fossilfrie maskiner og kjøretøy. Hentet 23. mai 2019, fra ostfoldfk hjemmeside: <https://www.ostfoldfk.no/natur-og-miljo/prosjekter-og-nettverk/test-av-fossilfrie-maskiner-og-kjoretoy/>
- Nordstrøm, J. (2018, januar 13). Nå utfordres elbilprodusentene av kraftig prishopp på kobolt. Hentet 20. mars 2019, fra e24 hjemmeside: <http://e24.no/a/24229623>
- Norges Bank. (u.å.). Statsobligasjoner årsgjennomsnitt. Hentet 18. april 2019, fra Norges Bank hjemmeside: <https://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/Statsobligasjoner-Rente-Arsgjennomsnitt-av-daglige-noteringer/>
- Norges Bank. (2015, august 9). Rentestatistikk. Hentet 11. april 2019, fra Norges-bank hjemmeside: <https://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/>
- Norled. (2018, oktober 31). Båtene på Nesoddsambandet blir elektriske i 2019. Hentet 9. juni 2019, fra Norled hjemmeside: <https://www.norled.no/nyheter/batene-pa-nesoddsambandet-blir-elektriske-i-2019/>
- Norli, Ø. (2011). Praktisk bruk av kapitalverdimodellen. *Praktisk økonomi og finans*, (2), 15–21.
- Norsk elbilforening. (u.å.). Bompenger elbil. Hentet 2. april 2019, fra Elbil hjemmeside: <https://elbil.no/elbil-fordeler/bompenger/>
- Norsk elbilforening. (2016, mai 25). Spår prisras på batterier til elbil. Hentet 27. mai 2019, fra Elbil hjemmeside: <https://elbil.no/spar-prisras-pa-batterier-til-elbil/>
- Norsk elbilforening. (2019a, mars 31). Statistikk elbil: Bestand og markedsandel. Hentet 27. februar 2019, fra Elbil hjemmeside: <https://elbil.no/elbilstatistikk/>

- Norsk elbilforening. (2019b, april 1). Over 200.000 elbiler i Norge. Hentet 15. mai 2019, fra Elbil hjemmeside: <https://elbil.no/over-200-000-elbiler-i-norge/>
- NTB. (2018, november 17). Erna avslører: Vil gi støtte til helelektrisk turistskip i Oslofjorden. Hentet 9. juni 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/erna-avslorer-vil-gi-stotte-til-helelektrisk-turistskip-i-oslofjorden/451425>
- NTB. (2019a, februar 1). Alle bilferger skal bli elektriske innen 2025. Hentet 3. april 2019, fra Enerwe hjemmeside: <https://enerwe.no/alle-bilferger-skal-bli-elektriske-innen-2025/168036>
- NTB. (2019b, mai 16). Greta Thunberg ba EU-politikere om å «få klimapanikk». Hentet 20. mai 2019, fra Vg hjemmeside: <https://www.vg.no/i/Qoggyq>
- NVE. (2018, juni 26). Nasjonal varedeklarasjon 2017. Hentet 21. mai 2019, fra Nve hjemmeside: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten-for-energi-rme-marked-og-monopol/varedeklarasjon/nasjonal-varedeklarasjon-2017/>
- Offergaard, S. (2017, januar 26). 235 bygg i gang med BREEAM-NOR sertifisering. Hentet 26. mai 2019, fra Byggeindustrien hjemmeside: <http://www.bygg.no/article/1301612>
- Olav, F. (2010, mars 3). Svingende følelser for bompenger. Hentet 9. juni 2019, fra Samferdsel.toi hjemmeside: <https://samferdsel.toi.no/nr-2/svingende-folelser-for-bompenger-article28267-1225.html>
- Olerud, K. (2019). Grønt skifte. I *Snl*. Hentet fra [http://snl.no/gr%C3%B8nt\\_skifte](http://snl.no/gr%C3%B8nt_skifte)
- Oslo kommune. (2018). *Utslippsfrie anleggsmaskiner - Tiltakspakke 4*. Hentet fra <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2018/09/Utslippsfrie-Anleggsmaskiner.pdf>
- Otterlei, S. S. (2016, januar 31). Bompengemyndigheten i Bergen. Hentet 9. juni 2019, fra NRK hjemmeside: <https://www.nrk.no/hordaland/xl/bompengemyndigheten-bergen-1.12733618>

- Peugeot. (u.å.). *Peugot: NYE 208*. Hentet fra <https://media.peugeot.no/file/05/2/specs-208.68052.pdf>
- Proff.no. (u.å.a). Backe Rogaland AS. Hentet 20. februar 2019, fra Proff hjemmeside: <https://www.proff.no/selskap/backe-rogaland-as/stavanger/entrepren%C3%B8rer/IGETK6C00C9/>
- Proff.no. (u.å.b). Stangeland Maskin AS. Hentet 8. april 2019, fra Proff hjemmeside: <https://www.proff.no/selskap/stangeland-maskin-as/sola/bygg-og-anleggsleverand%C3%B8rer/IFH6R820CVG/>
- Putz, K. (2007, januar 3). Biodrivstoff. Hentet 29. mars 2019, fra Bellona hjemmeside: <https://bellona.no/nyheter/energi/bioenergi/2007-01-biodrivstoff>
- PWC, & Norske finansanalytikerens forening. (2018). *Risikopremien i det norske markedet*. Hentet fra <https://www.pwc.no/no/publikasjoner/PwC-risikopremie-2018.pdf>
- Rammen, K. (2018a, juni 14). Kapitalverdimodellen. Hentet 18. april 2019, fra Finanssans hjemmeside: <https://finanssans.no/kapitalverdimodellen>
- Rammen, K. (2018b, juni 28). Annuitetslån og serielån – Hva er best? Hentet 11. april 2019, fra Finanssans hjemmeside: <https://finanssans.no/annuitetslan-og-serielan>
- Ringen, T. (2014, september 17). Rask overhaling av B-Klasse. Hentet 9. juni 2019, fra Bilnorge hjemmeside: <http://www.bilnorge.no/artikkel.php?aid=42739>
- Rosvold, K. A., & Hofstad, K. (2017). Kullkraftverk. I *Snl*. Hentet fra <http://snl.no/kullkraftverk>
- Raaum, P. (2018, februar 10). Nå starter kampen blant el-SUV'ene. Hentet 27. februar 2019, fra Motor hjemmeside: <https://www.motor.no/artikler/2018/oktober/her-er-de-nye-elbil-suvener/>



Samferdselsdepartementet. (2017, april 5). En grønnere transporthverdag [Pressemelding]. Hentet 14. mai 2019, fra Regjeringen hjemmeside: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/en-gronnere-transporthverdag/id2548633/>

Skatteetaten. (u.å.a). Avgiftsfri diesel. Hentet 23. mai 2019, fra Skatteetaten hjemmeside: </person/avgifter/bil/avgiftsfri-diesel/>

Skatteetaten. (u.å.b). Trafikksforsikringsavgift. Hentet 9. juni 2019, fra Skatteetaten hjemmeside: </satser/trafikksforsikringsavgift/>

Skillebæk, F. M. (2017, februar 17). VW Golf oppgraderes: Bra blir bedre. Hentet 9. juni 2019, fra Dinside hjemmeside: <http://www.dinside.no/a/67093563>

Skillebæk, F. M. (2019, januar 3). Nissan letter på sløret om neste generasjon elbil-batterier. Hentet 24. mars 2019, fra elbil24 hjemmeside: <https://www.elbil24.no/a/70620349>

Skipsrevyen. (2018a, mars 20). M/F Møkstrafjord. Hentet 9. juni 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/batomtaler/mf-moekstrafjord/>

Skipsrevyen. (2018b, mai 28). M/F «Husavik». Hentet 9. juni 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/batomtaler/mf-husavik/>

Skipsrevyen. (2019, februar 28). MF «Hadarøy» / MF «Suløy». Hentet 9. juni 2019, fra Skipsrevyen hjemmeside: <https://www.skipsrevyen.no/batomtaler/hadaroy/>

SSB. (u.å.a). 01960: Kjøretøygrupper 1950 - 2018. Hentet 10. juni 2019, fra Ssb hjemmeside: <http://www.ssb.no/statbankstatbank/table/01960/>

SSB. (u.å.b). 09387: Kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger, etter statistikkvariabel og kvartal. Statistikkbanken. Hentet 4. juni 2019, fra Ssb hjemmeside: <https://www.ssb.no/statbank/table/09387/tableViewLayout1/>

SSB. (u.å.c). 09654: Priser på drivstoff (kr per liter) 1986M08 - 2019M04. Hentet 9. juni 2019, fra Ssb hjemmeside: <http://www.ssb.no/statbankstatbank/table/09654/>

- SSB. (u.å.d). 12577: Kjørelegder, etter kjøretøytype og drivstofftype 2005 - 2018. Hentet 10. juni 2019, fra Ssb hjemmeside: <http://www.ssb.no/statbankstatbank/table/12577/>
- SSB. (2017, september 8). Snart i mål med transportmålet for 2020. Hentet 29. mars 2019, fra Ssb hjemmeside: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/snart-i-mal-med-transportmalet-for-2020>
- Statens Vegvesen. (u.å.). Takst- og rabattsystem for bomringen i Kristiansand fra 1. juli 2010. Hentet 9. juni 2019, fra Nyekrsbom hjemmeside: [http://nyekrsbom.no/media/2461/kunngjoringsann\\_0545.pdf](http://nyekrsbom.no/media/2461/kunngjoringsann_0545.pdf)
- Statens Vegvesen. (2019, januar 18). *Bompengeinnkreving i 2017*. Hentet fra [https://www.vegvesen.no/\\_attachment/2580830/binary/1310370?fast\\_title=%C3%85rsrapport+bompengeinnkreving+i+2017.pdf](https://www.vegvesen.no/_attachment/2580830/binary/1310370?fast_title=%C3%85rsrapport+bompengeinnkreving+i+2017.pdf)
- Stavanger kommune. (2018). *Klima- og miljøplan 2018-2030: Handlingsplan 2018-2022*. Hentet fra <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/renovasjon-klima-og-miljo/miljo-og-klima/klima--og-miljo-handlingsplan--2018-2022---vedtatt-26.11.2018.pdf>
- Stensvold, T. (2015, mars 20). Denne fergen er revolusjonerende. Men passasjerene merker det knapt. Hentet 25. mars 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/denne-fergen-er-revolusjonerende-men-passasjerene-merker-det-knapt/222522>
- Stensvold, T. (2017a, mai 4). Når den nye fabrikken til Siemens er i gang, vil fire av fem store maritime batteriprodusenter drive i Norge. Hentet 2. april 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/nar-den-nye-fabrikken-til-siemens-er-i-gang-vil-fire-av-fem-store-maritime-batteriprodusenter-drive-i-norge/382503>
- Stensvold, T. (2017b, juni 28). Nå er verdens første plug-in hybridferge levert. Hentet 9. juni 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/na-er-verdens-forste-plug-in-hybridferge-levert/396659>

- Stensvold, T. (2018a, mai 14). Nå skjer det: Turistbåten som virkelig skåner norske fjorder for eksos og støy settes i drift. Hentet 9. juni 2019, fra Tu hjemmeside:  
<https://www.tu.no/artikler/na-skjer-det-turistbaten-som-virkelig-skaner-norske-fjorder-for-eksos-og-stoy-settes-i-drift/437300>
- Stensvold, T. (2018b, august 17). Verdens viktigste skip «pensjoneres»: – Har vært prøvekanin for utvikling av LNG, brenselceller og batterier. Hentet 9. juni 2019, fra Tu hjemmeside:  
<https://www.tu.no/artikler/verdens-viktigste-skip-pensjoneres-har-vaert-provekanin-for-utvikling-av-lng-brenselceller-og-batterier/443329>
- Stensvold, T. (2019, februar 20). Fjord 1 bygger om fire dieselferger til hybrid. Hentet 9. juni 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/fjord-1-bygger-om-fire-dieselferger-til-hybrid/458477>
- Stensvold, T., Urke, E. H., & Klingenberg, M. (2019, januar 28). I dag åpnes Siemens' batterifabrikk i Trondheim. Hentet 3. april 2019, fra Tu hjemmeside:  
<https://www.tu.no/artikler/i-dag-apnes-siemens-batterifabrikk-i-trondheim/456559>
- Strand, T., & Berg Bentzrød, S. (2017, mars 3). Prishopp på biodrivstoff: Nå går transportkjempene tilbake til fossil diesel. Hentet 1. april 2019, fra Aftenposten hjemmeside: <https://www.aftenposten.no/article/ap-woA5n.html>
- Stringer, D., & Buckland, K. (2019, januar 13). Noen må finne opp batteriet på nytt for at elbilen skal ta over. Hentet 20. mars 2019, fra E24 hjemmeside: <https://e24.no/a/24537681>
- Strøm.no. (u.å.). Vannkraft – Alt om fornybar energi. Hentet 23. mai 2019, fra Strøm hjemmeside: <https://xn--strm-ira.no/vannkraft>
- Søderholm, J. (2017, desember 15). Skal utvikle utslippsfri 30 tonns graver. Hentet 4. juni 2019, fra Anleggsmaskinen hjemmeside: <https://anleggsmaskinen.no/2017/12/utvikle-utslippsfri-30-tonns-graver/>

