University of Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell økonomi / Prosjektledelse	Vårsemesteret, 2017 Åpen
Forfatter: Elias Silverio Moland	…… (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Prof. Frank Asche Veileder: Ove Langeland	
Tittel på masteroppgaven: **Transport, mobilitet og det grønne skiftet** **– Elbilens suksess over hydrogenbilen i Oslo og Akershus** Engelsk tittel: **Transport, mobility and the green shift** **– The electric car's success over the hydrogen car in Oslo and Akershus**	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Elbil Hydrogenbil MLP Diffusjon Det grønne skiftet Klimautslipp	Sidetall: 99 + vedlegg/annet: 6 Stavanger, 12. juni 2017

Denne siden er blank med hensikt.

Masteroppgave

(INDMAS)

Transport, mobilitet og det grønne skiftet – elbilens suksess over hydrogenbilen i Oslo og Akershus

Universitetet i Stavanger

Elias Silverio Moland

Universitetet i Stavanger

12. juni 2017

Denne siden er blank med hensikt.

Sammendrag

Klimautfordringer har ført til *et grønt skifte* i norsk transportpolitikk – en overgang til et samfunn med fokus på miljøvennlig transport og klimakutt. Med høy vekst passerte Norge 100.000 elbiler i slutten av 2016. Hydrogenbilen, tross lovende teknologi, har derimot hatt en skuffende vekst. Ved å kaste lys over politiske, teknologiske og økonomiske faktorer forsøker denne oppgaven å gi et svar på *hvorfor elbilen har hatt større suksess enn hydrogenbilen i det grønne skiftet innen transport og mobilitet.* Oppgaven er gjennomført som casestudie i Oslo og Akershus med utgangspunkt i to teoretiske rammeverk (flernivåperspektivet og diffusjon av innovasjon).

Funnene tyder på at ingen faktor alene gjør elbilen til en større suksess enn hydrogenbilen. Derimot skaper en kombinasjon av politiske, teknologiske og økonomiske faktorer relative fordeler for elbilens potensielle brukere. Spesielt har god timing i markedet, tidlig nisjevekst og incentiver, i kombinasjon med reisevaner og elbilens teknologiske modenhet, vært viktig for suksessen. Elbilens suksess kan også tilknyttes en langsiktig nasjonal transportpolitikk, aktive politiske regimeaktører (som fylkeskommunene), interesseorganisasjoner og økt interesse fra globale bilaktører.

Elbilens suksess har ikke nødvendigvis vært på bekostning av hydrogenbilen. Den lave veksten til hydrogenbilen kan derimot være tilknyttet flere barrierer teknologien må overkomme – eksempelvis få fyllestasjoner, lavt modellutvalg, mangel på differensiering av incentiver mellom nullutspillsteknologi og høy produksjonspris. Elbilens raske utvikling i tråd med et skifte hos globale bilaktører hindrer hydrogenbilen ytterligere. Allikevel finnes det flere potensielle politiske barrierer for et nullutslippsregime som helhet, enn for hydrogenbilen alene (som økt satsning på kollektivtrafikk og byutvikling langs banenettet). For å løse dette kan oppgavens resultater i lyset av et politisk ønske om å redusere det dominerende fossilbilregimet, benyttes til å utvikle bedre strategier, samt se hvordan transportpolitikk for det grønne skiftet i urban transport er tilknyttet el- og hydrogenbiler.

Nøkkelord: elbil, hydrogenbil, MLP, diffusjon, det grønne skiftet, klimautslipp

Antall ord: 20 366

Denne siden er blank med hensikt.

Abstract

Climate challenges have led to *a green shift* in Norwegian transport policy – a transition to a society focused on environmentally friendly transport and climate cuts. By the end of 2016, Norway passed 100,000 electric cars. The hydrogen car however, despite promising technology, has had a disappointing growth. By shedding light on political, technological and economic factors, this thesis attempts to answer *why the electric car has had more success than the hydrogen car in the green shift in transport and mobility*. The thesis was conducted as a case study in Oslo and Akershus based on two theoretical frameworks (multilevel perspective and diffusion of innovation).

Findings indicate that no factor alone makes the electric car a greater success than the hydrogen car. However, the combination of political, technological and economic factors creates relative user benefits for the electric car. Timing in the market, early niche growth and incentives, combined with travel habits and technological maturity of the electric car, are all important success factors. The electric car's success can also be linked to long-term national transport policy, active political regime actors, interest organizations, and increased interest from global car actors.

The electric car's success has not necessarily been at the expense of the hydrogen car. The growth of the hydrogen car may be associated with several barriers the technology has to overcome, e.g. high production cost, and lack of filling stations, model selection, and differentiation of incentives between alternative fuels. The rapid development of the electric car in line with a shift in global car actors further impedes the hydrogen car. Nevertheless, there are more potential political barriers to a zero-emission regime as a whole, than for the hydrogen car alone (e.g. increased focus on public transport and urban development along the lane network). The results from this thesis, in combination with a political desire to reduce the dominant fossil cargo regime, can be used to develop better urban strategies, and to see how transport policy for the green shift in urban transport is associated with electric and hydrogen cars.

Keywords: BEV, HFCV, MLP, diffusion, the green shift, greenhouse gas emissions

Word count: 20 366

Denne siden er blank med hensikt.

Forord

Denne masteroppgaven er et resultat av mitt masterstudium i industriell økonomi og er den avsluttende delen av fem fantastiske år ved Universitetet i Stavanger (UiS). Oppgaven er gjort i samarbeid med Transportøkonomisk institutt (TØI) og er en del av det nordiske forskningsprosjektet SHIFT, som skal bidra til mulige utslippskutt i de nordiske landene.

Selv med stor interesse for temaet, er det ikke til å stikke under en stol at transport og bærekraft tilhører en forskningsgren preget av et bredt teoretisk grunnlag og en rekke foreliggende studier – hvilket har vært medvirkende til at resultatet i dag fremstår som omfattende både teoretisk og empirisk. Tross dette har jeg allikevel vært heldig og fått mye hjelp og støtte underveis.

Først vil jeg takke min veileder fra UiS, Professor Frank Asche, for utmerket veiledning og din engasjerende tone. Jeg vil også takke ekstern veileder fra TØI, Ove Langeland, for dine verdifulle innspill og din kunnskap på området. Dere er begge meget dyktige og har fått meg på rett spor når jeg har gått meg vill.

Jeg vil også rette en takk til Opplysningsrådet for veitrafikken og Statistisk sentralbyrå for data som ikke har vært allment tilgjengelig på nett. Stor takk til min familie og min kjæreste for gode råd og støtte i tunge tider. Jeg ønsker til slutt å takke vennene jeg har fått i løpet av studietiden. Sammen har vi delt opp- og nedturer, samt litt for lange pauser, men motivasjonen dere har gitt meg, og vennskapene jeg har fått, er for meg uvurderlig.

Elias Silverio Moland

Stavanger, 12. juni 2017

Egenskaper i rapporten

Det er brukt klikkbare linker i den digitale versjonen av rapporten. Linker til nettsider er blå, referanser er gule og referanser internt i dokumentet er lilla. Fargene er ikke brukt i papirversjonen.

Innhold

Figurliste xiii

Tabelliste xiii

Forkortelser xiv

1 Introduksjon 1

2 Transport og mobilitet 5
2.1 Bærekraftig transport . . . 5
2.2 Reisevaner i Oslo og Akershus . . . 6
2.2.1 Personbiler . . . 6
2.2.2 Kollektivtrafikk . . . 7
2.2.3 Sykkel, el-sykkel og gange . . . 7
2.3 Fremdriftsløsninger for personbiler . . . 8
2.3.1 Bensin- og dieselbiler . . . 8
2.3.2 Elbiler . . . 9
2.3.3 Hydrogenbiler . . . 10
2.3.4 Alternative fremdriftsløsninger . . . 12

3 Flernivåperspektivet 15
3.1 Sosio-tekniske nisjer . . . 17
3.2 Sosio-tekniske regimer . . . 17
3.2.1 Regler og normer i regimet . . . 18
3.2.2 Stiavhengighet og lock-in . . . 18
3.3 Sosio-tekniske landskapet . . . 19
3.4 Lokale MLP-rammeverk . . . 20
3.5 Overgangstraséer . . . 21
3.5.1 Tilleggseffekter og hybrider . . . 22
3.5.2 Ringvirkningseffekter . . . 22
3.5.3 Tilpasningseffekter . . . 23
3.5.4 Interessesvingninger . . . 23
3.5.5 Nisjeakkumulering . . . 24
3.6 Oppsummering - Flernivåperspektivet . . . 24

4 Diffusjon av innovasjoner 25
4.1 Diffusjonsprosesser . . . 26
4.2 Diffusjonsrate og karakteristikk . . . 27
4.3 Innovasjon og avgjørelser . . . 29

5 Metode 31
5.1 Case som metode . . . 32
5.2 Dokumentanalyse . . . 32

5.2.1 Dokumentanalyse – fordeler og begrensninger 32
5.2.2 Internettbasert innholdsanalyse 34
5.3 Litteraturstudie 34
5.4 Innhenting av empiri 35
5.5 Utvalgskriterier for empiri 36

6 MLP-analyse av Oslo og Akershus 37
6.1 Nisjeaktiviteter i Oslo og Akershus 37
6.1.1 Nisjer tilknyttet elbilen 37
6.1.2 Nisjer tilknyttet hydrogenbilen 39
6.2 Regimepåvirkning fra private aktører 41
6.3 Regimepåvirkning fra offentlige aktører 44
6.3.1 Styrkende faktorer for regimeendring 45
6.3.2 Potensielle barrierer for regimeendring 47
6.4 Aktiviteter på landskapsnivå 48
6.5 Dagens automobilregime i hovedstadsregionen 50
6.5.1 Et nytt regime i vekst 51
6.5.2 Resulterende MLP-modell for hovedstadsregionen 52
6.6 Aktuelle overgangstraséer 53
6.7 Oppsummering - Politiske barrierer 55

7 Diffusjon av el- og hydrogenbiler i Oslo og Akershus 57
7.1 Diffusjon av elbiler i Oslo og Akershus 57
7.2 Diffusjon av hydrogenbiler i Oslo og Akershus 60
7.3 Faktorer som påvirker diffusjonen 61
7.3.1 Teknologiske faktorer 61
7.3.2 Virkemidler og incentiver 64
7.3.3 Sosiale faktorer 67
7.3.4 Brukeroppfatning 68
7.4 Innovasjon og avgjørelser 70
7.5 Oppsummering - Teknologiske og økonomiske barrierer 71

8 Konklusjon 73

9 Videre forskning 77

Referanser 79

Vedlegg A Test av automobilregime i hovedstadsregionen 86

Vedlegg B Aktuelle overganger til nullutslippskjøretøy 87

Vedlegg C Statistikkgrunnlag for diffusjonsanalysen 90

Figurliste

2.1 Illustrasjon av en moderne forbrenningsmotor 8
2.2 Illustrasjon av en moderne elbil 10
2.3 Illustrasjon av moderne hydrogenbiler 11
2.4 Styrker og svakheter for biogass, el- og hydrogenbil 12
3.1 Sosio-tekniske overganger 16
3.2 Sosio-tekniske regimer 18
3.3 Adaptert MLP-rammeverk 21
3.4 Samhandling av interessesvingninger 23
4.1 Diffusjonsprosessen 26
5.1 Illustrasjon av søkestrategi 36
6.1 Produksjon av en Buddy-elbil 39
6.2 Åpningen av Uno-X sin første fyllestasjon for hydrogen 40
6.3 IKEA skal ha hurtigladere til elbil ved alle sine varehus. 42
6.4 Resulterende flernivåperspektivmodell for Oslo og Akershus 52
7.1 Antall registrerte elbiler i Oslo og Akershus 58
7.2 Markedsandel av nybilsalg for elbiler i Oslo og Akershus 59
7.3 Markedsandel av nybilsalg for hydrogenbiler i Oslo og Akershus 60
7.4 Prisfall for batterier i elbiler 62
7.5 Prisfall for brenselceller i hydrogenbiler 63
7.6 Utvalgte incentiver og tilhørende betydning 66