- Thelma Consulting Group. (2017). *Kapitaliseringsrenten i formuesverdiberegningen* (Nr. 2017–03; s. 18). Hentet fra Thelma Consoulting Group hjemmeside: <https://www.thema.no/wp-content/uploads/2017/10/THEMA-rapport-2017-03-Kapitaliseringsrenten-i-formuesverdiberegningen.pdf>
- Thelma Consulting Group. (2018). *Teknologiutvikling og incentiver for klimavennlig næringstransport* (Nr. 2018–7; s. 102). Hentet fra Thelma Consoulting Group hjemmeside: <https://www.nho.no/contentassets/849db35b80874657bd572bf4aa29e291/thema-rapport-2018-7-teknologiutvikling-og-incentiver-for-klimavennlig-naringstransport.pdf>
- Thorsheim, A. (2016, mai 5). Hva vil skje med strømprisen fremover? Hentet 26. april 2019, fra Otovo hjemmeside: <https://www.otovo.no/blog/2016/05/05/hva-vil-skje-med-stromprisen-fremover/>
- Vadset, K. W. (2019, januar 28). Corvus leverer batterier til fem Fjord1-ferjer. Hentet 2. april 2019, fra Maritimt hjemmeside: <http://maritimt.com/nb/maritimt-magasin/corvus-leverer-batterier-til-fem-fjord1-ferjer>
- Valle, M. (2017, oktober 26). Tror på hydrogen selv om de har revolusjonerende batteriteknologi. Hentet 18. mars 2019, fra Tu hjemmeside: <https://www.tu.no/artikler/tror-pa-hydrogen-selv-om-de-har-revolusjonerende-batteriteknologi/410631>
- Vegamot. (u.å.). Takstgruppe 1. Hentet 9. juni 2019, fra Vegamot hjemmeside: [https://www.vegamot.no/Takster\\_og\\_rabatter/Takstgruppe\\_1.aspx](https://www.vegamot.no/Takster_og_rabatter/Takstgruppe_1.aspx)
- Volvo Construction Equipment. (2019, januar 6). Volvo CE goes electric on smaller machines. Hentet 28. mai 2019, fra Volvoce hjemmeside: <https://www.volvoce.com/united-states/en-us/about-us/news/2019/volvo-ce-goes-electric-on-smaller-machines/>

- Wacker Neuson. (u.å.). Utslippsfri, stille og effektiv – Den helt elektriske mini gravemaskinen EZ17e. Hentet 28. mai 2019, fra Wackerneuson hjemmeside:  
<https://www.wackerneuson.no/no/bransjer-og-loesninger/innovative-loesninger/ez17e-og-ez26e/>
- Westcon Group. (2016, mars 31). Første batterisystem frå Westcon går til Eidesvik. Hentet 9. juni 2019, fra Westcon hjemmeside: <https://westcon.no/nyheter/2016/03/31/batterisystem/>
- Wiik, M. K., Suul, J. A., Sundseth, K., Ødegård, A., Mellegård, S., Azrague, K., ... lanssen, C. (2018). *30 tonns utslippsfri gravemaskin. Teknologistatus, kartlegging og erfaringer*. 66.
- Wikipedia. (2018). MF «Gloppefjord». I *Wikipedia*. Hentet fra  
[https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF\\_%C2%ABGloppefjord%C2%BB&oldid=18485079](https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF_%C2%ABGloppefjord%C2%BB&oldid=18485079)
- Wikipedia. (2019a). MF «Folgefonn» (1998). I *Wikipedia*. Hentet fra  
[https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF\\_%C2%ABFolgefonn%C2%BB\\_\(1998\)&oldid=19287076](https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF_%C2%ABFolgefonn%C2%BB_(1998)&oldid=19287076)
- Wikipedia. (2019b). MF «Giskøy». I *Wikipedia*. Hentet fra  
[https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF\\_%C2%ABGisk%C3%B8y%C2%BB&oldid=19199692](https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=MF_%C2%ABGisk%C3%B8y%C2%BB&oldid=19199692)
- Zero. (2016). *ZERO-notat: Fossilfri anleggsplass*. 8.
- Årseth, M. (2019, februar 16). Fått kontrakt frå Fjord1. Hentet 9. juni 2019, fra Sunnmørsposten hjemmeside: <https://www.smp.no/incoming/2019/02/16/F%C3%A5tt-kontrakt-fr%C3%A5-Fjord1-18485184.ece>

# Vedlegg

## Vedlegg 1 – Elbiloversikt

Tabell 1: Elbilmodeller 2010–2022.

Bilmerke	Modell	Type	Lanseringsår (Norge)	Batteri (kWh)	Rekkevidde (km)	Standard	Pris (NOK)
Think	City	COM	2010	23	-	-	244 000
Mitsubishi	i-Miev	COM	2010	16	100	EPA	239 900
Nissan	Leaf I	COM	2011	24	121	EPA	255 000
Citroen	C Zero	COM	2011	14.5	100	EPA	240 150
Peugeot	Ion Nivå 1	COM	2011	14.5	100	EPA	218 300
Tesla	S 85	COM	2013	85	426	EPA	506 700
Tesla	S 60	COM	2013	60	386	EPA	446 500
Ford	Focus Electric	COM	2013	23	122	EPA	259 000
BMW	i3 (60 Ah)	COM	2013	23	130	EPA	250 300
Volkswagen	E-up!	COM	2013	19	107	EPA	182 700
Volkswagen	E-golf 24	COM	2014	24	134	EPA	248 500
Renault	Zoe Life	COM	2014	22	140	EPA	191 980
Kia	Soul Electric Classic	COM	2014	27	150	EPA	193 900
Nissan	Leaf Visia 24	COM	2015	24	135	EPA	193 300
Mercedes	B250E	COM	2015	28	140	EPA	271 980
Tesla	X75 4WD 5-s	SUV	2016	75	383	EPA	740 200
Nissan	Leaf Visia 30	COM	2016	30	172	EPA	215 090
Hyundai	Ioniq Electric	COM	2016	28	200	EPA	231 050
BMW	i3 (94 Ah)	COM	2016	33	183	EPA	265 100
Tesla	X100D 4WD 5-s	SUV	2017	100	475	EPA	829 300
Volkswagen	E-golf 36	COM	2017	36	201	EPA	318 300
Smart	ForFour Electric	COM	2017	18	90	EPA	179 900
Renault	Zoe Z.E.40 Life	COM	2017	41	267	EPA	254 400
Opel	Ampera-e	COM	2017	60	383	EPA	304 900
Kia	Soul Electric Classic	COM	2017	30	179	EPA	218 100
Ford	Focus Electric	COM	2017	34	185	EPA	233 000
Nissan	Leaf Visia 40	COM	2018	40	243	EPA	246 000
Jaguar	i-Pace	SUV	2018	90	377	EPA	589 950
Hyundai	Kona Electric	SUV	2018	64	415	EPA	325 000
BMW	i3 (120 Ah)	COM	2018	42	246	EPA	309 000
Audi	E-tron 55	SUV	2018	95	400	WLTP	641 580
Tesla	3 AWD	COM	2019	75	496	EPA	454 700
Nissan	Leaf 3.Zero e+	COM	2019	62	363	EPA	382 900
Kia	e-Niro	SUV	2019	64	385	EPA	377 400
Mercedes	EQC	SUV	2019	-	357	EPA	750 000
Volvo	Polestar 2	COM	2019	78	500	WLTP	400 000
Porche	Taycan	COM	2020	-	-	-	700 000
Porche	Macan	SUV	2022	-	500	-	-

Innkjøpspris for bilforhandler vil i denne sammenheng tilsvare salgsprisen for elbilene, da det er sett bort ifra et fortjenestetillegg. Salgsprisen for dieselbilene derimot er bestemt av innkjøpspris, merverdiavgift og engangsavgift, som vist i formel V.1.1:

$$\text{Salgspris} = \text{innkjøpspris} + \text{innkjøpspris} * 0.25 + \text{engangsavgift} \quad (V.1.1)$$

Omregnet blir innkjøpsprisen:

$$\text{Innkjøpspris} = \frac{\text{salgspris} - \text{engangsavgift}}{1.25} \quad (V.1.2)$$

Engangsavgiftene ble kalkulert ved hjelp av en bilkalkulator tilhørende hvert års statsbudsjett, og tabell 1.2 viser hvilke verdier som er lagt grunn for hver av de analyserte bilenes engangsavgift.

Tabell 2: Utslippsfaktorer for fossile biler

<b>Biltype</b>	<b>NO<sub>x</sub> (mg/km)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (g/km)</b>	<b>Egenvekt (kg)</b>	<b>Motoreffekt (HK)</b>	<b>Kilde</b>
Peugeot 207 Active (2010)	216	99	1 279	90	(Bæra, 2010)
Nissan Juke Visia (2011)	52	123	1 329	110	(Lilly, 2019a; Nissan, u.å.)
Peugeot 208 Allure (2012)	151	98	970	68	(Johnsen, 2012; Peugeot, u.å.)
Ford Focus Titanium (2013)	47.4	114	1 396	150	(Ford, u.å.; Grøndal Bilbutikk, u.å.)
Kia Soul Classic (2014)	35.3	128	1 315	132	(Kia Soul, u.å.)
Mercedes B220 (2015)	65	107	1 430	170	(Ringen, 2014)
Hyundai i30 (2016)	142	97	1 416	110	(Hyundai, u.å.)
VW Golf (2017)	52	118	1 294	115	(Lilly, 2019b; Skillebæk, 2017)

## Vedlegg 2 – Drivstoffpriser elbil

Historisk rådata for diesel- og strømpriser er hentet fra SSB (u.å.b, u.å.c). Det er tatt utgangspunkt i den årlige gjennomsnittsprisen for utregning av diesel- og strømforbruk, og formel V.2.1 og V2.2 er benyttet for å regne ut årlig diesel- og strømforbruk, hvor  $i$  er årstall.

$$\text{Dieselforbruk}_i = \text{gj.snitt kjørelengde}_i * \text{forbruk}_{\text{diesel}} * \text{gj.snittlig dieselpris}_i \quad (V.2.1)$$

$$\text{Strømforbruk}_i = \text{gj.snitt kjørelengde}_i * \text{forbruk}_{\text{el}} * \text{gj.snittlig strømpris}_i \quad (V.2.2)$$

SSB (u.å.d) rapporterer også årlig kjørelengde for personbiler målt i kilometer, og antall registrerte personbiler per år. Dersom en antar at en elbil i gjennomsnitt kjører like langt årlig som en konvensjonell bil, kan en regne ut gjennomsnittlig kjørelengde per personbil med formel V.2.3.

$$\text{Gj.snittlig kjørelengde}_i = \frac{\text{kjørelengde personbiler}_i}{\text{registrerte personbiler}_i} \quad (V.2.3)$$

Tabell 3: Historiske priser på avgiftspliktig diesel, 2010-2018.

Dieselpriiser (kr/l)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Januar	11.43	12.69	13.47	13.03	13.49	12.46	11.61	13.87	14.37
Februar	11.22	13.00	13.54	13.20	13.43	12.14	10.95	13.80	14.46
Mars	11.58	13.36	13.53	13.08	13.20	12.47	11.86	13.50	14.12
April	11.80	13.45	13.63	12.72	12.99	12.67	11.41	12.93	14.34
Mai	11.83	13.10	13.23	12.87	13.18	12.03	11.21	13.06	15.16
Juni	11.78	13.16	12.87	12.88	13.02	12.63	11.96	13.36	14.84
Juli	11.70	13.22	12.76	13.03	13.25	12.60	12.06	13.30	14.94
August	11.57	13.09	13.14	13.29	13.25	11.90	11.64	13.55	15.04
September	11.62	12.95	13.34	13.46	13.06	12.06	11.57	13.62	15.13
Oktober	11.85	13.02	13.21	13.44	12.82	12.05	11.46	12.90	15.33
November	12.14	13.18	13.02	13.29	13.00	12.00	11.97	14.01	15.75
Desember	12.59	13.13	12.90	13.34	12.57	11.75	12.25	13.39	14.78
<b>Gjennomsnittspris</b>	<b>11.76</b>	<b>13.11</b>	<b>13.22</b>	<b>13.14</b>	<b>13.11</b>	<b>12.23</b>	<b>11.66</b>	<b>13.44</b>	<b>14.86</b>

Tabell 4: Historiske strømpriser for husholdninger, 2010-2018.

Strømpris (øre/kWh)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1. Kvartal	112.0	117.3	87.6	88.6	84.8	87.4	87.4	96.5	106.4
2. Kvartal	102.1	105.3	77.4	88.1	78.9	81.0	88.4	95.0	110.3
3. Kvartal	93.5	89.2	69.7	86.5	84.9	73.9	90.5	95.2	123.4
4. Kvartal	100.6	89.8	83.1	89.3	85.1	81.1	100.4	98.4	123.4
<b>Gjennomsnittspris (kr/kWh)</b>	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>	<b>0.79</b>	<b>0.88</b>	<b>0.83</b>	<b>0.81</b>	<b>0.92</b>	<b>0.96</b>	<b>1.16</b>



### Vedlegg 3 – Bompenger, trafikksikringsavgift og kjørelengde

For enkelthets skyld ble det tatt utgangspunkt i en gjennomsnittlig bompengetakst per år, inkludert rushtidsavgift, for de fem største byene i Norge; Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger og Kristiansand. Da opp mot 80% av alle kjøretøy har bombrikke, er det også her for enkelthets skyld gått ut ifra at alle kjøretøy har en slik avtale. Som vist i tabellen nedenfor er bomtakster fra de ulike byene er hentet fra diverse kilder, og antall årlige bompasseringer ble funnet på Statens vegvesen sine hjemmesider. Antall bompasseringer per personbil, og årlige bompenggeutgifter per kjøretøy er regnet ut med formel V.3.1 og V.3.2:

$$\text{Antall bompasseringer per bil}_i = \frac{\text{bompasseringer takstgruppe } 1_i * 0.93}{\text{registrerte personbiler}_i - \text{elbiler}_i} \quad (V.3.1)$$

$$\text{Bompenggeutgifter}_i = \text{gj.snittspris bomtakst}_i * \text{antall bompasseringer per bil}_i \quad (V.3.2)$$

Tabell 5: Historiske bompengesatser, 2010-2018.