Tabelliste

2.1 Transportfordeling i hovedstadsregionen 6
5.1 Søkemotorer og søkeord 36
7.1 Incentiver 65

Forkortelser

ATP Regional plan for areal og transport i Oslo og Akershus

CNG Compressed Natural Gas

FoU Forskning og Utvikling

ICE Internal Combustion Engine

KEA Regional plan for klima og energi i Akershus

KEO Klima- og energistrategi for Oslo

LNG Liquefied Natural Gas

MLP Multi-level Perspective

NAF Norges Automobil Forbund

NTP Nasjonal transportplan

OFV Opplysningsrådet for veitrafikken

LPG Liquefied Petroleum Gas

RVU Den nasjonale reisevaneundersøkelsen

SSB Statistisk sentralbyrå

TØI Transportøkonomisk institutt

UiS Universitetet i Stavanger

1 Introduksjon

Utviklingen innen personlig mobilitet og transport har gått svært raskt siden bilen ble oppfunnet for over hundre år siden. Ifølge Geels et al. (2011) er bilen i dag den mest dominante transportformen i verden og har de siste 50 årene utvidet personlig mobilitet med en rekke positive konsekvenser, deriblant bekvemmelighet, hastighet, komfort og frihet. En negativ konsekvens av økt bilbruk i landet er forurensing. I Norge er veitrafikken blant de største utslippskildene med 19% av landets totale klimautslipp – et resultat av fossile drivstoff som diesel- og bensin i forbrenningsmotorer (Miljødirektoratet, 2017). Ifølge FNs klimapanel er reduksjon av utslippene, både nasjonalt og globalt, en nødvendighet. Dette resulterte i *Paris-avtalen* – en avtale verdens land sluttet seg til på rekordtid. Avtalen har som overordnede mål å begrense global oppvarming, og er nå en av flere føringer som skal hindre utslipp i transportsektoren.

Det grønne skiftet har blitt et viktig begrep tilknyttet transport og bærekraft, og har på kort tid blitt omfavnet av politikere, næringslivstopper og miljøbevegelsen. Det grønne skiftet som overgang blir definert av miljøvernorganisasjonen Zero som *de endringene som skjer i samfunnet når politikk, teknologi og økonomi trekker i samme klimavennlige retning* (Zero, 2013). Til tross for at det grønne skiftet også er tilknyttet andre områder i samfunnet, er transportsektoren svært viktig grunnet størst andel klimagasser (Miljødirektoratet, 2017). I perioden 1990-2015 gikk utslippene fra veitrafikken opp 33%, hvor personbilen alene stod for 54%.

Klimautslipp i transportsektoren kan reduseres med ulike tiltak, blant annet ved å redusere transportbruken som følge av kompakt by- og tettstedsutvikling, og ved overgang til nullutslippsteknologi som elektriske og hydrogendrevne kjøretøy. En overgang fra fossile drivstoff til nullutslippskjøretøy har potensiale til å løse en rekke utfordringer tilknyttet bruken av personbiler. Eksempler er lokal luftkvalitet, CO2-utslipp, støy, bruken av fossile brennstoff og klimaforandring. Samtidig er også el- og hydrogenbilen langt mer energieffektiv enn forbrenningsmotoren. Norske myndigheter har siden 1990 støttet overgangen til bærekraftig mobilitet og fra 2010 har elbilen vært et viktig element i norsk klimapolitikk. Til nå har el- og hydrogenbiler hatt

en rekke økonomiske incentiver, som unntak av registreringsavgift og merverdiavgift, samt fritak for bompenger, redusert avgift på bilferger og redusert årsavgift.

I slutten av 2016 passerte Norge 100.000 elbiler, men ifølge forskere vil ikke klimamålene nås hvis incentivene forsvinner (Edvardsen, 2016). Av de 24.245 nye nullutslippsbilene i 2016 var kun 23 av hydrogenbiler, en økning fra 2015 hvor ni hydrogenbiler ble solgt i Norge (OFV, 2015, 2016). Et interessant spørsmål i relasjon til den sterke veksten av elbiler, er om veksten kan skape barrierer for innfasing av hydrogenbilen. Debatten har blusset opp på politisk agenda, og nylig ble dette tatt opp rundt statsbudsjettet for 2017. Resultatet ble et forslag om å vurdere hvordan el-avgiften slår ut for produksjon av hydrogen til transportformål – noe som kan føre til ny avgiftsomlegging (Stortinget, 2016).

Veksten for elbiler har vært spesielt stor i Oslo og Akershus (også omtalt som hovedstadsregionen). Dette området inkluderer også flest registrerte hydrogenbiler, best utbygd infrastruktur for både el- og hydrogenbiler med flest ladestasjoner og hydrogenstasjoner, samt Norges største byområde med tilhørende størst befolkning (Figenbaum et al., 2014; Tomasgard et al., 2016). Dette, i tillegg til at storbyområdet har størst utfordringer i landet knyttet til støy, kø og lokale utslipp, gjør regionen attraktiv til et casestudie.

Mye tyder på at elbilen har hatt stor suksess i det norske markedet med tilnærmet eksponentiell vekst. Hydrogenbilen, tross lovende teknologi og et godt alternativ til bensin- og dieselbilen, har ikke hatt i nærheten av samme vekst. Det kan være mange grunner til at elbilen foreløpig er mer vanlig i trafikkbildet enn hydrogenbilen. Blant annet er transportpolitikk og strategier for et grønt skifte i urban transport tilsynelatende sterkt tilknyttet teknologiske innovasjoner i bilindustrien – eksempelvis kan incentiver drastisk endre de relative fordelene tilknyttet en innovasjon som elbilen. For å besvare følgende problemstilling – *Hvorfor har elbilen hatt større suksess enn hydrogenbilen i det grønne skiftet innen transport og mobilitet i hovedstadsregionen?* – ønsker denne oppgaven å kaste lys på politiske, teknologiske og økonomiske faktorer (økonomiske faktorer i denne oppgaven vil hovedsakelig være knyttet incentiver og fordeler for den enkelte bruker).

Oppgaven gjennomføres som et casestudie med kvalitative og kvantitative analyser, og tar utgangspunkt i to teoretiske rammeverk. Det er viktig å anerkjenne at det grønne skiftet som overgang til bærekraftig mobilitet er et sammensatt bilde. På bakgrunn av dette åpner problemstillingen for å se på co-evolusjonære prosesser, hvor komplekse interaksjoner mellom aktører på ulike nivåer i samfunnet påvirker evnen en spesifikk innovasjon har til å nå massemarkedet. Dette gjøres ved flernivåperspektivet til Geels (2002) som forklarer spredning av teknologi mellom tre nivåer (nisje-, regime- og landskapsnivå). Flernivåperspektivet vil fungere som rammeverk til dokument- og innholdsanalysen av sentrale transportstrategier i hovedstadsregionen. Dette kan hjelpe å avdekke hvordan urbane strategier for lavkarbonmobilitet er tilkoblet til el- og hydrogenbiler i transportsektoren og om de stimulerer eller skaper barrierer for hverandre. Flernivåperspektivet skal med andre ord ha hovedfokus på politiske faktorer tilknyttet problemstillingen. Tross at flernivåperspektivet fungerer godt til å fange samspillet mellom ulike aktører på ulike nivå, har rammeverket svakheter når det kommer til å forklare spredningsmønsteret på mikronivå, som spredningen av biler i en spesifikk region.

For å løse dette benyttes den mer tradisjonelle modellen til Rogers (1995) om diffusjon av innovasjoner. Modellen forklarer spredning av teknologi ved å se på når, hvordan og hvorfor ulike befolkningsgrupper velger å adoptere (eller ikke adoptere) en teknologi, samt hvem som påvirker avgjørelsen. Diffusjonsteorien benyttes i denne oppgaven som en utvidelse av flernivåperspektivet for å se nærmere på hvordan faktorer som teknologi, privatøkonomi og brukeroppfatning påvirker spredningsmønsteret av elbiler fremfor hydrogenbiler i hovedstadsområdet. Her benyttes data fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) og Opplysningsrådet For Veitrafikk (OFV). Med flernivåperspektivet til Geels (2002) som basis og Rogers (1995) sin modell som utvidelse, forsøker denne oppgaven å avdekke politiske, økonomiske og teknologiske faktorer for økt diffusjon av elbiler over hydrogenbiler.

Denne siden er blank med hensikt.

2 Transport og mobilitet

Personlig mobilitet har gjennom det siste århundret forandret seg stort – fra hest og kjerre til den moderne bilen. Spesielt har endringen i bruk av private biler økt kraftig sett i lys av utviklingen innen andre transportløsninger som tog, buss, trikk, t-bane og sykkel (Geels et al., 2011). Bilen er for mange blitt et tegn på frihet og selvstendighet – og for noen, en del av identiteten. Tross at privatbilen på mange måter har revolusjonert samfunnet ved sin fleksibilitet og individuelle frihet, har bilen også generert problemer tilknyttet utslipp. Dette kapittelet redegjør for bærekraftig transport, situasjonen for transport og mobilitet i Oslo og Akershus og en innføring i aktuelle fremdriftsløsninger.

2.1 Bærekraftig transport

Holden (2012) forteller at *bærekraftig transport* først ble introdusert som begrep i 1992, som et overordnet prinsipp for transportpolitikken lansert av EU. Dette var i utgangspunktet et svar på Brundtland-rapporten *Vår felles framtid* fra 1987 som introduserte begrepet *bærekraftig utvikling*. Bærekraftig transport handler i stor grad om ivaretagelse av naturen, både for naturens skyld, men også for fremtidige generasjoner. Det betyr at mobiliteten ikke skal skade miljøet, men gi transport som et gode for befolkningen på lik linje som andre ressurser.

I klima- og energistrategien til Oslo kommune blir overgangen til et fornybart og bærekraftig samfunn beskrevet som *det grønne skiftet* (Oslo kommune, 2016). Det grønne skiftet handler ikke kun om klimakutt i transportsektoren, men om alle løsninger som vil legge til rette for bærekraftige endringer for den enkelte innbygger og for samfunnet. Allikevel, som et resultat av klimaendringer har det grønne skiftet blitt et stadig mer omtalt tema, hvilket har ført til et skifte på den politiske agenda med økt fokus på grønn transport, samtidig som opprettholdelse av tilgjengelighet og mobilitet skal bidra til å utvikle attraktive byer.

Transporten, i tillegg til å være miljøvennlig, skal også gjelde for et stort antall mennesker med ulike behov og bakgrunner. Fjeldstad (1992) skriver at å tilfredsstille et grunnleggende reisebehov for alle grupper i befolkningen skal være et velferdsgode

som legger grunnlaget for sosial tilgjengelighet og deltakelse i samfunnet. Ettersom ulike gruppers behov er forskjellig ser man også store forskjeller i reisevaner, som korresponderer til hvilke fremkomstmiddel som er mest attraktivt.

2.2 Reisevaner i Oslo og Akershus

I Oslo og Akershus utgjør trafikkbelastninger i forbindelse med reiser en sentral utfordring, spesielt for arbeidsreiser (Hjorthol et al., 2014). Pendling med bruk av bil fra områder rundt Oslo kan også føre til nedsatt fremkommelighet grunnet opphopning av biler og økte utslipp av klimagasser. Samtidig kan kollektivtrafikken også redusere klimautslipp som følge av at reisene nå foregår kollektivt fremfor individuelt ved bil. Et utvidet kollektivtilbud vil for eksempel bidra til å endre etterspørselen for personbilen og kan, hvis drevet av klimanøytral energi, være med å redusere utslippene ytterligere (Fridstrøm, 2013). Det antas for denne oppgaven at valg av transportform i urbane områder som Oslo og Akershus avhenger av befolkningens reisevaner. Delkapittelet danner basis for diskusjon rundt fordeler og ulemper knyttet til politiske, økonomiske og teknologiske faktorer. Bakgrunnen er basert på *den nasjonale reisevaneundersøkelsen* (RVU) 2013/2014.