Bomtakter	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Kilde
Andel som ikke har Autopass-avtale	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	(Statens Vegvesen, 2019, s. 8)
Stavanger	13	13	20	20	20	20	20	20	22	(Ferde, u.å.b; Nedrebø, 2013)
Rushtid	-	-	-	-	-	-	-	-	44	(Ferde, u.å.b)
Bergen	15	15	15	25	25	25	19	19	29	(Ferde, u.å.b; Otterlei, 2016)
Rushtid	-	-	-	-	-	-	45	45	54	(Ferde, u.å.b)
Oslo	26	26	27	30	31	32	33	50	50	(Fjellinjen, u.å.; Hofoss, 2012; Olav, 2010)
Rushtid	-	-	-	-	-	-	-	60	60	(Fjellinjen, u.å.)
Trondheim	16	16	10	10	10	10	10	11	15	(Nedrebø, 2013; Vegamot, u.å.)
Rushtid	-	-	20	20	20	20	20	22	30	(Nedrebø, 2013; Vegamot, u.å.)
Kristiansand	21	21	21	14	14	14	14	14	14	(Ferde, u.å.b, u.å.a; Statens Vegvesen, u.å.)
Rushtid	-	-	-	21	21	21	21	21	21	(Ferde, u.å.b, u.å.a)
<b>Gjennomsnitt (kr)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	
Bompasseringer takstgruppe 1 i Norge (tusen)	389 247	410 795	431 642	441 195	474 738	549 741	593 552	609 123	-	(Statens Vegvesen, 2019, s. 6)
Antall bompasseringer per bil (gjennomsnitt)	169	173	177	178	189	216	231	236	248	

Da elbiler og diesalbiler betaler ulike satser for årsavgift/trafikkforsikringsavgift er også denne utgiften tatt med i utgiftsregnskapet. Trafikkforsikringsavgiften for 2018 er regnet ut til å være døgnseten multiplisert med 365 dager.

Tabell 6: Historisk års- og trafikkforsikringsavgift hentet fra Skatteetaten (u.å.b), 2010-2019.

Årsavgift/trafikkforsikringsavgift	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Diesebil	2 790	2 840	2 885	2 940	2 995	3 060	3 135	2 820	2 865	2 909
Elbil	395	400	405	415	425	435	445	455	0	0

Tabell 7: Historisk kjørelengde for personbil, 2010-2017.

Kjørelengde	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Kilde
Kjørelengde personbiler i km (hundre tusen)	32 737	33 032	33 876	33 931	33 841	34 324	34 978	35 301	(SSB, u.å.d)
Registrerte personbiler	2 308 548	2 376 426	2 442 964	2 500 265	2 555 443	2 610 352	2 662 910	2 719 395	(SSB, u.å.a)
Registrerte bombetalende personbiler	2 306 480	2 372 517	2 434 933	2 482 495	2 517 443	2 541 252	2 565 410	2 580 566	
Gjennomsnitt (mil)	1418	1390	1387	1357	1324	1315	1314	1298	

## Vedlegg 4 – Fremtidsparametere elbil

For å lage estimater for fremtiden er det blitt regnet ut parametere basert på det historiske datagrunnlaget. Det vil alltid være usikkerhet knyttet til prognoser for fremtiden, men det gir en indikasjon på hvordan trenden for de ulike forholdene blir. En forutsetning for utregning av parametere er at bilene eies fra årets start til årets slutt. For å kalkulere gjennomsnittlig årlig stigning/nedgang for de ulike verdiene, ble formel V.4.1 benyttet.

$$\text{Fremtidsparameter} = \frac{\sum \frac{gj.snittsverdi_i - gj.snittsverdi_{i-1}}{gj.snittsverdi_{i-1}}}{\text{antall år}} \quad (V.4.1)$$

Deretter ble formel V.5.2 brukt til å anslå en verdi for hvert år fram i tid.

$$\text{Anslått pris}_i = gj.snittsverdi_{i-1} * (1 + fremtidsparameter) \quad (V.4.2)$$

Som tidligere nevnt, ble årsavgiften byttet ut med en trafikkforsikringsavgift med døgnrate i 2018. Da dette er to ulike prisgrunnlag er det ved utregning av fremtidsparameteren for denne avgiften kun tatt utgangspunkt i døgnratens stigning fra 2018 til 2019, som var på 0,12 kr per døgn. Dette gir en total prisøkning på 43 kr per år. Det er gjort en forutsetning om at elbiler fortsetter med fritak for trafikkforsikringsavgift, samt at elbiler fra og med 2020 er nødt til å betale 50% av bompengerakstene i alle de store byene.

Tabell 8: Fremtidsparametere elbil

	Årlig økning
Dieselpriis	3.24 %
Strømpriis for husholdninger	2.35 %
Kjørelengde	-1.25 %
Bompengepriis	8.46 %
Antall bompasseringer	5.00 %
Trafikkforsikringsavgift (kr/døgn)	0.12

Tabell 9: Estimerte dieselpriiser 2019-2030.

Dieselpriis	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gjennomsnittspriis (kr/l)	15.34	15.83	16.35	16.87	17.42	17.99	18.57	19.17	19.79	20.43	21.09	21.78

Tabell 10: Estimerte strømpriiser for husholdninger, 2019-2030.

Strømpriis	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gjennomsnittspriis (kr/kWh)	1.19	1.21	1.24	1.27	1.30	1.33	1.36	1.40	1.43	1.46	1.50	1.53

Tabell 11: Estimert kjørelengde, 2019-2030.

<b>Kjørelengde (mil)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Gjennomsnitt	1 282	1 266	1 250	1 234	1 219	1 204	1 189	1 174	1 159	1 145	1 130	1 116	1 102

Tabell 12: Estimerte bompengetakster, 2019-2030.

<b>Bomtakster</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Gjennomsnittspris (kr)	29	32	35	38	41	44	48	52	56	61	66	72
Antall bompasseringer per bil (gjennomsnitt)	260	273	287	301	316	332	349	366	385	404	424	445

Tabell 13: Estimerte avgiftssatser, 2020-2030.

<b>Årsavgift/Trafikkforsikringsavgift</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Dieselbil	2 953	2 997	3 040	3 084	3 128	3 172	3 216	3 259	3 303	3 347	3 391
Elbil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Vedlegg 5 – Lån Nissan Leaf

Formel V.5.1, V.5.2 og V.5.3 er benyttet til å kalkulere låneopptaket ved kjøp av en privatbil. Det er antatt at kjøper innesitter egenkapital lik 100 000 kr for begge investeringsalternativene, og at lånet vil gå over 6 år. Rentesatsen er satt til 2.1%.

$$\text{Terminbeløp per år} = \text{lånesum} * \text{rentesats} * \frac{(1 + \text{rentesats})^{\text{antall år}}}{(1 + \text{rentesats})^{\text{antall år}} - 1} \quad (V.5.1)$$

$$\text{Rentebeløp} = \text{lånesum} * \text{rentesats} \quad (V.5.2)$$

$$\text{Avdrag} = \text{terminbeløp} - \text{rentebeløp} \quad (V.5.3)$$

### ELBIL UTEN INSENTIV

ELEKTRISK	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lånesum	155 000					
Terminbeløp	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765
Renter	3 255	2 740	2 215	1 678	1 130	571
Avdrag	24 510	25 025	25 550	26 087	26 635	27 194
Restgjeld	130 490	105 465	79 915	53 828	27 194	0

DIESEL	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lånesum	26 210					
Terminbeløp	4 695	4 695	4 695	4 695	4 695	4 695
Renter	550	463	375	284	191	97
Avdrag	4 144	4 232	4 320	4 411	4 504	4 598
Restgjeld	22 065	17 834	13 513	9 102	4 598	0

ELEKTRISK	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lånesum	155 000					
Terminbeløp	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765
Renter	3 255	2 740	2 215	1 678	1 130	571
Avdrag	24 510	25 025	25 550	26 087	26 635	27 194
Restgjeld	130 490	105 465	79 915	53 828	27 194	0

DIESEL	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lånesum	5 250					
Terminbeløp	940	940	940	940	940	940
Renter	110	93	75	57	38	19
Avdrag	830	848	865	884	902	921
Restgjeld	4 419	3 572	2 702	1 823	921	0

ELEKTRISK	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Lånesum	119 700					
Terminbeløp	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442
Renter	2 514	2 116	1 710	1 296	873	441
Avdrag	18 928	19 326	19 731	20 146	20 569	21 001
Restgjeld	100 772	81 446	61 715	41 569	21 001	0

DIESEL	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Lånesum	2 210					
Terminbeløp	396	396	396	396	396	396
Renter	46	39	32	24	16	8
Avdrag	349	357	364	372	380	388
Restgjeld	1 860	1 503	1 139	767	388	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Lånesum	119 700					
Terminbeløp	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442
Renter	2 514	2 116	1 710	1 296	873	441
Avdrag	18 928	19 326	19 731	20 146	20 569	21 001
Restgjeld	100 772	81 446	61 715	41 569	21 001	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Lånesum	93 300					
Terminbeløp	16 713	16 713	16 713	16 713	16 713	16 713
Renter	1 959	1 649	1 333	1 010	680	344
Avdrag	14 753	15 063	15 380	15 703	16 032	16 369
Restgjeld	78 547	63 483	48 104	32 401	16 369	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Lånesum	95 090					
Terminbeløp	17 033	17 033	17 033	17 033	17 033	17 033
Renter	1 997	1 681	1 359	1 030	693	350
Avdrag	15 036	15 532	15 675	16 004	16 340	16 683
Restgjeld	80 054	64 701	49 027	33 023	16 683	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Lånesum	104 990					
Terminbeløp	18 807	18 807	18 807	18 807	18 807	18 807
Renter	2 205	1 856	1 500	1 137	766	387
Avdrag	16 602	16 951	17 307	17 670	18 041	18 420
Restgjeld	88 388	71 437	54 131	36 461	18 420	0

<b>DIESEL</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Lånesum	8 610					
Terminbeløp	1 542	1 542	1 542	1 542	1 542	1 542
Renter	181	152	123	93	63	32
Avdrag	1 361	1 390	1 419	1 449	1 479	1 511
Restgjeld	7 248	5 858	4 439	2 990	1 511	0

<b>DIESEL</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Lånesum	11 730					
Terminbeløp	2 101	2 101	2 101	2 101	2 101	2 101
Renter	246	207	168	127	86	43
Avdrag	1 855	1 894	1 934	1 974	2 016	2 058
Restgjeld	9 875	7 981	6 048	4 073	2 058	0

<b>DIESEL</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Lånesum	13 570					
Terminbeløp	2 431	2 431	2 431	2 431	2 431	2 431
Renter	285	240	194	147	99	50
Avdrag	2 146	2 191	2 237	2 284	2 332	2 381
Restgjeld	11 424	9 233	6 996	4 712	2 381	0

<b>DIESEL</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Lånesum	12 530					
Terminbeløp	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244	2 244
Renter	263	222	179	136	91	46
Avdrag	1 981	2 023	2 065	2 109	2 153	2 193
Restgjeld	10 548	8 525	6 460	4 351	2 198	0

## ELEKTRISK

ELEKTRISK	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lånesum	155 000					
Terminbeløp	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765
Renter	3 255	2 740	2 215	1 678	1 130	571
Avdrag	24 510	25 025	25 550	26 087	26 635	27 194
Restgjeld	130 490	105 465	79 915	53 828	27 194	0

ELEKTRISK	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lånesum	155 000					
Terminbeløp	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765	27 765
Renter	3 255	2 740	2 215	1 678	1 130	571
Avdrag	24 510	25 025	25 550	26 087	26 635	27 194
Restgjeld	130 490	105 465	79 915	53 828	27 194	0

ELEKTRISK	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Lånesum	119 700					
Terminbeløp	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442
Renter	2 514	2 116	1 710	1 296	873	441
Avdrag	18 928	19 326	19 731	20 146	20 569	21 001
Restgjeld	100 772	81 446	61 715	41 569	21 001	0

ELEKTRISK	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lånesum	119 700					
Terminbeløp	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442	21 442
Renter	2 514	2 116	1 710	1 296	873	441
Avdrag	18 928	19 326	19 731	20 146	20 569	21 001
Restgjeld	100 772	81 446	61 715	41 569	21 001	0

ELEKTRISK	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lånesum	93 300					
Terminbeløp	16 713	16 713	16 713	16 713	16 713	16 713
Renter	1 959	1 649	1 333	1 010	680	344
Avdrag	14 753	15 063	15 380	15 703	16 032	16 369
Restgjeld	78 547	63 483	48 104	32 401	16 369	0

DIESEL	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lånesum	127 000					
Terminbeløp	22 749	22 749	22 749	22 749	22 749	22 749
Renter	2 667	2 245	1 815	1 375	926	468
Avdrag	20 082	20 504	20 935	21 374	21 823	22 281
Restgjeld	106 918	86 414	65 479	44 105	22 281	0