Tabell 2.1: Tabellen viser transportfordelingen i Oslo og Akershus, hentet fra RVU (2014).

Område	**Gange**	**Sykkel**	**Bilførere**	**Passasjer i bil**	**Kollektiv**
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Oslo	32	5	31	6	26
Oslo og Akershus	26	5	42	7	19

2.2.1 Personbiler

Befolkningen i Oslo har ifølge RVU (2014) dårligst tilgang på bil med sine 31%. Dette er også fylket hvor de kjører bil kortest i løpet av en dag. I Oslo er daglig reiselengde noe kortere enn Oslo omegn. En gjennomsnittlig reise for en bilfører i Norge er 15,8 km, og 6% av reisene er kortere en èn km. En gjennomsnittlig norsk bilist kjører ca. 28 km daglig, men i Oslo er snittet vesentlig lavere. For arbeidsreiser er bilen fortsatt mest vanlig som fremkomstmiddel i Norge, men i Oslo er kollektivtransporten størst med

42%. I Akershus ser man at arbeidsreiselengden er vesentlig større enn i Oslo-området. Når det kommer til yrkesaktive viser RVU at parkeringsplass er svært viktig for valg av transportmiddel. Samtidig er Oslo den byen hvor det er mest utfordrende å finne parkering, samt minst vanlig at arbeidsgiver disponerer parkeringsplass. Samtidig har hovedstadsområdet minst tilgang på egen parkering ved boligen, sammenlignet med de andre store byene. Oslo og Akershus er også de fylkene hvor færrest andel av befolkning har hytte i eget fylke.

2.2.2 Kollektivtrafikk

Oslo har ifølge RVU (2014) best kollektivtilbud i landet (omegn-kommunene har også godt kollektivtilbud), og betydelig høyere andel kollektivreiser enn andre kommuner. Nesten 60% av befolkningen i Oslo har et svært godt kollektivtilbud (høy frekvens og kort avstand til holdeplassen).

Buss har lenge vært et tilbud i byområder i Norge og kan være et godt alternativ til bilen. Bussen bruker i hovedsak samme veier som bilen, men har også opplevd en rekke innovasjoner i sin sektor som har forbedret tilbudet, eksempelvis *Bus Rapid Transit*-systemet (Fridstrøm, 2013). Her gir informasjonslinker mellom buss og kontrollsentre spesialprioritet ved lyskryss og på veibane som gjør at bussen kan unnvike problemer knyttet til opphopning av annen transport. Busser drives, i likhet med personbilen, også mot mer bærekraftige fremdriftsløsninger. I Europa er det 100 hydrogenbusser i eller planlagt drift, i tillegg skal det testes flere elektriske busser i Norge (Tomasgard et al., 2016; Dalløkken, 2017). Også banetransport kan redusere utslipp (inkluderer alle skinnegående kollektivtilbud som tog, trikk, bybane og t-bane). I Norge er det Oslo som har utarbeidet det største kollektivtilbudet som kombinerer disse transportmidlene. I likhet med buss- og biltransport har det blitt testet hydrogendrevne tog, og i Tyskland er det planlagt 50 hydrogentog til persontransport som skal i drift fra 2018.

2.2.3 Sykkel, el-sykkel og gange

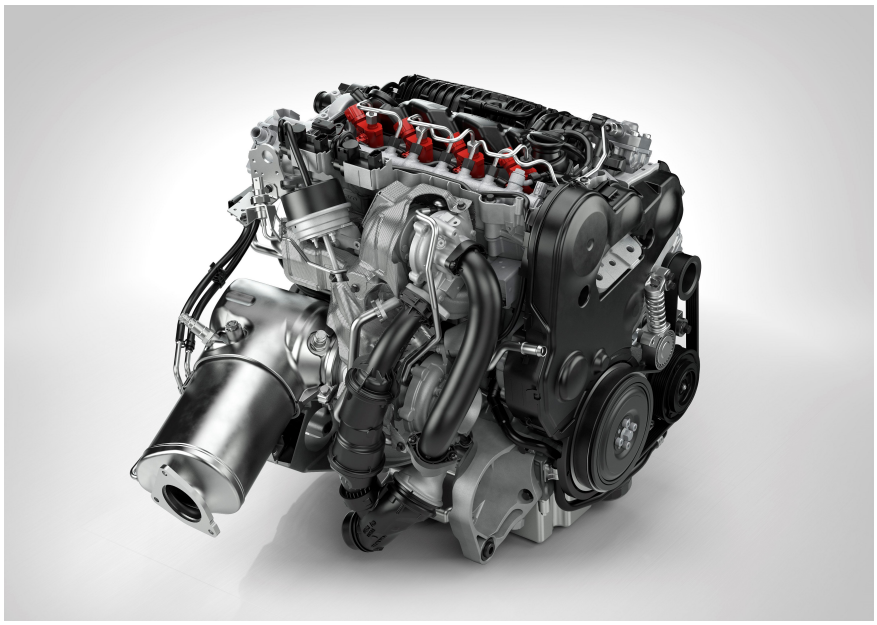
Ifølge RVU (2014) er flest reiser til fots i de urbane områdene i Norge. Av norske byer er det bosatte i Oslo som går mest. Det er også flest andel sykkelreiser i byene, men her ligger hovedstadsregionen langt bak sykkelkommunene Kristiansand, Trondheim og

Stavanger. Oslo skiller seg også ut ved at det er like vanlig å gå på enkeltreiser, som det å kjøre bil. Tilrettelegging for sykkel- og gangveier kan, i likhet med kollektivtrafikken, dempe behovet for personbilen. Et populært alternativ til den vanlige sykkelen er el-sykkelen. El-sykkelen har blitt kraftig forbedret de siste årene, og kan være med å bidra til å overvinne det topografiske handikapet mange norske byer sliter med (Fridstrøm, 2013). En stor markedspenetrering i Norge vil allikevel mest sannsynlig kreve innledende subsidier, en ordning som ble testet i Oslo med stor suksess (Løken, 2016).

2.3 Fremdriftsløsninger for personbiler

2.3.1 Bensin- og dieselbiler

Bensin- og dieselbilen drives fremover av en forbrenningsmotor, hvor drivstoffet er fossilt brennstoff utvunnet av olje. Den tradisjonelle forbrenningsmotoren er over 100 år, men bensin- og dieselbilen har blitt kraftig forbedret de siste tiårene (se figur 2.1) som følge av strengere utslippskrav og ønske om sterkere motorer (Dijk og Yarime, 2010). Tross at forbrenningsmotorene blir stadig mer effektive, består de fortsatt av mange bevegelige deler som må tåle millioner av små interne eksplosjoner (Valle, 2016c).



Figur 2.1: Figuren viser en moderne forbrenningsmotor fra Volvo (Valle, 2016c).

Grunnet drift basert på fossile brennstoff får bensin- og dieselbilen mye av skylden for klimaendringer, lokale utslipp, støy, økt usikkerhet rundt gjenværende energiforsyning og økende oljepriser (Van Bree et al., 2010). Per i dag er dette den vanligste formen for fremdrift i Norge med 97% av bilparken (SSB, 2016a). Bensin- og dieselbiler omtales i denne oppgaven som ICE-biler (Internal Combustion Engine-biler).

2.3.2 Elbiler

Elbiler drives av elektrisitet lagret i batteri ombord i bilen. Hvis elbilen lades med elektrisitet fra vann-, vind-, sol- eller atomkraft, er denne fremdriftsløsningen det alternativet som tilbyr lavest utslipp av karbon blant de ulike drivverksinnovasjonene (Geels et al., 2011). Både el- og hydrogenbilen kan omtales som nullutslippsbiler hvis drevet av fornybar energi (denne oppgaven ser bort fra eventuelle utslipp tilknyttet produksjon av bilen). I dag er det stor vekst innen teknologiutvikling i transportsektoren og mange bilprodusenter går mot elektriske fremdriftsløsninger. Såkalt "rekkeviddeangst" har blitt omtalt mye grunnet kort rekkevidde på elbilen, men mye tyder nå på at elbilene får stadig lengre rekkevidde og tilknyttede lavere kostnader. Eksempelvis har Tesla Model-X en oppgitt rekkevidde på over 500 km (se figur 2.2).

Virkningsgraden i elektriske motorer (se figur 2.4) gjør elbilen opptil tre ganger så energieffektiv sammenlignet med vanlige forbrenningsmotorer (Figenbaum, 2016). Selv om elbilen i utgangspunktet er et godt alternativ som fremdriftsløsning, er det viktig å påpeke at ingen av fremdriftsløsningene i dag (inkludert hydrogenbilen) fremstår som overlegne ovenfor tradisjonelle løsninger, men at de derimot har sine respektive fordeler (Geels et al., 2011).

Norge har som et svar på klimautslippene utviklet seg til å bli blant de største markedene for el-mobilitet i verden (Bjerkan et al., 2016). I dag er det solgt over 100.000 solgte elbiler i landet, og mye tyder på at det er den langsiktige, tydelige og stabile politiske rammen som har gjort elbilen til et konkurransedyktig alternativ for individer (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015).

Figur 2.2: Figuren illustrerer en moderne elbil – her ved en Tesla Model-X med såkalte "falkevingedører" (Nysveen og Framstad, 2017).

Ifølge SSB (2016b) steg antallet elbiler i Norge i 2016 med 41%, men elbiler utgjør fortsatt en svært liten del av den totale bilbestanden. Akershus er fylket med mest elbiler, med Oslo og Hordaland like bak. Oslo er kommunen med flest elbiler, fulgt av Bergen og Bærum. Hele 85% av elbilflåten i Norge er registrert på individer (fremfor bedrifter og offentlige myndigheter), og videre var det ifølge OFV (2016) 16% av bilsalget i 2016 som var rene elbiler, mens salget for elbiler og hybridbiler sammen utgjorde 40 % av nybilsalget i landet. Gjennom bomringen rundt Oslo passerte det over 5,4% elbiler i 2015 – et år elbilene hadde en markedsandel på 18% (Redaksjonen, 2016). Nedgangen skyldes ifølge Petter Haugneland, kommunikasjonsleder i Elbilforeningen, at mange venter på nye elbilmodeller som skal komme i løpet av 2017 (Valle, 2017a). Samtidig har også andelen hybridbiler gått opp, som skyldes gunstigere priser og flere modeller. Fremtiden for elbiler ser også bra ut ifølge OFVs prognose for 2017 (OFV, 2017).

2.3.3 Hydrogenbiler

Biler drevet av kun elektrisitet fra brenselceller hvor hydrogen er energibæreren, omtales i denne oppgaven som hydrogenbiler. Geels et al. (2011) mener disse bilene lenge har blitt promotert som svært lovende alternativer til konvensjonelle drivstoff som bensin og diesel. Eneste utslippet fra en hydrogenbil med hydrogen produsert

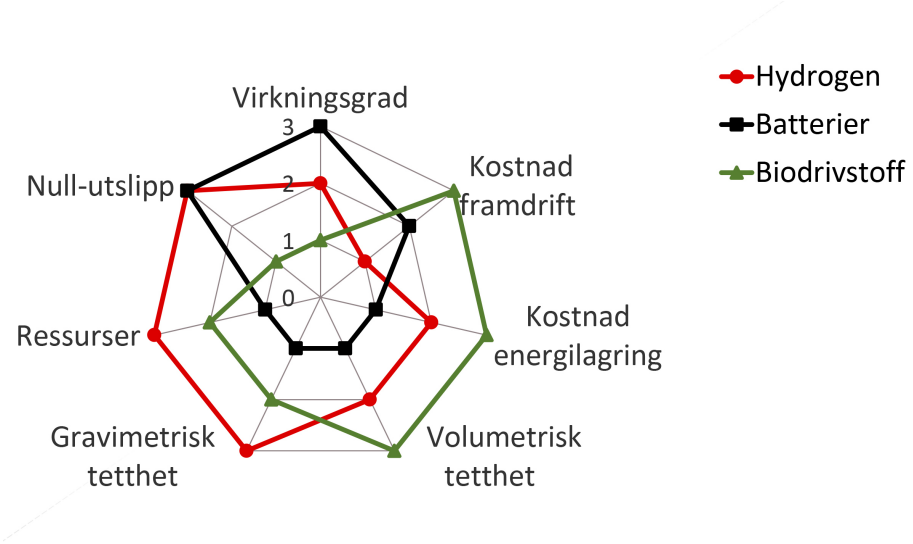
fra fornybare kilder, er vann. En annen viktig faktor er at hydrogenbilen har en virkningsgrad som er tilnærmet dobbelt av det forbrenningsmotoren har (se figur 2.4).

Bilene er i dag preget av relativt ny teknologi og vil fortsatt ha noe mindre trekkraft og rekkevidde i forhold til konkurrenter som diesel- og bensinbiler. Usikkerheten rundt brenselcellens levetid blir forsvart av bilprodusentene som forklarer at ved markedsintroduksjon vil brenselcellene vare ut bilens levetid. El- og hydrogenbilen blir ofte satt opp mot hverandre, men i virkeligheten er de relativt like. Begge drives frem av elektriske motorer, med elektrisitet fra batterier. Forskjellen er at elbilen lades opp før kjøreturen starter, mens hydrogenbilen lader batteriet underveis ved hjelp av en brenselcelle (Olsen, 2015).

Figur 2.3: Figuren illustrerer moderne hydrogenbiler – her ved Honda Clarity (høyre), Hyundai ix35 (venstre) og Toyota Mirai (øverst) (Tomasgard et al., 2016).

Av regionene i Norge er det hovedstadsregionen som har kommet lengst på hydrogensatsningen. I hydrogenstrategien til Oslo og Akershus blir klimamålene for hovedstadsregionen knyttet opp mot overgangen til nullutslippsteknologi og brenselcellebiler (Akershus fylkeskommune, 2014). SINTEF skriver følgende i en rapport om hydrogensatsingen i Norge; *Introduksjon av hydrogen som drivstoff gjør overgangen til nullutslipp mulig i flere segmenter av transport enn det rene batteri-elektriske kjøretøy kan bidra til, og dermed kan et betydelig større utslippskutt*

realiseres (Tomasgard et al., 2016). Ifølge SINTEF er det et samspill mellom elbiler, hydrogenbrenselcelleteknologi og andre null- og lavutslippsteknologier som vil danne basisen for utfasingen av fossile drivstoff. Per i dag er det ca. 50 hydrogenbiler registrert i landet, hvorav majoriteten er i hovedstadsregionen.



Figur 2.4: Figuren illustrerer styrker og svakheter for biogass, el- og hydrogenbil, figuren er hentet fra (Valmot, 2017).

2.3.4 Alternative fremdriftsløsninger

Hybridbiler kombinerer forbrenningsmotoren med et lite batteri som driver elektriske motorer. Toyota Prius, som ble lansert i Japan i 1997, er en av de mest kjente bilene i denne kategorien (Dijk og Yarime, 2010). De første hybridbilene var mye dyrere enn sine konkurrenter med rene forbrenningsmotorer, noe Toyota løste med å betale 10% av førstegangskostnaden for brukerne. Etter Prius kom flere andre hybrider og allerede i 2008, var det over 1,5 millioner hybridbiler på veiene.

Plug-in-hybrider skilles fra konvensjonelle hybridbiler. En plug-in-hybrid inkluderer også forbrenningsmotor, et lite batteri og elektriske motorer, men skilles ved at bilen kan lades i likhet med en elbil (Niste et al., 2016). Både plug-in-hybrider og hybridbiler har mulighet til å produsere mindre lokal forurensning, og krever i tillegg mindre drivstoff. Hybridene har til nå solgt stort i Norge grunnet gunstige avgifter. Videre omtales både plug-in og vanlig hybrid som hybrid.

Biodrivstoff er en fellesbetegnelse for drivstoff til forbrenningsmotorer fremstilt av biologiske materiale, både flytende og i gassform (Norsk Petroleumsinstitutt, nd). Bioetanol, biodiesel, og biogass utgjør de vanligste formene for biodrivstoff. I utgangspunktet vil biodrivstoff fremstilt på rett måte kunne bidra til reduserte utslipp, som følge av at plantene benyttet til produksjon binder opp CO2 som frigis ved forbrenning. Ifølge Solvang og Tomter (2017) har veksten i biodrivstoff vært så høy at politikernes mål om å nå 20% biodrivstoff iblandet diesel innen 2020, nesten er nådd. Allikevel har dette vært et kontroversielt tema grunnet for små krav til bærekraft og CO2-kutt, som kan ha ført til at veksten har vært stor på biodiesel-basert palmeolje. Samtidig foreligger det store investeringsplaner for biodrivstoff-produksjon av trevirke i Norge, tross usikkerheten rundt tilhørende klimaeffekt (NTB, 2017a). Bye (2016) fra SSB skriver følgende i et høringsnotat til klima- og miljødepartementet;

> Det er neppe mulig å fremskaffe biodrivstoff fra trevirke i det omfang det her er snakk om uten at dette vil medføre høyere avvirkning av tømmer enn man ellers ville hatt... Trevirkebasert biodrivstoff vil øke globale utslipp. Biogass på sin side produseres gjennom nedbrytning av organisk materiale.

Behovet for biodrivstoff har også blitt kraftig redusert ifølge klima- og miljøminister Vidar Helgesen, som forteller at behovet i 2030 har blitt redusert fra 1700 til 400 millioner liter på ett år som et resultat av elbilsalget (NTB, 2017a). Norskprodusert biogass, produsert av organisk avfall (avløpsslam, husdyrgjødsel eller avfall fra industri) kan, ifølge Tore Wold i Energigass Norge, derimot være både fornybart og bærekraftig (Lie, 2016). Energigass Norge foreslår følgelig å trappe opp produksjon av den metanbaserte biogassen for å nå klimamålene. Biogass kan derfor være et drivstoff som vil trenge støtteordninger av myndighetene fremover. Tross at biogass er lovende, har fremdriftsløsninger sine styrker og svakheter. Blant annet er det store forskjeller på virkningsgrad, kostnader og utslipp (se figur 2.4).

Naturgassbiler er i likhet med bensin- og dieselbiler drevet av fossile brennstoff

og er ikke-fornybar. Allikevel er naturgass den reneste av de fossile brennstoffene. Naturgassen består, i likhet med biogass, hovedsakelig av metan under betegnelsen *Compressed Natural Gas* (CNG), evt. *Liquefied Natural Gas* (LNG) og kan tilpasses for bruk i vanlige ICE-biler. Både CNG- og LNG-biler må ikke forveksles med biler på *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), en annen type naturgassdrivstoff, bedre kjent som propan i Norge. Bilene har potensiale til å redusere utslipp med 20% sammenlignet med bensin, men naturgassbiler har svært lav energitetthet (25% av bensinbiler). Dette fører til tunge, dyre biler, som i livsløpsanalyser kan føre til høyere utslipp (Bilimportørene, nd).

3 Flernivåperspektivet

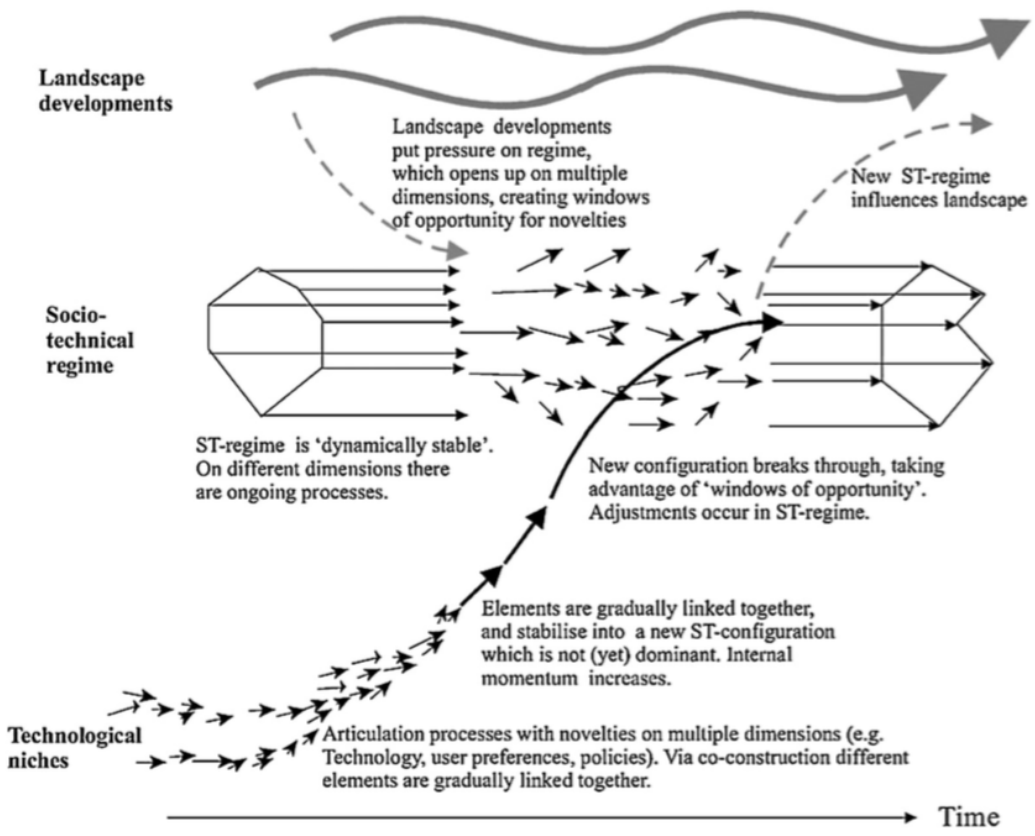
Flernivåperspektivet er en modell med fokus på co-evolusjonære prosesser og overganger. I denne masteroppgaven skal flernivåperspektivet benyttes som teoretisk rammeverk ved spesielt å se på politiske faktorer som gjør elbilen til en suksess fremfor hydrogenbilen. Flernivåperspektivet fanger hvordan komplekse interaksjoner mellom aktører på ulike nivå i samfunnet påvirker evnen en spesifikk innovasjon har til å nå massemarkedet. Perspektivet ble først utviklet av Rip og Kemp (1998) og deretter teoretisk utdypet av Geels (2002). Flernivåperspektivet (engelsk: *multi-level perspective* - MLP) brukt i denne oppgaven er hovedsakelig basert på metoden beskrevet av Geels et al. (2011), og forklarer spredning av teknologi mellom tre nivåer (nisje-, regime- og landskapsnivå – her med biltransport som utgangspunkt).

1. **Nisjenivået** omfatter aktiviteter og innovasjoner i markedet.
2. **Regimenivået** omfatter etablerte interessenter relatert til transport og mobilitet, vant praksis for bilbruk og transportpolitikk.
3. **Landskapsnivået** omfatter ytre påvirkningsfaktorer, internasjonalt og nasjonalt, f.eks. oljepriser, klimapolitikk, m.m.