DIESEL	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lånesum	100 800					
Terminbeløp	18 056	18 056	18 056	18 056	18 056	18 056
Renter	2 117	1 782	1 440	1 091	735	371
Avdrag	15 939	16 274	16 616	16 965	17 321	17 685
Restgjeld	84 861	68 587	51 971	35 006	17 685	0

DIESEL	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Lånesum	97 000					
Terminbeløp	17 375	17 375	17 375	17 375	17 375	17 375
Renter	2 037	1 715	1 386	1 050	707	357
Avdrag	15 338	15 661	15 989	16 325	16 668	17 018
Restgjeld	81 662	66 001	50 011	33 686	17 018	0

DIESEL	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lånesum	105 000					
Terminbeløp	18 809	18 809	18 809	18 809	18 809	18 809
Renter	2 205	1 856	1 500	1 137	766	387
Avdrag	16 604	16 952	17 308	17 672	18 043	18 422
Restgjeld	88 396	71 444	54 136	36 464	18 422	0

DIESEL	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lånesum	108 900					
Terminbeløp	19 507	19 507	19 507	19 507	19 507	19 507
Renter	2 287	1 925	1 556	1 179	794	401
Avdrag	17 220	17 582	17 951	18 328	18 713	19 106
Restgjeld	91 680	74 098	56 147	37 819	19 106	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Lånesum	95 090					
Terminbeløp	17 033	17 033	17 033	17 033	17 033	17 033
Renter	1 997	1 681	1 359	1 030	693	350
Avdrag	15 036	15 532	15 675	16 004	16 340	16 683
Restgjeld	80 054	64 701	49 027	33 023	16 683	0

<b>DIESEL</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Lånesum	111 200					
Terminbeløp	19 919	19 919	19 919	19 919	19 919	19 919
Renter	2 225	1 966	1 589	1 204	811	410
Avdrag	17 584	17 953	18 330	18 715	19 108	19 509
Restgjeld	93 616	75 663	57 333	38 618	19 509	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Lånesum	104 990					
Terminbeløp	18 807	18 807	18 807	18 807	18 807	18 807
Renter	2 205	1 856	1 500	1 137	766	387
Avdrag	16 602	16 951	17 307	17 670	18 041	18 420
Restgjeld	88 388	71 437	54 131	36 461	18 420	0

<b>DIESEL</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Lånesum	109 900					
Terminbeløp	19 686	19 686	19 686	19 686	19 686	19 686
Renter	2 308	1 943	1 570	1 190	801	405
Avdrag	17 378	17 743	18 116	18 496	18 885	19 281
Restgjeld	92 522	74 778	56 662	38 166	19 281	0



## Vedlegg 6 – Kontantstrøm Nissan Leaf

### ELBIL UTEN INSENTIVORDNING

ELEKTRISK	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Innkjøpspris	- 255 000					
Lån	155 000					
Strømutgifter	- 2 093	- 1 653	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806
Service- og vedlikehold	- 1 530	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689
Bompenger	- 2 521	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211
Avdrag	- 24 510	- 25 025	- 25 550	- 26 087	- 26 635	- 27 194
Renter	- 3 255	- 2 740	- 2 215	- 1 678	- 1 130	- 571
Utrangeringsverdi						109 650
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 133 909</b>	<b>- 33 649</b>	<b>- 33 994</b>	<b>- 34 085</b>	<b>- 34 526</b>	<b>74 179</b>

ELEKTRISK	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Innkjøpspris	- 255 000					
Lån	155 000					
Strømutgifter	- 1 653	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875
Service- og vedlikehold	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723
Bompenger	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497
Avdrag	- 24 510	- 25 025	- 25 550	- 26 087	- 26 635	- 27 194
Renter	- 3 255	- 2 740	- 2 215	- 1 678	- 1 130	- 571
Utrangeringsverdi						109 650
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 133 649</b>	<b>- 33 994</b>	<b>- 34 085</b>	<b>- 34 526</b>	<b>- 35 471</b>	<b>72 790</b>

ELEKTRISK	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Innkjøpspris	- 219 700					
Lån	199 700					
Strømutgifter	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228
Service- og vedlikehold	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757
Bompenger	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722
Avdrag	- 18 928	- 19 326	- 19 731	- 20 146	- 20 569	- 21 001
Renter	- 2 514	- 2 116	- 1 710	- 1 296	- 873	- 441
Utrangeringsverdi						94 471
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 127 671</b>	<b>- 27 761</b>	<b>- 28 203</b>	<b>- 29 148</b>	<b>- 30 537</b>	<b>62 322</b>

DIESEL	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Innkjøpspris	- 126 210					
Lån	26 210					
Dieselutgifter	- 7 290	- 7 333	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128
Service- og vedlikehold	- 1 530	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689
Bompenger	- 2 521	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211
Avdrag	- 4 144	- 4 232	- 4 320	- 4 411	- 4 504	- 4 598
Renter	- 550	- 463	- 375	- 284	- 191	- 97
Utrangeringsverdi						54 270
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 116 036</b>	<b>- 16 259</b>	<b>- 16 261</b>	<b>- 16 299</b>	<b>- 16 294</b>	<b>37 548</b>

DIESEL	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Innkjøpspris	- 105 250					
Lån	5 250					
Dieselutgifter	- 7 333	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979
Service- og vedlikehold	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723
Bompenger	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497
Avdrag	- 830	- 848	- 865	- 884	- 902	- 921
Renter	- 110	- 93	- 75	- 57	- 38	- 19
Utrangeringsverdi						45 257
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 112 505</b>	<b>- 12 506</b>	<b>- 12 545</b>	<b>- 12 540</b>	<b>- 12 968</b>	<b>30 118</b>

DIESEL	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Innkjøpspris	- 102 210					
Lån	2 210					
Dieselutgifter	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617
Service- og vedlikehold	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757
Bompenger	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722
Avdrag	- 349	- 357	- 3 64	- 372	- 380	- 388
Renter	- 46	- 39	- 32	- 24	- 16	- 8
Utrangeringsverdi						43 950
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 111 962</b>	<b>- 12 000</b>	<b>- 11 995</b>	<b>- 12 424</b>	<b>- 14 595</b>	<b>27 458</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Innkjøpspris	- 219 700					
Lån	119 700					
Strømutgifter	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252
Service- og vedlikehold	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793
Bompenger	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 8 718
Avdrag	- 18 928	- 19 326	- 19 731	- 20 146	- 20 569	- 21 001
Renter	- 2 514	- 2 116	- 1 710	- 1 296	- 873	- 441
Utrangeringsverdi						94 471
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 127 761</b>	<b>- 28 203</b>	<b>- 29 148</b>	<b>- 30 537</b>	<b>- 32 149</b>	<b>60 267</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Innkjøpspris	- 193 300					
Lån	93 300					
Strømutgifter	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276
Service- og vedlikehold	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828
Bompenger	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 8 718	- 8 718
Avdrag	- 14 753	- 15 063	- 15 380	- 15 703	- 16 032	- 16 369
Renter	- 1 959	- 1 649	- 1 333	- 1 010	- 680	- 344
Utrangeringsverdi						83 119
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 123 474</b>	<b>- 24 419</b>	<b>- 25 808</b>	<b>- 27 420</b>	<b>- 28 412</b>	<b>53 584</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Innkjøpspris	- 195 090					
Lån	95 090					
Strømutgifter	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276	- 2 300
Service- og vedlikehold	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865
Bompenger	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 8 718	- 8 718	- 9 929
Avdrag	- 15 036	- 15 352	- 15 675	- 16 004	- 15 340	- 16 683
Renter	- 1 997	- 1 681	- 1 359	- 1 030	- 693	- 350
Utrangeringsverdi						83 889
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 124 740</b>	<b>- 26 128</b>	<b>- 27 741</b>	<b>- 28 733</b>	<b>- 29 856</b>	<b>52 762</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Innkjøpspris	- 108 610					
Lån	8 610					
Dieselutgifter	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765
Service- og vedlikehold	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793
Bompenger	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655
Avdrag	- 1 361	- 1 390	- 1 419	- 1 449	- 1 479	- 1 511
Renter	- 181	- 152	- 123	- 93	- 63	- 32
Utrangeringsverdi						46 702
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 113 147</b>	<b>- 13 142</b>	<b>- 13 570</b>	<b>- 15 742</b>	<b>- 17 638</b>	<b>27 947</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Innkjøpspris	- 111 730					
Lån	11 730					
Dieselutgifter	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916
Service- og vedlikehold	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828
Bompenger	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 8 718
Avdrag	- 1 855	- 1 894	- 1 934	- 1 974	- 2 016	- 2 058
Renter	- 246	- 207	- 168	- 127	- 86	- 43
Utrangeringsverdi						48 044
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 113 700</b>	<b>- 14 129</b>	<b>- 16 300</b>	<b>- 18 197</b>	<b>- 19 314</b>	<b>27 480</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Innkjøpspris	- 113 570					
Lån	13 570					
Dieselutgifter	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916	- 8 071
Service- og vedlikehold	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865
Bompenger	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 8 718	- 9 929
Avdrag	- 2 146	- 2 191	- 2 237	- 2 284	- 2 332	- 2 381
Renter	- 285	- 240	- 194	- 147	- 99	- 50
Utrangeringsverdi						48 835
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 114 458</b>	<b>- 16 630</b>	<b>- 18 527</b>	<b>- 19 644</b>	<b>- 20 894</b>	<b>26 540</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Innkjøpspris	- 204 990					
Lån	104 990					
Strømutgifter	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276	- 2 300	- 2 325
Service- og vedlikehold	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865	- 1 902
Bompenger	- 5 497	- 6 722	- 8 718	- 8 718	- 9 929	- 11 307
Avdrag	- 16 602	- 16 951	- 17 307	- 17 670	- 18 041	- 18 420
Renter	- 2 205	- 1 856	- 1 500	- 1 137	- 766	- 387
Utrangeringsverdi						88 146
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 127 902</b>	<b>- 29 514</b>	<b>- 30 506</b>	<b>- 31 629</b>	<b>- 32 900</b>	<b>53 805</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Innkjøpspris	- 112 530					
Lån	12 530					
Dieselutgifter	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916	- 8 071	- 8 228
Service- og vedlikehold	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865	- 1 902
Bompenger	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 8 718	- 9 929	- 11 307
Avdrag	- 1 981	- 2 023	- 2 065	- 2 109	- 2 153	- 2 198
Renter	- 263	- 222	- 179	- 136	- 91	- 46
Utrangeringsverdi						48 388
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 116 444</b>	<b>- 18 341</b>	<b>- 19 457</b>	<b>- 20 707</b>	<b>- 22 109</b>	<b>24 706</b>

## NÅVERDIER ELBIL UTEN INSENTIVORDNING

<b>Investeringsstid</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
NPV elektrisk	- 181 631	- 183 600	- 167 337	- 171 963	- 161 475	- 168 112	- 179 682
NPV diesel	- 133 698	- 123 915	- 125 240	- 132 768	- 139 535	- 146 879	- 153 687
<b>Forholdstall</b>	<b>1.359</b>	<b>1.482</b>	<b>1.336</b>	<b>1.295</b>	<b>1.157</b>	<b>1.145</b>	<b>1.169</b>

## ELEKTRISK

ELEKTRISK	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Innkjøpspris	- 255 000					
Lån	155 000					
Strømutgifter	- 2 093	- 1 653	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806
Service- og vedlikehold	- 1 530	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689
Trafikkforsikringsavgift	- 400	- 405	- 415	- 425	- 435	- 445
Avdrag	- 24 510	- 25 025	- 25 550	- 26 087	- 26 635	- 27 194
Renter	- 3 225	- 2 740	- 2 215	- 1 678	- 1 130	- 571
Utrangeringsverdi						109 650
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 131 788</b>	<b>- 31 383</b>	<b>- 31 566</b>	<b>- 31 471</b>	<b>- 31 451</b>	<b>77 945</b>

ELEKTRISK	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Innkjøpspris	- 255 000					
Lån	155 000					
Strømutgifter	- 1 653	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875
Service- og vedlikehold	- 1 561	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723
Trafikkforsikringsavgift	- 405	- 415	- 425	- 435	- 445	- 455
Avdrag	- 24 510	- 25 025	- 25 550	- 26 087	- 26 635	- 27 194
Renter	- 3 255	- 2 740	- 2 215	- 1 678	- 1 130	- 571
Utrangeringsverdi						109 650
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 131 383</b>	<b>- 31 566</b>	<b>- 31 471</b>	<b>- 31 451</b>	<b>- 31 705</b>	<b>77 832</b>

ELEKTRISK	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Innkjøpspris	- 219 700					
Lån	119 700					
Strømutgifter	- 1 794	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228
Service- og vedlikehold	- 1 592	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757
Trafikkforsikringsavgift	- 415	- 425	- 435	- 445	- 455	0
Avdrag	- 18 928	- 19 326	- 19 731	- 20 146	- 20 569	- 21 001
Renter	- 2 514	- 2 116	- 1 710	- 1 296	- 873	- 441
Utrangeringsverdi						94 471
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 125 242</b>	<b>- 25 148</b>	<b>- 25 128</b>	<b>- 25 382</b>	<b>- 25 494</b>	<b>69 044</b>