De siste årene har det oppstått en eksponentiell vekst i interesse for sosio-tekniske overganger. Dette kan ifølge Whitmarsh (2012) begrunnes i et stadig større ønske om å forstå bærekraftige lavkarboninnovasjoner og hvordan disse endrer samfunnet. Som følge av interessen for sosio-tekniske overganger, benyttes nå flernivåperspektivet som rammeverk for å analysere emner som angår lavkarbonteknologi, samt se spesifikke innovasjoner i relasjon til det store bildet.

Ifølge Van Bree et al. (2010) er ikke teknologisk fremgang alene nok til å predikere fremtiden. Innovasjon er med andre ord ansett av mange som en co-evolusjonær prosess som påvirkes av mange faktorer på tvers av disipliner (Geels, 2002). Dette gjør det mulig å se det grønne skiftet innen transport, energi og andre bærekrafttrengende områder, som en overgang med kombinasjoner av teknologi, politikk, kultur, infrastruktur, markeder, forbrukerpraksis og vitenskapelig kunnskap. Disse sosio-tekniske overgangene er ofte komplekse (se figur 3.1) i sin natur nettopp fordi de inneholder så mange elementer – og det kan ta tiår før de er ferdige. Selv

om interesseveksten for slike overganger har vært stor i senere tid, finnes det mange historiske eksempler, f.eks. overgangen fra seil- til dampskip (Geels, 2005).



Figur 3.1: Figuren viser sosio-tekniske overganger, hentet fra (Geels, 2002).

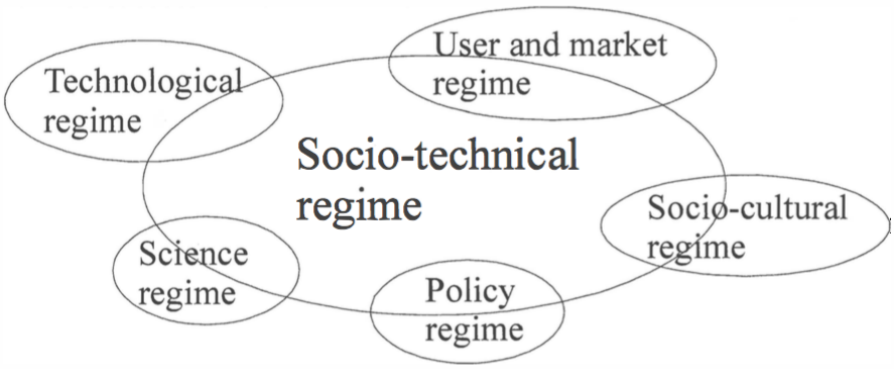
Tross at figur 3.1 viser en ideell utfolding av slike overganger, er ofte overgangene i seg selv unike (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Videre er den generelle dynamikken mellom nivåene slik at nisjeinnovasjoner bygger opp et internt momentum hvilket med hjelp av forandringer i landskapsnivået skaper press på nåværende regime. Dette presset kan føre til destabilisering i regimet som kan resultere i et mulighetsvindu for nisjeinnovasjonene, som videre kan føre til en erstatning av regjerende regime (Geels, 2012). Nisjeinnovasjoner kan bruke varierende tid på å bygge opp momentum og kan også forvitre eller forsvinne hvis det oppstår stor konflikt med teknologien i eksisterende regime (Nenseth et al., 2012).

3.1 Sosio-tekniske nisjer

Nisjer dreier seg ofte om beskyttede utviklingsområder som FoU-laboratorier og prosjekter hvor en spesifikk gruppe brukere er villige til å støtte innovasjonene som gjerne er radikalt annerledes enn de som finnes i eksisterende regimer (Geels et al., 2011). Disse gruppene er ofte sammensatt av entreprenører som eksperimenterer med nyvinninger på tidlige nivåer (Nenseth et al., 2012). Eksempler på slike grupper kan være romorganisasjoner som NASA eller militæret i et gitt land. Nisjene er også i stor grad påvirket av ekstern utvikling. Eksempelvis vil bilinnovasjoner påvirkes av infrastruktur som veier. Geels et al. (2011) forteller også at utvikling av nisjeinnovasjoner kan være med å forme strategier i næringslivet, og ikke minst i regjering. Får nisjer nok momentum ved at visjonene og forventningene blir presisert og generelt akseptert av samfunnet, kan det føre til at større aktører vil satse på nisjene.

3.2 Sosio-tekniske regimer

Det sosio-tekniske regimet beskrives av Geels (2002) som et nivå hvor teknologier har blitt segmentert i permanente strukturer og konfigurasjoner. Følgelig må nye innovasjoner fra nisjeaktiviteter konkurrere med etablerte teknologier med tilhørende velutviklede systemer. Det er disse systemene, bestående av alt fra infrastruktur, regler og reguleringer, brukermønster og kultur, som danner det sosio-tekniske regimet. Regimet blir reprodusert, behandlet, opprettholdt og endret av sosiale grupper og aktører. Aktører i denne sammenheng er eksempelvis bilprodusenter, kommunale myndigheter og interesseorganisasjoner (Giddens, 1984). Disse sosiale gruppene og aktørene er igjen involvert i en rekke ulike regimer som utgjør det sosio-tekniske regimet (se figur 3.2 nedenfor).



Figur 3.2: Figuren viser sosio-tekniske regimer, hentet fra (Geels, 2002).

3.2.1 Regler og normer i regimet

Regimer inneholder kognitive, regulative og normative regler (Geels, 2002). Ettersom det sosio-tekniske regimet er satt sammen av aktører som tilhører spesifikke populasjoner (for eksempel industrier, akademikere, brukere og beslutningstakere i myndighetene) foreslår Geels et al. (2011) at spesifikke regimer deler et spesifikt sett med regler og normer. Det er dette samspillet som er konseptet bak det sosio-tekniske regimet. Følgelig kan mobilitetsregimet deles inn i mer spesifikke regimer hvor det skilles mellom eksempelvis bilprodusenter (som er en del av et industriregime) og transportplanleggere (som er knyttet til beslutningstakere i myndighetene). For å skille ut hva som er et regime og ikke, har det blitt foreslått en modell av Holtz et al. (2008). Modellen inneholder fem karakteristikker som forklarer et regime.

1. Et klart mål i den forstand en funksjon blir oppfylt for brukere og samfunn
2. Flere ting er kombinert sammen med hverandre
3. Høy grad av stabilitet
4. Fravær av en sentral aktør med enevelde
5. Autonomi i regimets interne dynamikk

3.2.2 Stiavhengighet og lock-in

Et viktig element i MLP er såkalte *lock-in-mekanismer*. Et eksisterende regime er ofte karakterisert av stabilitet og lock-in, som igjen kan være en barriere for nisjevirksomhet (Geels et al., 2011). Giddens (1984) peker også på at dette er grunnen til at innovasjon gjerne skjer inkrementelt i disse regimene. Dette ekskluderer ikke

forandringer, men forandringene skjer derimot langs forutsigbare baner. Geels et al. (2011) argumenterer for at inkrementell endring skjer innen regimer, mens radikal endring ofte dukker opp utenfor regimer i relativt beskyttet og isolerte nisjer. Nedenfor er en liste over vanlige lock-in-mekanismer som skaper stabilitet i regimet:

- Lave kostnader for eksisterende teknologi, som følge av stordriftsfordeler
- Store investeringer på infrastruktur, mennesker og maskiner
- Menneskers levestil og atferdsmønster
- Myndigheter og institusjoner som fremmer eksisterende teknologi over ny
- Ideer og holdninger som blinder aktører for alternativer som faller utenfor oppmerksomheten
- Aktører som skaper motstand for å beskytte investeringer og interesser

Lock-in er også sterkt tilknyttet *stiavhengighet*. Liebowitz og Margolis (1995) forklarer stiavhengighet slik; *"mest generelt, betyr stiavhengighet at hvor vi går avhenger ikke bare av hvor vi er nå, men også på hvor vi har vært"*. Videre er lock-in i relasjon til stiavhengighet som regel noe negativt eller i det minste en lock-out av noe bedre. Regimene er avhengig av disse lock-in-mekanismene for å holde seg stabile, men skulle regimet bli ustabilt, kan det tidligere nevnte mulighetsvinduet oppstå, som ligger til grunn for radikale endringer. Det finnes også *stidannelse*, som eksempelvis kan være prosjekter som går i nye retninger.

3.3 Sosio-tekniske landskapet

Det sosio-tekniske landskapet er det øverste nivået i MLP-rammeverket, og har mulighet til å påvirke både nisje- og regimenivået. På dette nivået kan man inkludere elementer som politiske ideologier, sosiale verdier, makroøkonomi og klimaendringer. Regimene er integrert i landskapet og landskapet danner konteksten for endringer. Eksempelvis er Paris-avtalen et element på landskapsnivå som skaper press på en rekke regimer, inkludert transportsektoren.

Et interessant poeng blir fremmet av Sheller (2004) som skriver at tross inkrementelle endringer (på grunn av lock-in og stiavhengighet) i transportpolitikk (regulering, skattelegging, bompenger og lignende) har det til nå ikke skjedd noen radikal endring

av verken bilen eller veisystemet, ei heller i tilvenningsmønstre eller følelser som ligger bak de eksisterende bilkulturene. Også politikk i sosio-tekniske overganger er komplekst grunnet fokus og kombinasjon av mange ulike elementer (for eksempel innovasjon, konkurranse, skatteinntekt, bruk av skattepenger og miljøproblemer). Ifølge Geels et al. (2011) er det to strategier som passer MLP-logikken i relasjon til transport som politikere kan benytte for å påvirke overgangene:

(a) Legge større press på regjerende regimer gjennom økonomiske virkemidler og forskrifter
(b) Stimulere veksten og diffusjonen av nisjeinnovasjoner

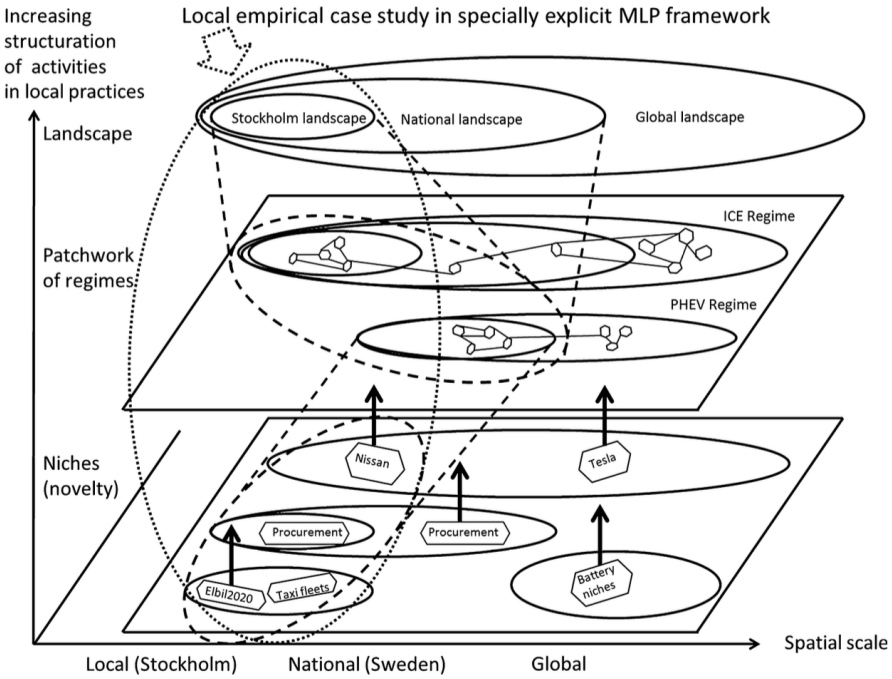
Disse føringene og transportstrategiene gitt av myndigheter, er med å skape stabiliteten i regimene, og er viktig for varige regimer. Singh et al. (2015) formidler også at reduksjon av klimagasser i transportsektoren kan oppnås med ulike strategier. Disse spenner fra produksjon av nullutslippskjøretøy som el- og hydrogenbiler, skifte mot mer effektiv kollektivtransport, bedre urban planlegging av kompakte byer eller radikale skifter i livsstil hvor reiser kun blir gjennomført når absolutt nødvendig, eventuelt en kombinasjon av disse.

3.4 Lokale MLP-rammeverk

Flernivåperspektivet benyttes vanligvis i globale settinger og har følgelig noen svakheter på mikronivå, men kan likevel benyttes lokalt med små endringer. Som Nykvist og Nilsson (2015) skriver, opererer visse aktører kun lokalt, noen kun nasjonalt og globalt, samt noen som er aktive lokalt, nasjonalt og globalt. Dette vil også gjelde på regimenivået. Bilindustrien er f.eks. en del av det globale automobilregime, selv med utvikling av nisjeteknologier i sine FoU-laboratorier. Transport og infrastruktursystemet i hovedstadsregionen vil her danne et regime hvor Oslo kommune og Akershus fylkeskommune og deres administrasjon er sentrale aktører.

Med denne tilnærmingen vil den globale bilindustrien være en del av det globale automobilregimet, grunnet ingen reell tilstedeværelse i hovedstadsregionen annet enn utsalg, tross utvikling nisjeteknologi. Også industriaktører som utvikler ny

nisjeteknologi innen for elbiler, f.eks. batteriprodusenter som Samsung vil tross nye nisjer operere i et globalt system. Dette utelukker allikevel ikke at aktører kan operere både lokalt og globalt. Nykvist og Nilsson (2015) laget et adaptert MLP-rammeverk for Stockholm hvor "rommet" er vist langs x-aksen og struktureringen av lokale aktiviteter i de ulike nivåene på y-aksen som er vist figuren nedenfor.



Figur 3.3: Figuren illustrerer adaptert MLP-rammeverk for Stockholm slik foreslått av Nykvist og Nilsson (2015).

3.5 Overgangstraséer

En overgang fra et regime til et annet kan foregå på mange ulike måter. For å få et bedre bilde av hvordan samspillet mellom el- og hydrogenbilen vil være fremover er det interessant å se hvordan en eventuell overgang kan forekomme. Til dette benyttes teori fra arbeidet til Geels og Schot (2007) som er i tråd med MLP-rammeverket. Selve overgangen kan foregå på fire måter, hvilket er resultatet av timingen til de ulike flernivå-aktivitetene. De fire hovedovergangstraséne er som følger:

1. ***Transformasjon:***

   Denne overgangstraséen er et resultat av moderat press fra landskapsnivået på et punkt i tid hvor nisjeinnovasjoner ikke har blitt tilstrekkelig utviklet,

og regimeaktørene svarer presset fra landskapet ved å endre retningen på utviklingen og innovasjonsaktivitetene.

2. ***Oppløsning og omstilling:***
   Stort landskapspress fører til interne problemer i regimet og følgelig kan regimet gå i oppløsning grunnet svakere samspill av elementer. Dette gir muligheter for at nisjeinnovasjoner kan sameksistere i lengre perioder. Med variasjon i nisjer kommer også usikkerhet for større aktører som ikke tør å investere i frykt for å velge feil. Etter hvert vil omstillingen starte rundt en av innovasjonene hvilket fører til et nytt regime.
3. ***Teknologisk substitusjon:***
   Stort landskapspress samtidig som nisjeinnovasjonene er tilstrekkelig velutviklet vil nisjeinnovasjonene ta over og erstatte eksisterende regime.
4. ***Re-konfigurering:***
   Re-konfigurering er et resultat av utvalgte nisjeinnovasjoner som benyttes i et regime for å løse lokale problemer og i ettertid fører til justeringer i den grunnleggende arkitekturen i regimet.

Tross de fire hovedtraseéne for overgang finnes det flere kombinasjoner av disse som er presentert nedenfor:

3.5.1 Tilleggseffekter og hybrider

Som i re-konfigurasjonstraséen kan nisjer bidra til "nye kombinasjoner" med eksisterende teknologi. Følgelig behøver ikke nisjeinnovasjoner direkte å konkurrere med eksisterende regime. Geels (2002) beskriver at nisjer gjerne kan være en tilleggseffekt i regimet for å løse spesifikke problemer. Et godt eksempel på dette er seilskipet, hvor dampmaskinen først ble brukt som hjelp ved lite vind (hybrid). Etter stadig utvikling av dampmotoren, ble teknologien mer dominant og skapte deretter et dampskipregime.

3.5.2 Ringvirkningseffekter

Geels og Schot (2007) argumenterer at introduksjon av innovasjoner i eksisterende teknologi kan føre til ringvirkninger. Et eksempel som blir tatt frem av Geels (2006) er de store ringvirkningene overgangen til jetmotoren førte til. Først ble vingedesignet

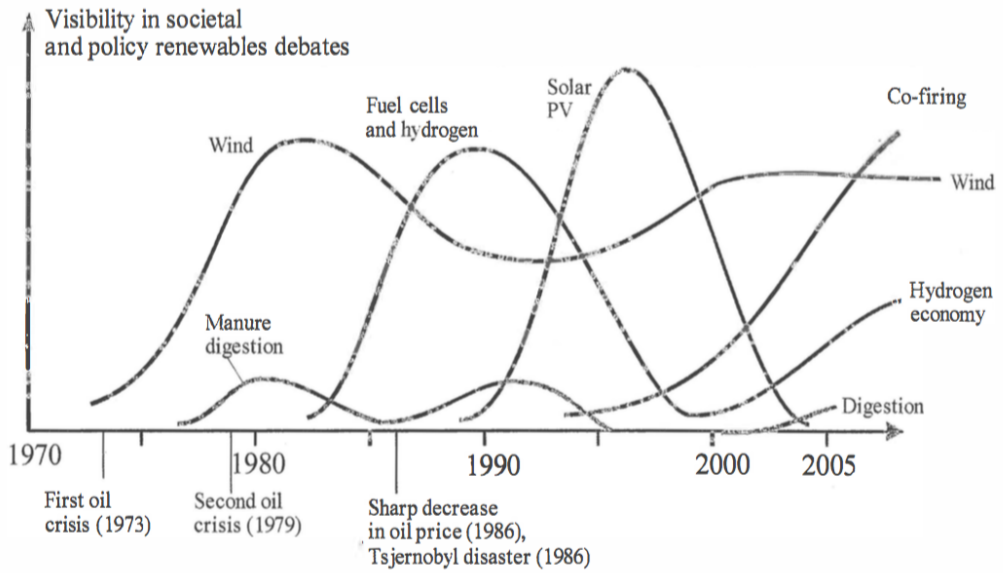
endret for å ta høyde for hastigheten, samt ble flyene større og materialbruken ble endret for å kompensere for vekt. Lav effekt for jetmotor ved lav hastighet førte også til større rullebaner. Overgangen førte også til ikke-teknologiske ringvirkninger (eksempelvis nye brukergrupper, nye ruter og strengere reguleringer).

3.5.3 Tilpasningseffekter

Utseende og funksjonalitet til nisjeinnovasjoner produseres svært likt teknologien i det etablerte regime for å redusere usikkerhet for brukere. Når radikalt ny teknologi fremkommer er det vanskelig å forutse utfallet av teknologien som konsekvens av holdninger rundt eksisterende teknologi. Eksempelvis var de tidligste bilene designmessig svært like hestekjerrer (Geels et al., 2011).

3.5.4 Interessesvingninger

Nisjeinnovasjoner gjennomgår ofte interessesvingninger som relaterer til kognitive endringer i forventninger. Dette skjer ofte i et mønster hvor teknologi først blir hauset opp i media med interesse fra industrien. Teknologiledere skaper store forventninger rundt funksjonalitet og ytelse som skaper interesse og overentusiasme, noe teknologien ikke klarer å leve opp til. Arbeidet for nisjeinnovasjonene fortsetter og leder til forbedringer som fører til gradvis markedspenetrering og ny entusiasme.



Figur 3.4: Figuren viser hvordan ulike interessesvingninger kan samhandle, hentet fra Geels et al. (2011).

Flere ulike interessesvingninger til ulike innovasjoner kan også samhandle, slik vist i figur 3.4. Verbong et al. (2008) legger frem et viktig argument her ved at myndigheter ofte bidrar til denne typen mønster som et resultat av satsning og entusiasme rundt visjoner og suksesser som inkluderer teknologi hvilket senere ikke klarer å leve opp til forventingene.

3.5.5 Nisjeakkumulering

Geels (2002) argumenterer for at radikale innovasjoner kan bevege seg ut av små nisjemarkeder gjennom nisjeakkumulering. Nisjeakkumulering er innovasjoner som til en viss grad blir selvdrevet hvis de får feste i et lite marked hvor brukerne har spesielle behov, og deretter kan innovasjonen oppleve bredere diffusjon hvor neste marked baserer seg på det forrige.

3.6 Oppsummering - Flernivåperspektivet

Flernivåperspektivet er et nyttig verktøy for å studere sosio-tekniske overganger ved å fange de komplekse interaksjonene mellom offentlige og private aktører på ulike nivåer i samfunnet, samt se på viktige lock-in-mekanismer. I denne masteroppgaven benyttes flernivåperspektivet som rammeverk for å svare på problemstillingen ved å spesielt se på politiske faktorer som gjør elbilen til en suksess fremfor hydrogenbilen.

Rammeverket benyttes også til å avdekke hvordan urbane strategier og offentlige dokumenter for det grønne skiftet i Oslo og Akershus er tilkoblet til el- og hydrogenbiler i transportsektoren. Dette, i kombinasjon med nisjeaktivitetenes påvirkning på automobilregime, vil også kaste lys på om el- og hydrogenbilpolitikk stimulerer eller skaper barrierer for hverandre. Rammeverket har allikevel svakheter når det kommer til å forklare spredningsmønsteret på mikronivå. Det er derfor behov for en utvidelse av rammeverket som presenteres i neste kapittel.

4 Diffusjon av innovasjoner

Diffusjon er en prosess hvor individer eller selskaper i et samfunn adopterer ny teknologi eller erstatter gammel teknologi med ny – der diffusjon betyr *spredning av teknologi*. Prosessen er interessant for denne masteroppgaven for å få frem teknologiske og økonomiske faktorer knyttet til brukeroppfatning av el- og hydrogenbiler i hovedstadsregionen. Det teoretiske rammeverket for dette kapittelet er basert på *Diffusion of innovations* av Rogers (1995), som følgelig gir bakgrunnskunnskap til å analysere diffusjonen av el- og hydrogenbiler i Oslo og Akershus.