DIESEL	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Innkjøpspris	- 227 000					
Lån	127 000					
Dieselutgifter	- 7 290	- 7 333	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128
Service- og vedlikehold	- 2 040	- 2 081	- 2 122	- 2 165	- 2 208	- 2 252
Trafikkforsikringsavgift	- 2 840	- 2 885	- 2 940	- 2 995	- 3 060	- 3 135
Bompenger	- 2 521	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211
Avdrag	- 20 082	- 20 504	- 20 935	- 21 374	- 21 823	- 22 281
Renter	- 2 667	- 2 245	- 1 815	- 1 375	- 926	- 468
Utrangeringsverdi						97 610
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 137 441</b>	<b>- 37 719</b>	<b>- 37 786</b>	<b>- 37 890</b>	<b>- 37 961</b>	<b>59 135</b>

DIESEL	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Innkjøpspris	- 200 800					
Lån	100 800					
Dieselutgifter	- 7 333	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979
Service- og vedlikehold	- 2 081	- 2 122	- 2 165	- 2 208	- 2 252	- 2 297
Bompenger	- 2 885	- 2 940	- 2 995	- 3 060	- 3 135	- 3 220
Trafikkforsikringsavgift	- 2 671	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497
Avdrag	- 15 939	- 16 274	- 16 616	- 16 965	- 17 321	- 17 685
Renter	- 2 117	- 1 782	- 1 440	- 1 091	- 735	- 371
Utrangeringsverdi						86 344
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 133 026</b>	<b>- 33 093</b>	<b>- 33 197</b>	<b>- 33 268</b>	<b>- 33 782</b>	<b>50 694</b>

DIESEL	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Innkjøpspris	- 197 000					
Lån	97 000					
Dieselutgifter	- 7 131	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617
Service- og vedlikehold	- 2 122	- 2 165	- 2 208	- 2 252	- 2 297	- 2 343
Bompenger	- 2 940	- 2 995	- 3 060	- 3 135	- 3 220	- 3 285
Trafikkforsikringsavgift	- 2 844	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722
Avdrag	- 15 338	- 15 661	- 15 989	- 16 325	- 16 668	- 17 018
Renter	- 2 037	- 1 715	- 1 386	- 1 050	- 707	- 357
Utrangeringsverdi						84 710
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 132 412</b>	<b>- 32 516</b>	<b>- 32 587</b>	<b>- 33 101</b>	<b>- 34 969</b>	<b>47 787</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Innkjøpspris	- 219 700					
Lån	119 700					
Strømutgifter	- 1 657	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252
Service- og vedlikehold	- 1 624	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793
Trafikkforsikringsavgift	- 425	- 435	- 445	- 455	0	0
Avdrag	- 19 326	- 19 731	- 20 146	- 20 569	- 21 001	- 21 001
Renter	- 2 116	- 1 710	- 1 296	- 873	- 441	- 441
Utrangeringsverdi						94 471
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 125 148</b>	<b>- 25 128</b>	<b>- 25 382</b>	<b>- 25 494</b>	<b>- 25 427</b>	<b>68 985</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Innkjøpspris	- 193 300					
Lån	93 300					
Strømutgifter	- 1 595	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276
Service- og vedlikehold	- 1 656	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828
Bompenger	0	0	0	0	0	- 4 3459
Trafikkforsikringsavgift	- 435	- 445	- 455	0	0	0
Avdrag	- 14 735	- 15 063	- 15 380	- 15 703	- 16 032	- 16 369
Renter	- 1 959	- 1 649	- 1 333	- 1 010	- 680	- 344
Utrangeringsverdi						83 119
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 120 399</b>	<b>- 20 653</b>	<b>- 20 765</b>	<b>- 20 698</b>	<b>- 20 757</b>	<b>57 943</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Innkjøpspris	- 195 090					
Lån	95 090					
Strømutgifter	- 1 806	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276	- 2 300
Service- og vedlikehold	- 1 689	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865
Bompenger	0	0	0	0	- 4 3459	- 4 964
Trafikkforsikringsavgift	- 445	- 455	0	0	0	0
Avdrag	- 15 036	- 15 352	- 15 675	- 16 004	- 16 340	- 16 683
Renter	- 1 997	- 1 681	- 1 359	- 1 030	- 693	- 350
Utrangeringsverdi						83 889
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 120 974</b>	<b>- 21 086</b>	<b>- 21 019</b>	<b>- 21 078</b>	<b>- 25 497</b>	<b>57 726</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Innkjøpspris	- 205 000					
Lån	105 000					
Dieselutgifter	- 6 942	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765
Service- og vedlikehold	- 2 165	- 2 208	- 2 252	- 2 297	- 2 343	- 2 390
Bompenger	- 2 995	- 3 060	- 3 135	- 2 820	- 2 865	- 2 909
Trafikkforsikringsavgift	- 3 039	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655
Avdrag	- 16 604	- 16 952	- 17 308	- 17 672	- 18 043	- 18 422
Renter	- 2 205	- 1 856	- 1 500	- 1 137	- 766	- 387
Utrangeringsverdi						88 150
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 133 949</b>	<b>- 34 020</b>	<b>- 34 534</b>	<b>- 36 402</b>	<b>- 38 356</b>	<b>48 622</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Innkjøpspris	- 208 900					
Lån	108 900					
Dieselutgifter	- 6 433	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916
Service- og vedlikehold	- 2 208	- 2 252	- 2 297	- 2 343	- 2 390	- 2 438
Bompenger	- 3 060	- 3 135	- 2 820	- 2 865	- 2 909	- 8 718
Trafikkforsikringsavgift	- 3 511	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 2 953
Avdrag	- 17 220	- 17 582	- 17 951	- 18 328	- 18 713	- 19 106
Renter	- 2 287	- 1 925	- 1 556	- 1 179	- 794	- 401
Utrangeringsverdi						89 827
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 134 719</b>	<b>- 35 233</b>	<b>- 37 101</b>	<b>- 39 054</b>	<b>- 40 227</b>	<b>48 295</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Innkjøpspris	- 211 200					
Lån	111 200					
Dieselutgifter	- 6 128	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916	- 8 071
Service- og vedlikehold	- 2 252	- 2 297	- 2 343	- 2 390	- 2 438	- 2 487
Bompenger	- 3 135	- 2 820	- 2 865	- 2 909	- 8 718	- 9 929
Trafikkforsikringsavgift	- 4 211	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 2 953	- 2 997
Avdrag	- 17 584	- 17 953	- 18 330	- 18 715	- 19 108	- 19 509
Renter	- 2 335	- 1 966	- 1 589	- 1 204	- 811	- 410
Utrangeringsverdi						90 816
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 135 645</b>	<b>- 37 513</b>	<b>- 39 466</b>	<b>- 40 639</b>	<b>- 41 793</b>	<b>47 414</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Innkjøpspris	- 204 990					
Lån	104 990					
Strømutgifter	- 1 875	- 2 228	- 2 252	- 2 276	- 2 300	- 2 325
Service- og vedlikehold	- 1 723	- 1 757	- 1 793	- 1 828	- 1 865	- 1 902
Bompenger	0	0	0	- 4 3459	- 4 964	- 5 654
Trafikkforsikringsavgift	- 455	0	0	0	0	0
Avdrag	- 16 602	- 16 951	- 17 307	- 17 670	18 041	- 18 420
Renter	- 2 205	- 1 856	- 1 500	- 1 137	- 766	- 387
Utrangeringsverdi						88 146
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 122 859</b>	<b>- 22 792</b>	<b>- 22 851</b>	<b>- 27 270</b>	<b>- 27 936</b>	<b>59 458</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Innkjøpspris	- 209 900					
Lån	109 900					
Dieselutgifter	- 6 979	- 7 617	- 7 765	- 7 916	- 8 071	- 8 228
Service- og vedlikehold	- 2 297	- 2 343	- 2 390	- 2 438	- 2 487	- 2 536
Bompenger	- 2 820	- 2 865	- 2 909	- 8 718	- 9 929	- 11 307
Trafikkforsikringsavgift	- 5 497	- 6 722	- 7 655	- 2 953	- 2 997	- 3 040
Avdrag	- 17 327	- 17 743	- 18 116	- 18 496	- 18 885	- 19 281
Renter	- 2 308	- 1 943	- 1 570	- 1 190	- 801	- 405
Utrangeringsverdi						90 257
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 137 280</b>	<b>- 39 234</b>	<b>- 40 406</b>	<b>- 41 712</b>	<b>- 43 169</b>	<b>45 459</b>

## NÅVERDIER MED INSENTIVORDNING

<b>Investeringsår</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
NPV elektrisk	- 169 409	- 169 344	- 149 971	- 150 142	- 138 498	- 143 245	- 153 028
NPV diesel	- 206 014	- 193 394	- 194 365	- 202 829	- 210 048	- 217 523	- 224 215
<b>Forholdstall</b>	<b>0.822</b>	<b>0.876</b>	<b>0.772</b>	<b>0.740</b>	<b>0.659</b>	<b>0.659</b>	<b>0.683</b>

## Vedlegg 7 – Elektriske ferjer og skip

Tabell 14: Oversikt over elektriske ferjer og skip.

Rederi	Navn	Bruksområde	Årstall	Type	Energikilde	Kommentar	Kilder
Eidesvik Offshore	Viking Lady	Supply skip	2013	Hybrid	Primær energikilde: Gass	Bygget om	(Stensvold, 2018b)
Norled	MF Ampere	Ferje	2015	Helelektrisk		Ny	(Dalaker mfl., 2019)
Eidesvik Offshore	Viking Queen	Supply skip	2015	Hybrid	Primær energikilde: Gass	Bygget om	(Westcon Group, 2016)
Eidesvik Offshore	Viking Energy	Supply skip	2016	Hybrid	Primær energikilde: Gass	Bygget om	(Equinor, u.å.)
The fjords	Vision of the fjords	Sightseeingbåt	2016	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Brødrene AA, u.å.)
Norled	MF Folgefonn	Ferje	2017	Helelektrisk		Bygget om	(Wikipedia, 2019a)
Fjord 1	MF Gløppefjord	Ferje	2017	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Wikipedia, 2018)
Fjord 1	MF Eidsfjord	Ferje	2017	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Wikipedia, 2018)
Torghatten trafikkelskap	MF Hornstind	Ferje	2017	Hybrid	Primær energikilde: Biodiesel	Ny	(Stensvold, 2017b)
Fjord 1	MF Horgefjord	Ferje	2018	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Skipsrevyen, 2018a)
Fjord 1	MF Møkstradfjord	Ferje	2018	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Skipsrevyen, 2018a)
Fjord 1	MF Husavik	Ferje	2018	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Skipsrevyen, 2018b)
The fjords	Future of the fjords	Sightseeingbåt	2018	Helelektrisk		Ny	(Stensvold, 2018a)
Fjord 1	MF Giskøy	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve		(Wikipedia, 2019b)
Fjord 1	MF Austrått	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Markussen, 2018)
Fjord 1	MF Vestrått	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Ny	(Markussen, 2018)
Fjord 1	MF Storfjord	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Bygget om	(Årseth, 2019)
Fjord 1	MF Julsund	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Bygget om	(Årseth, 2019)
Fjord 1	MF Hadarøy	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Ny	(Skipsrevyen, 2019)
Fjord 1	MF Suløy	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Ny	(Skipsrevyen, 2019)
Fjord 1	MF Årdal	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Bygget om	(Stensvold, 2019)
Fjord 1	MF Lærdal	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Diesel som reserve	Bygget om	(Stensvold, 2019)
Hurtigruten	MS Roald Amundsen	Cruise skip	2019	Hybrid	Primær energikilde: Diesel	Ny	(Hurtigruten, u.å.)
Color Line	Color Hybrid	Cruise skip	2019	Hybrid	Primær energikilde: Diesel	Ny	(Color Line, u.å.)
Norled	MS Kongen	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Bygget om	(Norled, 2018)
Norled	MS Prinsen	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Bygget om	(Norled, 2018)
Norled	MS Dronningen	Ferje	2019	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Bygget om	(Norled, 2018)
The fjords	Legacy of the fjords	Sightseeingbåt	2019	Helelektrisk		Ny	(NTB, 2018)
Fjord 1	MF Kommandøren	Ferje	2020	Elektrisk	Primær energikilde: Batteri. Biodiesel som reserve	Ny	(Dalaker mfl., 2019)

## Vedlegg 8 – Lån hovedanalyse, investeringsår 2019-2030

Formel V.5.1, V.5.2 og V.5.3 er benyttet også til å beregne lån for gravemaskinene.

Tabell 15: Effektiv rente statsobligasjoner hentet fra Norges Bank (u.å.)