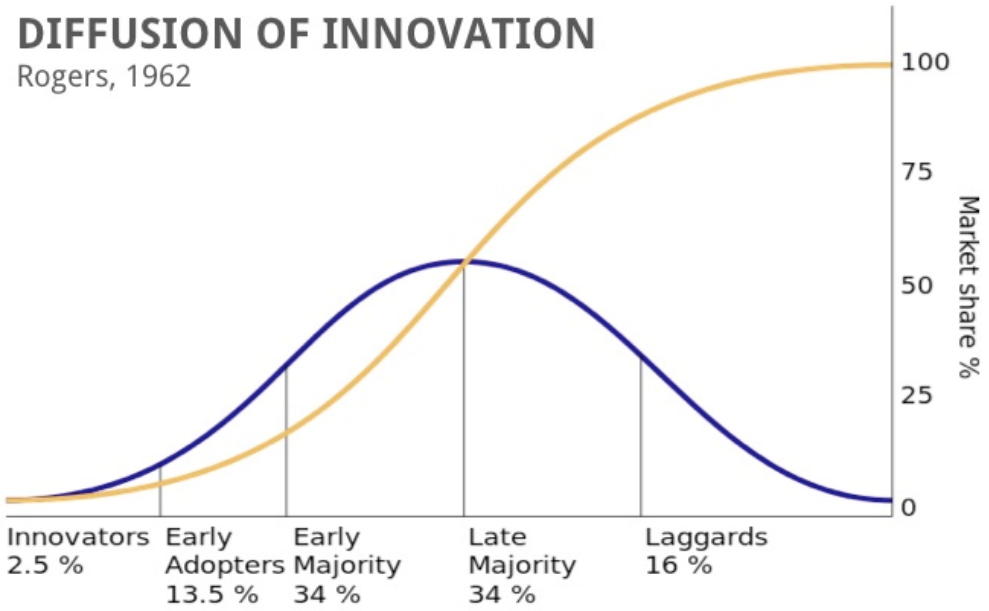
Diffusjonsteori fungerer som en utvidelse og komplementerer flernivåperspektivet ved å redusere svakhetene fra sistnevnte rammeverk. Diffusjonsteori fungerer bedre på et mer fokusert caseområde (som hovedstadsregionen), samt over kortere tidsperspektiv (overganger kan ofte ta flere tiår). For å svare problemstillingen er det interessant å se på det grønne skiftet, ikke bare som en sosio-teknisk overgang for samfunnet, men også som en driver i forhold til hva som får den enkelte bruker til å velge en spesifikk grønn innovasjon. Følgelig kan kombinasjonen av flernivåperspektivet og diffusjonsteorien til slutt dekke politiske, teknologiske og økonomiske faktorer knyttet til problemstillingen – hvor politiske faktorer er på et mer samfunnsordnet nivå, mens teknologiske og økonomiske faktorer er fra et brukerperspektiv.

Modellen er i stor grad basert på en rekke studier innen sosiologi og forklarer at diffusjon dreier seg om hvordan en innovasjon blir kommunisert gjennom visse kanaler over tid til medlemmene av et sosialt system, før innovasjonen blir tatt i bruk (Nenseth et al., 2012). Rogers (1995) definerer innovasjon som en idé, en måte å gjennomføre en oppgave på eller en teknologi som oppfattes nytt av de som skal adoptere innovasjonen. Grunnen til at nettopp kommunikasjonsprosessen ofte blir viktig i relasjon til innovasjon, er at innovasjoner ofte skaper usikkerhet og folk søker informasjon for å redusere usikkerheten. Det er viktig å poengtere at hovedfokuset til diffusjonsteori ikke er å klassifisere brukere (se kapittel 4.1 figur 4.1), men for å forstå hvordan ideer og innovasjoner spres i sosiale systemer. Denne teorien passer

følgelig godt sammen med flernivåperspektivet som også tar hensyn til sosio-tekniske forhold.

4.1 Diffusjonsprosesser

Ifølge Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) følger diffusjon av innovasjon normalt en S-formet kurve med fem ulike grupper av individer, slik vist i figur 4.1. Det er viktig å poengtere at kun *suksessfulle* innovasjoner følger denne kurven. S-kurven kommer som følge av at adopsjon av teknologi ofte øker i hastighet etter en treg start, for deretter å avta når andelen når 90% av de potensielle brukerne (Hall, 2004).



Figur 4.1: Figuren viser normal diffusjonsprosess, hvor befolkningsgruppen er inndelt i fem adopsjonskategorier, ifølge Rogers (1995), hentet fra Illert (2015).

Knyttet til diffusjon av innovasjon blir ofte *kritisk masse* diskutert som et viktig punkt i spredningen. Den kritiske massen betegner vendepunktet hvor utbredelse av innovasjoner eskalerer og adopsjonen av innovasjonen når et nivå som kan omtales som selvdrevet. Denne grensen ligger i området mellom 10-20% langs x-aksen i figur 4.1. For å presisere er kritisk masse en viss prosentandel av potensielle brukere, ikke markedsandel. Følgelig vil ikke en innovasjon bli selvdrevet på et punkt hvor en innovasjon har nådd 10-20% markedsandel, men når prosentandelen av potensielle

brukere passerer tidlige brukere og går mot tidlig majoritet. Inndeling i grupper presenteres nedenfor.

1. *Innovatører* utgjør 2,5% av alle brukere og er ifølge Rogers (1995) de første til å adoptere innovasjoner. I denne fasen er det forventet at diffusjonsprosessen foregår sakte. Innovatørene blir ofte tiltrukket av ukjent teknologi og kjennetegnes ofte ved høy inntekt og høy utdannelse – med tilhørende høy risikovilje. Følgelig har de vilje til å bruke midler på teknologi som kan vise seg å være fiaskoer. Disse brukerne tar ofte avgjørelsen om å adoptere innovasjon uten påvirkning av andre, men kan påvirkes av sosiale media og informasjon fra f.eks. utenlandsreiser (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015).
2. *Tidlige brukere* har ofte gode nettverk, høyere lønn enn gjennomsnittet, og åpenhet for ny innovasjon. De har stor påvirkning på mennesker rundt seg og utgjør 13,5% av potensielle brukere. Disse menneskene er essensielle for diffusjon av innovasjon, grunnet sine muligheter for å spre kunnskap i stor skala og dempe usikkerhet gjennom sine kommunikasjonskanaler.
3. *Tidlig majoritet* består av 34% av potensielle brukere hvilket kjennetegnes av at de tar avgjørelser basert på overveielser av risiko. De vil ofte være tidligere ute enn "den store massen" og er en viktig gruppe for at en innovasjon skal kunne oppnå suksess. Ved suksess øker diffusjonsraten og markedsadopsjonen begynner å bli selvdrevet.
4. *Sen majoritet* inneholder skeptiske individer og trenger god tid til overtalelse for å godta en innovasjon. Gruppen inneholder 34% av potensielle brukere, og adopterer ikke før en innovasjon er alminnelig akseptert av samfunnet.
5. *Etternølere* gjør opp 16% av totalen og er en gruppe individer som er opptatt av normer som konservatisme og tradisjonalisme. Disse adopterer først når en teknologi er sammenlignbar med konkurrerende produkt.

4.2 Diffusjonsrate og karakteristikk

Rogers (1995) argumenterer for at diffusjonsraten av en innovasjon avhenger av hvordan individer tolker karakteristikkene til gitt innovasjon. Nedenfor er en liste over karakteristikker som kan hjelpe å forklare ulike diffusjonsrater.

1. *Relative fordeler* er i hvilke grad en innovasjon blir tolket som bedre i forhold til konkurrerende idé. Faktorer for å sammenligne konkurrerende teknologier kan være finansielle (f.eks. førstegangskostnader og årlige kostnader) eller være tilknyttet sosial prestisje, tilfredshet og miljøvennlighet.
2. *Kompatibilitet* er i hvilke grad en innovasjon tolkes som konsistent med tidligere erfaringer til et individ. Eksisterende verdier og behov kan være med på å påvirke hvordan et individ ønsker å oppfatte en innovasjon. Er det store ulikheter til det individet er vant til, som radikalt nye innovasjoner fremfor iterative teknologier, kan diffusjonsraten reduseres.
3. *Kompleksitet* er i hvilke grad en innovasjon blir tolket som brukervennlig. Fleksibilitet og evne til å tilpasse seg en ny kompleks innovasjon kan være svært avhengig av individet og påvirker derfor diffusjonsraten i stor grad.
4. *Prøvbarhet* er i hvilke grad en innovasjon gir muligheter for testing. Ved testing og eksperimentering i mindre skala før total implementering, reduseres usikkerheten for brukere som videre bidrar til økt diffusjonsrate.
5. *Observerbarhet* er i hvilke grad en innovasjon er synlig for individer. Synligheten gjør det enklere for individer å se mulige utfall av adopsjonen og kan bidra til å stimulere diskusjon i miljøer som videre påvirker spredningen til en innovasjon. Kommunikasjon i nettverk kan følgelig være en essensiell faktor i relasjon til strategi for lansering av en teknologi (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015).

Diffusjonsrater er også tilknyttet barrierer for innovasjoner. De seks viktigste barrierene relatert alternative kjøretøysinnovasjoner historisk sett, forklares av Romm (2006). Det er nok at bare en av disse er tilstede for at et alternativ faller fra i konkurransen. De seks barrierene er vist nedenfor. Barrierene er ifølge Bjerkan et al. (2016) grunnen til at markedsandelen av el- og hydrogenbiler er generelt lav på tvers av land i verden.

- Høy førstekostnad for kjøretøy
- Lav rekkevidde som følge av drivstofflagring
- Sikkerhet og usikkerhet rundt ansvar
- Høy fyllekostnad (sammenlignet med bensin og diesel)
- Få fyllestasjoner (såkalt *høne-/eggproblem*)

- Teknologiske forbedringer hos konkurransedrivstoff (mer effektive og renere forbrenningsmotorer)

En rekke andre faktorer kan og skape barrierer for markedet, bl.a. risiko, teknologisk konservatisme, uprøvd teknologisk ytelse og mangel på kunnskap. Disse barrierene danner grunnlaget for at flere land og regioner oppretter strategier og incentiver for å se økt diffusjon av nullutslippsbiler som el- og hydrogenbil.

4.3 Innovasjon og avgjørelser

Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) forteller at grunnlag for diffusjon kan være både sentraliserte og desentraliserte. Desentraliserte avgjørelser blir ofte tatt på bakgrunn av fordeler for den enkelte bruker, i motsetning til sentraliserte systemer for diffusjon, hvor myndigheter ofte kan legge til rette for kollektive behov. Relatert personbiler er tekniske krav til kontroll av utslipp eksempel på en sentralisert avgjørelse. Rogers (1995) beskriver også det som kalles forebyggende innovasjoner som ofte er basert på samfunnsbehov. Slike forebyggende innovasjoner er ofte sterkt avhengig av incentiver fra myndighetene grunnet lave diffusjonsrater. Et annet viktig moment å ta i betraktning er interaktive oppfinnelser som forklares som innovasjoner hvilket vil gi fordeler til tidlige brukere etter hvert som flere benytter innovasjonen. Eksempelvis ville tidlige brukere av strømmetjenester som Spotify og Netflix oppleve et smalt utvalg av musikk og film, noe som ekspanderte kraftig etter hvert som tjenestene ble populære.

Diffusjon av en spesifikk innovasjon avhenger også av endringsagenter. Dette kan være representanter fra offentlige myndigheter, selskaper, organisasjoner og enkeltpersoner som påvirker brukere til å adoptere en innovasjon. Igjen er kommunikasjon en viktig faktor. Kommunikasjon mellom endringsagenter og brukere gjennom sosiale nettverk og andre typer medier kan være med å endre diffusjonsraten (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Pan et al. (2013) skriver i sin artikkel om urbane egenskaper, at byer oftere vil være mer innovative og at større antall mennesker samlet vil føre til større personlig og profesjonelle nettverk, hvilket gjør at antallet mennesker som tar i bruk nye oppfinnelser generelt er større i byer enn andre steder.

Denne siden er blank med hensikt.

5 Metode

For å kunne svare på problemstillingen utføres oppgaven som et casestudie hvilket kombinerer kvalitative og kvantitative metoder for å analysere empiri. Generelt deles informasjon inn i to kategorier; kvantitativ og kvalitativ informasjon. Kvantitativ informasjon er empiri som stammer fra undersøkelser, statistikk, eksperimenter og andre talldata. Kvalitativ informasjon er derimot data i form av tekst som dokumenter, intervjuer og feltobservasjoner. Her er det ofte større usikkerhet samt mindre nøyaktighet (UiO, 2016). Ifølge Strauss et al. (1990) kan man dele kvalitativ informasjon inn i tre hovedkomponenter. *Data*; fra kilder som dokumenter, intervjuer, filmer og lignende, *prosedyrer*; som brukes til å tolke og organisere data, og til slutt *rapporter*; som kan være i form av artikler fra konferanser, journaler og lignende.