Årstall	Løpetid 5 år	Løpetid 10 år
2018	1.44	1.88
2017	1.07	1.64
2016	0.84	1.33
2015	0.99	1.57
2014	1.82	2.52
2013	1.93	2.58
2012	1.59	2.10
2011	2.56	3.12
2010	2.83	3.52
2009	3.33	4.00
2008	4.43	4.47
Gjennomsnitt	2.08	2.61

ELEKTRISK	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Lånesum	3 080 000					
Terminbeløp	551 260	551 260	551 260	551 260	551 260	551 260
Renter	63 924	53 810	43 485	32 947	22 189	11 209
Avdrag	487 336	497 451	507 775	518 314	529 071	540 052
Restgjeld	2 592 664	2 095 213	1 587 437	1 069 123	540 052	0

ELEKTRISK	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Lånesum	2 953 659					
Terminbeløp	528 648	528 648	528 648	528 648	528 648	528 648
Renter	61 302	51 602	41 701	31 595	21 279	10 749
Avdrag	467 346	477 046	486 947	497 053	507 369	517 899
Restgjeld	2 486 313	2 009 268	1 522 321	1 025 268	517 899	0

ELEKTRISK	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Lånesum	2 843 602					
Terminbeløp	508 950	508 950	508 950	508 950	508 950	508 950
Renter	59 018	49 148	40 148	30 418	20 486	10 348
Avdrag	449 932	459 270	468 802	478 532	488 464	498 602
Restgjeld	2 393 669	1 934 399	1 465 597	987 056	498 602	0

DIESEL	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Lånesum	1 400 000					
Terminbeløp	250 573	250 573	250 573	250 573	250 573	250 573
Renter	29 056	24 459	19 766	14 976	10 086	5 095
Avdrag	221 517	226 114	230 807	235 597	240 487	245 478
Restgjeld	1 178 483	952 369	721 562	485 965	245 478	0

DIESEL	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Lånesum	1 428 000					
Terminbeløp	255 584	255 584	255 584	255 584	255 584	255 584
Renter	29 637	24 948	20 161	15 275	10 288	5 197
Avdrag	225 947	230 636	235 423	240 309	245 297	250 388
Restgjeld	1 202 053	971 417	735 994	495 684	250 388	0

DIESEL	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Lånesum	1 456 560					
Terminbeløp	260 696	260 696	260 696	260 696	260 696	260 696
Renter	30 230	25 447	20 565	15 581	10 493	5 301
Avdrag	230 466	235 249	240 132	245 115	250 203	255 395
Restgjeld	1 226 094	990 845	750 714	505 598	255 395	0



<b>ELEKTRISK</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Lånesum	2 748 115					
Terminbeløp	491 859	491 859	491 859	491 859	491 859	491 859
Renter	57 036	48 011	38 799	29 396	19 798	10 001
Avdrag	434 824	443 848	453 060	462 463	472 061	481 859
Restgjeld	2 313 291	1 869 443	1 416 383	953 920	481 859	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Lånesum	2 665 684					
Terminbeløp	477 106	477 106	477 106	477 106	477 106	477 106
Renter	55 325	46 571	37 636	28 515	19 204	9 701
Avdrag	421 781	430 535	439 470	448 591	457 902	467 405
Restgjeld	2 243 903	1 813 368	1 373 898	925 307	467 405	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
Lånesum	2 594 970					
Terminbeløp	464 449	464 449	464 449	464 449	464 449	464 449
Renter	53 857	45 336	36 637	27 758	18 695	9 443
Avdrag	410 592	419 114	427 812	436 691	445 755	455 006
Restgjeld	2 184 378	1 765 264	1 337 452	900 761	455 006	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Lånesum	2 534 786					
Terminbeløp	453 678	453 678	453 678	453 678	453 678	453 678
Renter	52 608	44 284	35 788	27 114	18 261	9 224
Avdrag	401 069	409 393	417 890	426 563	435 416	444 453
Restgjeld	2 133 717	1 724 323	1 306 433	879 870	444 453	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>
Lånesum	2 484 084					
Terminbeløp	444 603	444 603	444 603	444 603	444 603	444 603
Renter	51 556	43 399	35 072	26 572	17 896	9 040
Avdrag	393 047	401 205	409 531	418 031	426 707	435 563
Restgjeld	2 091 037	1 689 832	1 280 301	862 270	435 563	0

<b>DIESEL</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Lånesum	1 485 691					
Terminbeløp	265 910	265 910	265 910	265 910	265 910	265 910
Renter	30 835	25 956	20 976	15 892	10 703	5 407
Avdrag	235 075	239 954	244 934	250 018	255 207	260 503
Restgjeld	1 250 616	1 010 662	765 728	515 710	260 503	0

<b>DIESEL</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Lånesum	1 515 405					
Terminbeløp	271 228	271 228	271 228	271 228	271 228	271 228
Renter	31 452	26 475	21 395	16 210	10 917	5 515
Avdrag	239 777	244 753	249 833	255 018	260 311	265 713
Restgjeld	1 275 628	1 030 875	781 042	526 024	265 713	0

<b>DIESEL</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
Lånesum	1 545 713					
Terminbeløp	276 653	276 653	276 653	276 653	276 653	276 653
Renter	32 081	27 005	21 823	16 534	11 136	5 625
Avdrag	244 572	249 648	254 830	260 118	265 517	271 028
Restgjeld	1 301 141	1 051 493	796 663	536 545	271 028	0

<b>DIESEL</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Lånesum	1 576 627					
Terminbeløp	282 186	282 186	282 186	282 186	282 186	282 186
Renter	32 722	27 545	22 260	16 865	11 358	5 738
Avdrag	249 464	254 641	259 926	265 321	270 827	276 448
Restgjeld	1 327 164	1 072 523	812 596	547 276	276 448	0

<b>DIESEL</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>
Lånesum	1 608 160					
Terminbeløp	287 830	287 830	287 830	287 830	287 830	287 830
Renter	33 377	28 096	22 705	17 202	11 586	5 852
Avdrag	254 453	259 734	265 125	270 627	276 244	281 977
Restgjeld	1 353 707	1 093 973	828 848	558 221	281 977	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
Lånesum	2 441 933					
Terminbeløp	437 059	437 059	437 059	437 059	437 059	437 059
Renter	50 681	42 662	34 477	26 121	17 592	8 887
Avdrag	386 378	394 397	402 582	410 938	419 466	428 172
Restgjeld	2 055 555	1 661 159	1 258 576	1 258 576	428 172	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Lånesum	2 407 511					
Terminbeløp	430 989	430 989	430 989	430 989	430 989	430 989
Renter	49 967	42 061	33 991	25 753	17 344	8 761
Avdrag	380 931	388 837	396 907	405 145	413 554	422 137
Restgjeld	2 026 580	1 637 742	1 240 835	835 690	422 137	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
Lånesum	2 380 088					
Terminbeløp	425 990	425 990	425 990	425 990	425 990	425 990
Renter	49 398	41 582	33 603	25 460	17 147	8 661
Avdrag	376 592	384 408	392 386	400 530	408 843	417 328
Restgjeld	2 003 495	1 619 087	1 226 701	826 171	417 328	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>
Lånesum	2 359 017					
Terminbeløp	422 219	422 219	422 219	422 219	422 219	422 219
Renter	48 960	41 214	33 306	25 234	16 995	8 585
Avdrag	373 258	381 005	388 913	396 984	405 224	413 634
Restgjeld	1 985 759	1 604 754	1 215 842	818 857	413 634	0

<b>DIESEL</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
Lånesum	1 640 323					
Terminbeløp	293 586	293 586	293 586	293 586	293 586	293 586
Renter	34 044	28 657	23 159	17 546	11 817	5 969
Avdrag	259 542	264 929	270 427	276 040	281 769	287 617
Restgjeld	1 380 781	1 115 852	845 425	569 386	287 617	0

<b>DIESEL</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Lånesum	1 673 130					
Terminbeløp	299 458	299 458	299 458	299 458	299 458	299 458
Renter	34 725	29 231	23 622	17 897	12 054	6 089
Avdrag	264 733	270 227	275 836	281 561	287 404	293 369
Restgjeld	1 408 397	1 138 170	862 334	580 773	293 369	0

<b>DIESEL</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
Lånesum	1 706 592					
Terminbeløp	305 447	305 447	305 447	305 447	305 447	305 447
Renter	35 420	29 815	24 095	18 255	12 295	6 211
Avdrag	270 027	275 632	281 352	287 192	293 152	299 237
Restgjeld	1 436 565	1 160 933	879 581	592 389	299 237	0

<b>DIESEL</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>
Lånesum	1 4740 724					
Terminbeløp	311 556	311 556	311 556	311 556	311 556	311 556
Renter	36 128	30 412	24 577	18 620	12 541	6 335
Avdrag	275 428	281 144	286 979	292 936	299 015	305 221
Restgjeld	1 465 296	1 184 152	897 172	604 237	305 221	0

## Vedlegg 9 – Kontantstrøm hovedanalyse, investeringsår 2020-2030

ELEKTRISK	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Innkjøpspris	- 5 672 522					
Støtte Enova	1 453 009					
Lån	2 953 659					
Strømutgifter	- 55 433	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616
Avdrag	- 467 346	- 477 046	- 486 947	- 497 053	- 507 369	- 517 899
Renter	- 61 302	- 51 602	- 41 701	- 31 595	- 21 279	- 10 749
Utrangeringsverdi						1 418 131
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 951 935</b>	<b>- 689 792</b>	<b>- 693 594</b>	<b>- 697 489</b>	<b>- 701 481</b>	<b>712 560</b>

ELEKTRISK	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Innkjøpspris	- 5 383 280					
Støtte Enova	1 320 992					
Lån	2 843 602					
Strømutgifter	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag	- 449 932	- 459 270	- 468 802	- 478 532	- 488 464	- 498 602
Renter	- 59 018	- 49 680	- 40 148	- 30 418	- 20 486	- 10 348
Utrangeringsverdi						1 345 820
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 888 780</b>	<b>- 673 896</b>	<b>- 677 791</b>	<b>- 681 783</b>	<b>- 685 872</b>	<b>655 757</b>

ELEKTRISK	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Innkjøpspris	- 5 128 186					
Støtte Enova	1 202 308					
Lån	2 748 115					
Strømutgifter	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242
Service- og vedlikehold	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166
Avdrag	- 434 824	- 443 848	- 453 060	- 462 463	- 472 061	- 481 859
Renter	- 57 036	- 48 011	- 38 799	- 29 396	- 19 798	- 10 001
Utrangeringsverdi						1 282 047
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 834 569</b>	<b>- 660 701</b>	<b>- 664 692</b>	<b>- 668 782</b>	<b>- 672 973</b>	<b>604 780</b>

ELEKTRISK	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Innkjøpspris	- 4 903 624					
Støtte Enova	1 095 504					
Lån	2 665 684					
Strømutgifter	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299
Service- og vedlikehold	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509
Avdrag	- 421 781	- 430 535	- 439 470	- 448 591	- 457 902	- 467 405
Renter	- 55 325	- 46 571	- 37 636	- 28 515	- 19 204	- 9 701
Utrangeringsverdi						1 225 906
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 788 383</b>	<b>- 649 939</b>	<b>- 654 029</b>	<b>- 658 219</b>	<b>- 662 513</b>	<b>558 992</b>

DIESEL	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Innkjøpspris	- 2 040 000					
Lån	1 428 000					
Dieselutgifter	- 200 556	- 206 601	- 212 828	- 219 243	- 225 852	- 232 660
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616
Avdrag	- 225 947	- 230 636	- 235 423	- 240 309	- 245 297	- 250 388
Renter	- 29 637	- 24 948	- 20 161	- 15 275	- 10 288	- 5 197
Utrangeringsverdi						510 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 170 140</b>	<b>- 566 225</b>	<b>- 574 534</b>	<b>- 583 071</b>	<b>- 591 844</b>	<b>- 90 860</b>

DIESEL	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Innkjøpspris	- 2 080 800					
Lån	1 456 560					
Dieselutgifter	- 206 601	- 212 828	- 219 243	- 225 852	- 232 660	- 239 673
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag	- 230 466	- 235 249	- 240 132	- 245 115	- 250 203	- 255 395
Renter	- 30 230	- 25 447	- 20 565	- 15 581	- 10 493	- 5 301
Utrangeringsverdi						520 200
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 195 577</b>	<b>- 579 645</b>	<b>- 588 183</b>	<b>- 596 956</b>	<b>- 605 972</b>	<b>- 95 037</b>

DIESEL	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Innkjøpspris	- 2 122 416					
Lån	1 485 691					
Dieselutgifter	- 212 828	- 219 243	- 225 852	- 232 660	- 239 673	- 246 897
Service- og vedlikehold	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166
Avdrag	- 235 075	- 239 954	- 244 934	- 250 018	- 255 207	- 260 503
Renter	- 30 835	- 25 956	- 20 976	- 15 892	- 10 703	- 5 407
Utrangeringsverdi						530 604
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 221 584</b>	<b>- 593 397</b>	<b>- 602 170</b>	<b>- 611 186</b>	<b>- 620 451</b>	<b>- 99 369</b>

DIESEL	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Innkjøpspris	- 2 164 864					
Lån	1 515 405					
Dieselutgifter	- 219 243	- 225 852	- 232 660	- 239 673	- 246 897	- 254 339
Service- og vedlikehold	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509
Avdrag	- 239 777	- 244 753	- 249 833	- 255 018	- 260 311	- 265 713
Renter	- 31 452	- 26 475	- 21 395	- 16 210	- 10 917	- 5 515
Utrangeringsverdi						541 216
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 248 174</b>	<b>- 607 488</b>	<b>- 616 504</b>	<b>- 625 769</b>	<b>- 635 291</b>	<b>- 103 860</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
Innkjøpspris	- 4 706 392					
Støtte Enova	999 292					
Lån	2 594 970					
Strømutgifter	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299	- 72 417
Service- og vedlikehold	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899
Avdrag	- 410 592	- 419 114	- 427 812	- 436 691	- 445 755	- 455 006
Renter	- 53 857	- 45 336	- 36 637	- 27 758	- 18 695	- 9 443
Utrangeringsverdi						1 176 598
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 749 412</b>	<b>- 641 372</b>	<b>- 646 563</b>	<b>- 649 857</b>	<b>- 654 257</b>	<b>517 832</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Innkjøpspris	- 4 533 656					
Støtte Enova	912 532					
Lån	2 534 786					
Strømutgifter	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299	- 72 417	- 74 600
Service- og vedlikehold	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337
Avdrag	- 401 069	- 409 393	- 417 890	- 426 563	- 435 416	- 444 453
Renter	- 52 608	- 44 284	- 35 788	- 27 114	- 18 261	- 9 224
Utrangeringsverdi						1 133 414
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 716 937</b>	<b>- 634 791</b>	<b>- 639 085</b>	<b>- 643 486</b>	<b>- 647 995</b>	<b>480 798</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>
Innkjøpspris	- 4 382 905					
Støtte Enova	834 213					
Lån	2 484 084					
Strømutgifter	- 66 245	- 68 242	- 70 299	- 72 417	- 74 600	- 76 849
Service- og vedlikehold	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824
Avdrag	- 393 047	- 401 205	- 409 531	- 418 031	- 426 707	- 435 563
Renter	- 51 556	- 43 399	- 35 072	- 26 572	- 17 896	- 9 040
Utrangeringsverdi						1 095 726
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 690 324</b>	<b>- 630 011</b>	<b>- 634 411</b>	<b>- 638 920</b>	<b>- 643 541</b>	<b>447 450</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
Innkjøpspris	- 4 251 914					
Støtte Enova	763 438					
Lån	2 441 933					
Strømutgifter	- 68 242	- 70 299	- 72 417	- 74 600	- 76 849	- 79 165
Service- og vedlikehold	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361
Avdrag	- 386 378	- 394 397	- 402 582	- 410 938	- 419 466	- 428 172
Renter	- 50 681	- 42 662	- 34 477	- 26 121	- 17 592	- 8 887
Utrangeringsverdi						1 062 978
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 669 009</b>	<b>- 626 867</b>	<b>- 631 376</b>	<b>- 635 997</b>	<b>- 640 732</b>	<b>417 394</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
Innkjøpspris	- 2 208 162					
Lån	1 545 713					
Dieselutgifter	- 225 852	- 232 660	- 239 673	- 246 897	- 254 339	- 262 005
Service- og vedlikehold	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899
Avdrag	- 244 572	- 249 648	- 254 830	- 260 118	- 265 517	- 271 028
Renter	- 32 081	- 27 005	- 21 823	- 16 534	- 11 136	- 5 625
Utrangeringsverdi						552 040
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 275 361</b>	<b>- 621 929</b>	<b>- 631 194</b>	<b>- 640 716</b>	<b>- 650 501</b>	<b>- 108 517</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Innkjøpspris	- 2 252 325					
Lån	1 576 627					
Dieselutgifter	- 232 660	- 239 673	- 246 897	- 246 897	- 262 055	- 69 903
Service- og vedlikehold	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337
Avdrag	- 249 464	- 254 641	- 259 926	- 265 321	- 270 827	- 276 448
Renter	- 32 722	- 27 545	- 22 260	- 16 865	- 11 358	- 5 738
Utrangeringsverdi						563 081
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 303 159</b>	<b>- 636 727</b>	<b>- 646 249</b>	<b>- 656 034</b>	<b>- 666 091</b>	<b>- 113 345</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>
Innkjøpspris	- 2 297 371					
Lån	1 608 160					
Dieselutgifter	- 239 673	- 246 897	- 254 339	- 262 005	- 269 903	- 278 038
Service- og vedlikehold	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824
Avdrag	- 254 453	- 259 734	- 265 125	- 270 627	- 276 244	- 281 977
Renter	- 33 377	- 28 096	- 22 705	- 17 202	- 11 586	- 5 852
Utrangeringsverdi						574 343
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 331 582</b>	<b>- 651 892</b>	<b>- 661 678</b>	<b>- 671 734</b>	<b>- 682 070</b>	<b>- 118 349</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
Innkjøpspris	- 2 343 319					
Lån	1 640 323					
Dieselutgifter	- 246 897	- 254 339	- 262 005	- 269 903	- 278 038	- 286 419
Service- og vedlikehold	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361
Avdrag	- 259 542	- 264 929	- 270 427	- 276 040	- 281 769	- 287 617
Renter	- 34 044	- 28 657	- 23 159	- 17 546	- 11 817	- 5 969
Utrangeringsverdi						585 830
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 360 646</b>	<b>- 667 434</b>	<b>- 677 491</b>	<b>- 687 826</b>	<b>- 698 449</b>	<b>- 123 536</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Innkjøpspris	- 4 138 712					
Støtte Enova	699 411					
Lån	2 407 511					
Strømutgifter	- 70 299	- 72 417	- 74 600	- 76 849	- 79 165	- 81 552
Service- og vedlikehold	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948
Avdrag	- 380 931	- 388 837	- 396 907	- 405 145	- 413 554	- 422 137
Renter	- 49 967	- 42 061	- 33 991	- 25 753	- 17 344	- 8 761
Utrangeringsverdi						1 034 678
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 652 496</b>	<b>- 625 215</b>	<b>- 629 836</b>	<b>- 634 571</b>	<b>- 639 424</b>	<b>390 281</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
Innkjøpspris	- 4 041 549					
Støtte Enova	641 424					
Lån	2 380 088					
Strømutgifter	- 72 417	- 74 600	- 76 849	- 79 165	- 81 552	- 84 010
Service- og vedlikehold	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948	- 134 587
Avdrag	- 376 592	- 384 408	- 392 386	- 400 530	- 408 843	- 417 328
Renter	- 49 398	- 41 582	- 33 603	- 25 460	- 17 147	- 8 661
Utrangeringsverdi						1 010 387
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 640 344</b>	<b>- 624 927</b>	<b>- 629 663</b>	<b>- 634 516</b>	<b>- 639 489</b>	<b>365 801</b>

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>
Innkjøpspris	- 3 958 876					
Støtte Enova	588 851					
Lån	2 359 017					
Strømutgifter	- 74 600	- 76 849	- 79 165	- 81 552	- 84 010	- 86 542
Service- og vedlikehold	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948	- 134 587	- 137 279
Avdrag	- 373 258	- 381 005	- 388 913	- 396 984	- 405 224	- 413 634
Renter	- 48 960	- 41 214	- 33 306	- 25 234	- 16 995	- 8 585
Utrangeringsverdi						989 719
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 632 164</b>	<b>- 625 892</b>	<b>- 630 745</b>	<b>- 635 718</b>	<b>- 640 815</b>	<b>343 680</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Innkjøpspris	- 2 390 185					
Lån	1 673 130					
Dieselutgifter	- 254 339	- 262 005	- 269 903	- 278 038	- 286 419	- 295 052
Service- og vedlikehold	- 119 509	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948
Avdrag	- 264 733	- 270 227	- 275 836	- 281 561	- 287 404	- 293 369
Renter	- 34 725	- 29 231	- 23 622	- 17 897	- 12 054	- 6 089
Utrangeringsverdi						597 546
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 390 362</b>	<b>- 683 363</b>	<b>- 693 698</b>	<b>- 704 320</b>	<b>- 715 238</b>	<b>- 128 912</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
Innkjøpspris	- 2 437 989					
Lån	1 706 592					
Strømutgifter	- 262 005	- 269 903	- 278 038	- 286 419	- 295 052	- 303 946
Service- og vedlikehold	- 121 899	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948	- 134 587
Avdrag	- 270 027	- 275 632	- 281 352	- 287 192	- 293 152	- 299 237
Renter	- 35 420	- 29 815	- 24 095	- 18 255	- 12 295	- 6 211
Utrangeringsverdi						609 497
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 420 748</b>	<b>- 699 687</b>	<b>- 710 309</b>	<b>- 721 227</b>	<b>- 732 447</b>	<b>- 134 483</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>
Innkjøpspris	- 2 486 749					
Lån	1 740 724					
Strømutgifter	- 269 903	- 278 038	- 286 419	- 295 052	- 303 946	- 313 108
Service- og vedlikehold	- 124 337	- 126 824	- 129 361	- 131 948	- 134 587	- 137 279
Avdrag	- 275 428	- 281 144	- 286 979	- 292 936	- 299 015	- 305 221
Renter	- 36 128	- 30 412	- 24 577	- 18 620	- 12 541	- 6 335
Utrangeringsverdi						621 687
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 451 821</b>	<b>- 716 418</b>	<b>- 727 336</b>	<b>- 738 556</b>	<b>- 750 089</b>	<b>- 140 255</b>

## Vedlegg 10 – Lån forlenget levetid for elektrisk gravemaskin

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Lånesum	3 080 000							
Terminbeløp	431 610	431 610	431 610	431 610	431 610	431 610	431 610	431 610
Renter	80 444	71 272	61 861	52 204	42 294	32 126	21 692	10 986
Avdrag	351 166	360 338	369 749	379 406	389 316	399 484	409 918	420 624
Restgjeld	2 728 834	2 368 496	1 998 747	1 619 341	1 230 025	830 542	420 624	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Lånesum	2 953 659							
Terminbeløp	413 905	413 905	413 905	413 905	413 905	413 905	413 905	413 905
Renter	77 144	68 349	59 323	50 062	40 559	30 808	20 802	10 535
Avdrag	336 761	345 557	354 582	363 843	373 346	383 097	393 103	403 370
Restgjeld	2 616 898	2 271 341	1 916 759	1 552 916	1 179 570	796 473	403 370	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Lånesum	2 843 602							
Terminbeløp	398 483	398 483	398 483	398 483	398 483	398 483	398 483	398 483
Renter	74 270	65 802	57 113	48 197	39 048	29 660	20 027	10 143
Avdrag	324 213	332 681	341 370	350 286	359 435	368 822	378 455	388 340
Restgjeld	2 519 389	2 186 708	1 845 338	1 495 052	1 135 618	766 795	388 340	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
Lånesum	2 748 115							
Terminbeløp	385 102	385 102	385 102	385 102	385 102	385 102	385 102	385 102
Renter	71 776	63 592	55 195	46 578	37 737	28 664	19 355	9 802
Avdrag	313 326	321 510	329 907	338 523	347 365	356 437	365 747	375 300
Restgjeld	2 434 789	2 113 279	1 783 372	1 444 849	1 097 484	741 047	375 300	0

<b>ELEKTRISK</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
Lånesum	2 665 684							
Terminbeløp	373 551	373 551	373 551	373 551	373 551	373 551	373 551	373 551
Renter	69 623	61 685	53 539	45 181	36 605	27 804	18 774	9 508
Avdrag	303 928	311 866	320 011	328 369	336 946	345 746	354 776	364 042
Restgjeld	2 361 756	2 049 891	1 729 880	1 401 510	1 064 565	718 819	364 042	0

## Vedlegg 11 – Kontantstrøm forlenget levetid for elektrisk gravemaskin

ELEKTRISK	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Innkjøpspris	- 5 672 522							
Støtte Enova	1 453 009							
Lån	2 953 659							
Strømutgifter	- 55 433	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166
Avdrag	- 336 761	- 345 557	- 354 582	- 363 843	- 373 346	- 383 097	- 393 103	- 403 370
Renter	- 77 144	- 68 349	- 59 323	- 50 062	- 40 559	- 30 808	- 20 802	- 10 535
Utrangeringsverdi								850 878
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 837 192</b>	<b>- 575 049</b>	<b>- 578 851</b>	<b>- 582 747</b>	<b>- 586 738</b>	<b>- 590 828</b>	<b>- 595 019</b>	<b>251 565</b>

ELEKTRISK	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Innkjøpspris	- 5 383 280							
Støtte Enova	1 320 992							
Lån	2 843 602							
Strømutgifter	- 57 104	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509
Avdrag	- 324 213	- 332 681	- 341 370	- 350 286	- 359 435	- 368 822	- 378 455	- 388 340
Renter	- 74 270	- 65 802	- 57 113	- 48 197	- 39 048	- 29 660	- 20 027	- 10 143
Utrangeringsverdi								807 492
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 778 313</b>	<b>- 563 429</b>	<b>- 567 324</b>	<b>- 571 316</b>	<b>- 575 405</b>	<b>- 579 596</b>	<b>- 583 890</b>	<b>219 202</b>

ELEKTRISK	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Innkjøpspris	- 5 128 186							
Støtte Enova	1 202 308							
Lån	2 748 115							
Strømutgifter	- 58 825	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299	- 72 417
Service- og vedlikehold	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899
Avdrag	- 313 326	- 321 510	- 329 907	- 338 523	- 347 365	- 356 437	- 365 747	- 375 300
Renter	- 71 776	- 63 592	- 55 195	- 46 578	- 37 737	- 28 664	- 19 355	- 9 802
Utrangeringsverdi								769 228
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 727 811</b>	<b>- 553 943</b>	<b>- 557 935</b>	<b>- 562 024</b>	<b>- 566 215</b>	<b>- 570 509</b>	<b>- 574 910</b>	<b>189 809</b>

ELEKTRISK	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Innkjøpspris	- 4 903 624							
Støtte Enova	1 095 504							
Lån	2 665 684							
Strømutgifter	- 60 598	- 62 425	- 64 306	- 66 245	- 68 242	- 70 299	- 72 417	- 74 600
Service- og vedlikehold	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166	- 119 509	- 121 899	- 124 337
Avdrag	- 303 928	- 311 866	- 320 011	- 328 369	- 336 946	- 345 746	- 354 776	- 364 042
Renter	- 69 623	- 61 685	- 53 539	- 45 181	- 36 605	- 27 804	- 18 774	- 9 508
Utrangeringsverdi								735 544
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 684 828</b>	<b>- 546 383</b>	<b>- 550 473</b>	<b>- 554 664</b>	<b>- 558 958</b>	<b>- 563 358</b>	<b>- 567 867</b>	<b>163 055</b>

## Vedlegg 12 – Kontantstrøm ved innføring av krav til biodiesel

Tabell 16: Innføring av HVO i 2020.

<b>DIESEL</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Innkjøpspris	- 2 000 000					
Lån	1 400 000					
Drivstoffutgifter	- 194 687	- 291 315	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059
Service- og vedlikehold	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408
Avdrag	- 221 517	- 226 114	- 230 807	- 235 597	- 240 487	- 245 478
Renter	- 29 056	- 24 459	- 19 766	- 14 976	- 10 086	- 5 095
Utrangeringsverdi						500 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 145 260</b>	<b>- 643 888</b>	<b>- 654 709</b>	<b>- 665 835</b>	<b>- 677 276</b>	<b>- 189 040</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Innkjøpspris	- 2 040 000					
Lån	1 428 000					
Drivstoffutgifter	- 291 315	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616
Avdrag	- 225 947	- 230 636	- 235 423	- 240 309	- 245 297	- 250 388
Renter	- 29 637	- 24 948	- 20 161	- 15 275	- 10 288	- 5 197
Utrangeringsverdi						510 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 260 899</b>	<b>- 659 720</b>	<b>- 670 847</b>	<b>- 682 287</b>	<b>- 694 051</b>	<b>- 196 148</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Innkjøpspris	- 2 080 800					
Lån	1 456 560					
Drivstoffutgifter	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947	- 348 134
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag	- 230 466	- 235 249	- 240 132	- 245 115	- 250 203	- 255 395
Renter	- 30 230	- 25 447	- 20 565	- 15 581	- 10 493	- 5 301
Utrangeringsverdi						520 200
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 289 072</b>	<b>- 675 958</b>	<b>- 687 399</b>	<b>- 699 163</b>	<b>- 711 260</b>	<b>- 203 498</b>

Tabell 17: Innføring av HVO i 2021

<b>DIESEL</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Innkjøpspris	- 2 000 000					
Lån	1 400 000					
Drivstoffutgifter	- 194 687	- 200 556	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059
Service- og vedlikehold	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408
Avdrag	- 221 517	- 226 114	- 230 807	- 235 597	- 240 487	- 245 478
Renter	- 29 056	- 24 459	- 19 766	- 14 976	- 10 086	- 5 095
Utrangeringsverdi						500 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 145 260</b>	<b>- 553 129</b>	<b>- 654 709</b>	<b>- 665 835</b>	<b>- 677 276</b>	<b>- 189 040</b>



<b>DIESEL</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Innkjøpspris	- 2 040 000					
Lån	1 428 000					
Drivstoffutgifter	- 200 556	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616
Avdrag	- 225 947	- 230 636	- 235 423	- 240 309	- 245 297	- 250 388
Renter	- 29 637	- 24 948	- 20 161	- 15 275	- 10 288	- 5 197
Utrangeringsverdi						510 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 170 140</b>	<b>- 659 720</b>	<b>- 670 847</b>	<b>- 682 287</b>	<b>- 694 051</b>	<b>- 196 148</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Innkjøpspris	- 2 080 800					
Lån	1 456 560					
Drivstoffutgifter	- 300 096	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947	- 348 134
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag	- 230 466	- 235 249	- 240 132	- 245 115	- 250 203	- 255 395
Renter	- 30 230	- 25 447	- 20 565	- 15 581	- 10 493	- 5 301
Utrangeringsverdi						520 200
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 289 072</b>	<b>- 675 958</b>	<b>- 687 399</b>	<b>- 699 163</b>	<b>- 711 260</b>	<b>- 203 498</b>

Tabell 18: Innføring av HVO i 2022.

<b>DIESEL</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Innkjøpspris	- 2 000 000					
Lån	1 400 000					
Drivstoffutgifter	- 194 687	- 200 556	- 206 601	- 309 141	- 318 141	- 328 059
Service- og vedlikehold	- 100 000	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408
Avdrag	- 221 517	- 226 114	- 230 807	- 235 597	- 240 487	- 245 478
Renter	- 29 056	- 24 459	- 19 766	- 14 976	- 10 086	- 5 095
Utrangeringsverdi						500 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 145 260</b>	<b>- 553 129</b>	<b>- 561 214</b>	<b>- 665 835</b>	<b>- 677 276</b>	<b>- 189 040</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Innkjøpspris	- 2 040 000					
Lån	1 428 000					
Drivstoffutgifter	- 200 556	- 206 601	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947
Service- og vedlikehold	- 102 000	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616
Avdrag	- 225 947	- 230 636	- 235 423	- 240 309	- 245 297	- 250 388
Renter	- 29 637	- 24 948	- 20 161	- 15 275	- 10 288	- 5 197
Utrangeringsverdi						510 000
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 170 140</b>	<b>- 566 225</b>	<b>- 670 847</b>	<b>- 682 287</b>	<b>- 694 051</b>	<b>- 196 148</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Innkjøpspris	- 2 080 800					
Lån	1 456 560					
Drivstoffutgifter	- 206 601	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947	- 348 134
Service- og vedlikehold	- 104 040	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869
Avdrag	- 230 466	- 235 249	- 240 132	- 245 115	- 250 203	- 255 395
Renter	- 30 230	- 25 447	- 20 565	- 15 581	- 10 493	- 5 301
Utrangeringsverdi						520 200
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 195 577</b>	<b>- 675 958</b>	<b>- 687 399</b>	<b>- 699 163</b>	<b>- 711 260</b>	<b>- 203 498</b>

<b>DIESEL</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Innkjøpspris	- 2 122 416					
Lån	1 485 691					
Drivstoffutgifter	- 309 141	- 318 460	- 328 059	- 337 947	- 348 134	- 358 627
Service- og vedlikehold	- 106 121	- 108 243	- 110 408	- 112 616	- 114 869	- 117 166
Avdrag	- 235 075	- 239 954	- 244 934	- 250 018	- 255 207	- 260 503
Renter	- 30 835	- 25 956	- 20 976	- 15 892	- 10 703	- 5 407
Utrangeringsverdi						530 604
<b>Kontantstrøm</b>	<b>- 1 317 897</b>	<b>- 692 613</b>	<b>- 704 377</b>	<b>- 716 473</b>	<b>- 728 912</b>	<b>- 211 099</b>

## Vedlegg 13 – Følsomhetsanalyse

Tabell 19: Forholdstall strømpris.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Strømpris høy (+25%)	1.23	1.18	1.13	1.09	1.05	1.02	0.99	0.96	0.94	0.92
Basisforutsetning	1.21	1.15	1.11	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.92	0.89
Strømpris lav (-25%)	1.18	1.13	1.08	1.04	1.00	0.97	0.94	0.91	0.89	0.87

Tabell 20: Forholdstall dieselpris.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Dieselpris høy (+25%)	1.11	1.06	1.02	0.98	0.94	0.91	0.88	0.86	0.84	0.82
Basisforutsetning	1.21	1.15	1.11	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.92	0.89
Dieselpris lav (-25%)	1.32	1.27	1.21	1.17	1.13	1.09	1.06	1.03	1.01	0.99

Tabell 21: Forholdstall batteripris

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Batteripris høy (+25%)	1.27	1.21	1.15	1.10	1.06	1.02	0.99	0.96	0.93	0.91
Basisforutsetning	1.21	1.15	1.11	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.92	0.89
Batteripris lav (-25%)	1.15	1.10	1.06	1.03	0.99	0.97	0.94	0.92	0.90	0.88

Tabell 22: Forholdstall ombyggingskostnader

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ombygging høy (+25%)	1.26	1.20	1.15	1.11	1.07	1.03	1.00	0.97	0.94	0.92
Basisforutsetning	1.21	1.15	1.11	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.92	0.89
Ombygging lav (-25%)	1.15	1.10	1.06	1.02	0.99	0.96	0.93	0.91	0.89	0.87

## Vedlegg 14 – Maskinoversikt referanseprosjekt

Gravemaskinene som er uthevet er erstattet med fossil- eller utslippsfrie gravemaskiner i kapittel 6.

Tabell 23: Rulleskianlegg i Melshei

Hovedkategori	Underkategori	Beskrivelse	Driftstid (t)	Dieselforbruk (l/t)	Forbrukt diesel (l)	CO2e (kg)		Drivstoffutgifter (kr)			
						Diesel	Biodiesel	Diesel	Biodiesel	Strøm	
Gravemaskin	Beltegraver 20T	Volvo ECR 145 CL KORTHEKKET	60	16	960	2 580	33	10 090	14 650	2 121	
	Beltegraver 25T	CAT 320 EL	1 148	16	18 368	49 369	636	193 048	280 296	40 582	
	Beltegraver 35T	CAT 328 D	1 055	20	21 090	56 685	730	221 656	321 833	37 294	
			VOLVO EC 290 CL - BJ	232	20	4640	12 471	161	48 766	70 806	8 201
	Hjulgraver 18T	VOLVO EW 160 C	60	10	595	1 599	21	6 253	9 080	2 121	
			VOLVO EW 160 C	71	10	705	1 895	24	7 410	10 758	2 510
			VOLVO EW 160 E	486	10	4 860	13 063	168	51 079	74 164	17 180
			VOLVO EW 160 E	25	10	250	672	9	2 628	3 815	884
			VOLVO EW 160 E	286	10	2 860	7 687	99	30 059	43 644	10 110
			VOLVO EW 160 E	4	10	35	94	1	368	534	141
		Hjulgraver 20T	VOLVO EW 180 D	403	15	6 046	16 250	209	63 543	92 262	14 246
<b>Totalt</b>			<b>3 830</b>		<b>60 409</b>	<b>162 367</b>	<b>2 090</b>	<b>634 899</b>	<b>921 841</b>	<b>135 391</b>	

Tabell 24: Tasta skatepark

Hovedkategori	Underkategori	Beskrivelse	Driftstid (t)	Dieselforbruk (l/t)	Forbrukt diesel (l)	CO2e (kg)		Drivstoffutgifter (kr)		
						Diesel	Biodiesel	Diesel	Biodiesel	Strøm
Gravemaskin	Hjulgraver 18T	VOLVO EW 160 C	15	10	150	403	5	1 577	1 577	530
		VOLVO EW 160 E	178	10	1 775	4 771	61	18 655	27 087	6 292
	Hjulgraver 20T	VOLVO EW 180 D	36	15	540	1 451	19	5 675	545	1 273
<b>Totalt</b>			<b>229</b>		<b>2 465</b>	<b>6 625</b>	<b>85</b>	<b>25 907</b>	<b>29 208</b>	<b>8 095</b>

Tabell 25: Forus Bedriftsidrettsarena

Hovedkategori	Underkategori	Beskrivelse	Driftstid (t)	Dieselforbruk (l/t)	Forbrukt diesel (l)	CO2e (kg)		Drivstoffutgifter (kr)		
						Diesel	Biodiesel	Diesel	Biodiesel	Strøm
Gravemaskin	Beltegraver 08T	HITACHI ZX85US-5 PADS - UR	59	7	413	1 110	14	4 341	6 302	2 086
		KATO HD308USV PADS - UR	101	7	704	1 892	24	7 399	10 743	3 570
Beltegraver 15T		NEW HOLLAND E70BSR-2	123	0	-	-	-	-	-	-
		CAT 312 EL	30	12	360	968	12	3 784	5 494	1 061
		CAT 312 EL	53	12	636	1 709	22	6 684	9 705	1 874
		CAT 312 EL	93	12	1 110	2 983	38	11 666	16 939	3 288
		VOLVO EC 140 CL	98	12	1 170	3 145	40	12 297	17 854	3 464
Beltegraver 20T		VOLVO ECR 145 CL KORTHEKKET	117	0	-	-	-	-	-	-
Beltegraver 25T		CAT 320 EL	30	16	480	1 290	17	5 045	7 325	4 136
		CAT 320 EL	74	16	1 184	3 182	41	12 444	18 068	1 061
Hjulgraver 18T		<b>KOMATSU PC210 LC -10</b>	<b>324</b>	<b>14</b>	<b>4 536</b>	<b>12 192</b>	<b>157</b>	<b>47 673</b>	<b>69 219</b>	<b>11 453</b>
		<b>VOLVO EC 210 CL</b>	<b>153</b>	<b>14</b>	<b>2 135</b>	<b>5 738</b>	<b>74</b>	<b>22 439</b>	<b>32 580</b>	<b>5 409</b>
		VOLVO EW 160 C	130	10	1 295	3 481	45	13 610	19 762	4 596
		VOLVO EW 160 C	72	10	715	1 922	25	7 515	10 911	2 545
		<b>VOLVO EW 160 D</b>	<b>306</b>	<b>10</b>	<b>3 060</b>	<b>8 225</b>	<b>106</b>	<b>32 161</b>	<b>46 696</b>	<b>10 817</b>
Hjulgraver 20T		VOLVO EW 160 E	50	10	495	1 330	17	5 202	7 554	1 768
		VOLVO EW 180 D	4	15	60	161	2	631	916	141
Minigraver 02T		VOLVO EC 20 BXTV NR2	1	4	4	11	0	42	61	35
<b>Totalt</b>			<b>1 818</b>		<b>18 357</b>	<b>49 340</b>	<b>635</b>	<b>192 932</b>	<b>280 128</b>	<b>64 266</b>