Ettersom casestudiet benytter to rammeverk er oppgavens analysedel delt etter de to respektive rammeverkene til Geels et al. (2011) og Rogers (1995). Både første og andre del benytter internettbasert innholdsanalyse for kontekst rundt problemstillingen. Første del bruker også kvalitative metoder i form av dokumentanalyse, mens andre del av oppgaven benytter kvantitativ metode for tall relatert diffusjon av el- og hydrogenbiler i hovedstadsregionen. Her anerkjennes det at ulike metoder har ulike styrker og at kombinasjonen skal gi best grunnlag til å kunne kaste lys over problemstillingen.

En kombinasjon kan allikevel være vanskelig, og følgelig er det viktig at metodene integreres godt med hverandre for å sikre at styrkene til metodene komplementerer hverandre (Morgan, 2013). Denne oppgaven benytter en *oppfølgende kvantitativ metode* som utvider resultatene fra den kvalitative analysen med en kvantitativ tilleggsanalyse for å lettere forstå observasjonene fra den kvalitative delen. Målet ved kombinasjonen er følgelig å demonstrere generalitet i resultatene ved å vise at de kvalitative resultatene har bredt spekter, f.eks. ved at offentlige dokumenter for klima- og energistrategi kan påvirke diffusjonen av nullutslippskjøretøy i en region. Den kvantitative delen av denne oppgaven er statistisk bearbeidet fra råmaterialet i vedlegg C og fremstilles i grafer og tabeller i kapittel 7.

5.1 Case som metode

Case som forskningsmetode skal ifølge Eisenhardt (1989) fokusere på å fange dynamikken tilstede i settinger og kombinerer informasjon fra dokumenter, observasjoner og lignende. Tjora (2012) skriver at casemetoden kan benytte alle mulige former for kvalitativ og kvantitativ datagenerering, f.eks. dokumentstudier, innholdsanalyse, intervjuer og lignende – aller helst ved å kombinere flere. I denne oppgaven skal casemetoden kombinere dokumentanalyse, internettbasert innholdsanalyse og kvantitativ analyse av rådata fra caseområdet.

Bruken av case er også en utbredt form for avgrensing i kvalitative studier. Slike undersøkelser benytter seg av en eksisterende grense for hva og hvem undersøkelsen inkluderer og ekskluderer, hvilket kan gjøre det enklere å snevre inn problemstillingen. Tross at casestudiet gir mulig svar på hva som er avgrenset, betyr det ikke at datagenererings- eller analysevalg er bestemt og gir følgelig frihet til forskeren. Typiske casestudier omfatter bedrifter, avdelinger, organisasjoner, kommuner, områder, tiltak eller tilstander (Tjora, 2012). Utvalg av case for denne oppgaven følger et av de vanligste utgangspunktene for valgstrategi av case – nemlig at valgt case er *ekstrem* eller *avvikende* innenfor valgt tematikk og som dermed kan synliggjøre det aktuelle fenomenet.

5.2 Dokumentanalyse

Strauss et al. (1990) definerer dokumentanalyse som en systematisk prosedyre for å gjennomgå og evaluere dokumenter. Denne metoden, som andre analytiske metoder i kvalitativ forskning, krever at data blir studert og tolket for å gi forståelse og utvikle empirisk kunnskap som kan brukes til å trekke konklusjoner. For å forstå hvordan dynamikken er mellom politiske, teknologiske og økonomiske faktorer for innfasingen av el- og hydrogenbiler i hovedstadsregionen, skal det legges vekt på dokumentene tilrettelagt av de regionale myndighetene.

5.2.1 Dokumentanalyse – fordeler og begrensninger

Dokumentanalyse, i likhet med annen kvalitativ informasjon, har fordeler og begrensninger (Bowen, 2009). Det anerkjennes av forfatter at dokumentene analysert

kan ha svakheter eller mangler som kan svekke resultatene. Nedenfor er en liste over fordeler som kan forekomme under dokumentanalyse:

1. *Effektivitet* forekommer i dokumentanalyse ved at man velger data, fremfor å samle data.
2. *Stor tilgjengelighet* på dokumenter eksempelvis fra offentlige steder og nettsider. Internett har gjort det mulig å enkelt skaffe dokumenter, uten at forfatter må godkjenne. I relasjon til denne oppgaven er de fleste av dokumentene fra regionale myndigheter som kommuniserer via sine nettsider.
3. *Kostnadseffektivitet* er et resultat av at dokumentanalyse er billigere enn andre forskningsmetoder.
4. *Reaktivitetsfraværelse* er et resultat av at dokumentanalyse ikke endrer innholdet i dokumentet. I andre forskningsmetoder, f.eks. observasjon, vil muligens en hendelse forløpe seg annerledes på grunn av bevissthet rundt at observasjon forekommer.
5. *Stabilitet* er et resultat av at dokumenter ikke er reaktive. De er følgelig passende for gjentagelse av forskningsprosessen.
6. *Stor nøyaktighet* er et resultat av at referanser, detaljer og navn er inkludert i dokumenter (Yin, 1994). Forskningsmetoden gjør det derfor lett å følge opp ulik forskning, samt finne relevante sammenhenger.
7. *God dekning* er et resultat av at dokumenter har brede tidsperspektiv og kan dekke flere hendelser og settinger.

Tjora (2012) argumenterer for at dokumentanalyse ofte benyttes på dokumenter som er produsert for andre formål enn forskning. Slike dokumenter kan være *casespesifikke* ved at de omhandler informasjon om f.eks. spesifikke bedrifter eller kommuner, eller de kan være mer *generelle* som i utredninger av myndigheter eller andre. Dokumentanalyse inkluderer også artikler fra *medier* som nettaviser, men også *forskningsdokumenter* som artikler, bøker og rapporter. Følgende er en liste over begrensinger som kan forekomme i dokumentanalyse:

1. *Mangel på detaljer* kan være tilfelle grunnet at dokumenter ofte er produsert av andre grunner enn forskning. Det forekommer derfor at relevante detaljer til bruk i forskning ikke er tatt med.

2. *Utilgjengelighet* gjør at dokumentanalyse som forskningsmetode kan være begrensende. Dokumenter kan være utilgjengelig for offentligheten av flere grunner.
3. *Partisk selektivitet* gjør at dokumentanalyse som forskningsmetode kan gi ufullstendige resultater. Dokumentene i relasjon til denne oppgaven er utgitt av myndighetene og følgelig kan innholdet være farget av partiske politiske agendaer.

5.2.2 Internettbasert innholdsanalyse

Internett har åpnet for mange nye måter å innhente informasjon på som gjør arbeidet lettere for forskeren. Generelt sett er innholdsanalyser et begrep som ifølge Boolsen (2006) anvendes i mange betydninger. Ofte benyttes innholdsanalyse i forbindelse med analyse av dokumenter og tekster, enten ved kvantifisering av innhold eller ved kvalitative måter å systematisere ut ifra bestemte kategorier. Dette er en type analyse som er særdeles god til massemedia – f.eks. ved internett.

Den internettbaserte innholdsanalysen har i likhet med generell dokumentanalyse fordeler og ulemper. Kim og Kuljis (2010) presenterer fordeler som at arbeidet er ikke-påtrengende, ustrukturert, kontekstsensitivt og i stand til å takle store mengder data, og at det kan benyttes til å undersøke gjenstanden (f.eks. tekst i artikkel) uten kontakt med individer. Dette gjør, i likhet til vanlig dokumentanalyse, det mulig å studere noe uten at forskningen endrer utfallet. Samtidig har internettbaserte innholdsanalyser ulemper – kanskje spesielt knyttet til at internettbaserte kilder endrer seg. Det er også knyttet problemer til at innholdsanalyse fort kan føre til mange spekulative svar på spørsmål, og at analysen bør gjøres i tråd med andre metoder som f.eks. intervju, dokumentanalyse eller kvantitativ innsamling av empiri.

5.3 Litteraturstudie

Det er benyttet en rekke kilder til litteraturstudiet for å forstå det teoretiske rammeverket, transportpolitikken og situasjonen i det aktuelle bilmarkedet. For teoretisk rammeverk har arbeidet til Geels et al. (2011) vært viktig. For informasjon om diffusjon av innovasjon har arbeidet til Rogers (1995) vært sentralt. Relevant

informasjon og statistikk om el- og hydrogenmarkedet er i størst grad hentet fra norske kilder tilgjengelig på nett (hovedsakelig fra OFV og SSB). Underveis i litteraturstudiet kommer flere av kildene fra søkemotorene presentert i tabell 5.1. Flere artikler er hentet fra Transportøkonomisk institutt hvor mye relevant har blitt funnet på el- og hydrogenutviklingen i Norge. Her har spesielt arbeidet til Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) vært viktig for oppgaven.

5.4 Innhenting av empiri

I likhet med andre forskningsmetoder, skal man også i dokumentstudier redegjøre for hvorfor spesifikk empiri er utvalgt. Dette er en komplisert oppgave hvor systematisering og ryddige utvalgskriterier er svært viktig for å unngå en overflod av empiri. Nedenfor er utvalgskriterier og benyttede søkemotorer for dokumentanalysen gjennomført i denne oppgaven.

Oppgavens kvalitative empiri bygges hovedsakelig opp av dokumenter som foreligger hos Oslo og Akershus fylkeskommune, samt Oslo kommune. Dette inkluderer dokumentene *Regional plan for areal og transport i Oslo og Akershus (ATP)*, *Klima- og energistrategi for Oslo (KEO)*, *Regional plan for klima og energi i Akershus (KEA)* og *Hydrogenstrategi (2014-2025)*. Også *Nasjonal transportplan (NTP)* er benyttet for et bredere bilde. Valget var klart i forhold til at dokumentene er svært relevante for å kaste lys på spesielt politiske og økonomiske faktorer som favoriserer elbilen ovenfor hydrogenbilen (se tabell 5.1). Det finnes også andre aktuelle dokumenter i forhold til energi og miljø, men i denne oppgaven ligger hovedfokuset på biltransport og derfor er nettopp disse dokumentene valgt. I tillegg forelå empiri og materiell fra *Elbilrapporten 2015* til interesseorganisasjonen NAF, samt *reisevaneundersøkelsen* til TØI – tross dokumentenes dato, er endringene små fra år til år og dokumentene er derfor fortsatt relevante (denne beslutningen har blitt kritisk vurdert av forfatter).

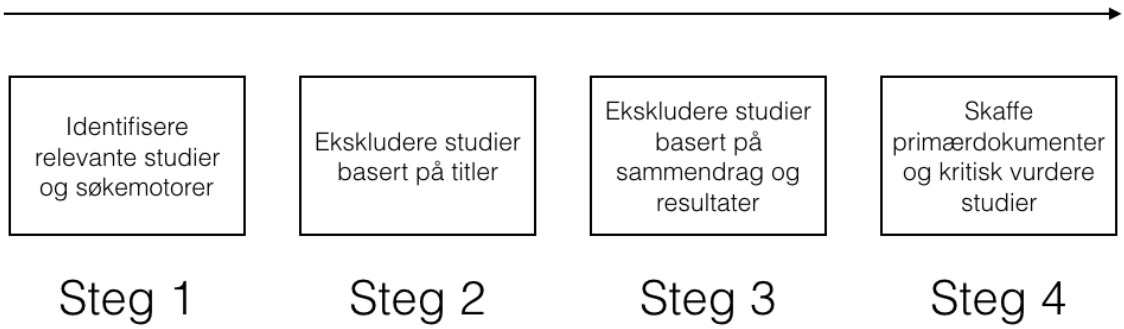
Disse er kombinert med forskningsdokumenter (hovedsakelig fra SINTEF og TØI) og nettartikler med hovedvekt fra Teknisk Ukeblad. Det anerkjennes at nettartikler ofte har større usikkerhet og unøyaktighet enn f.eks. forskningsartikler, men til bruk i denne oppgaven oppfattes Teknisk Ukeblad som en trygg kilde for informasjon om teknologi og transport i Norge.

5.5 Utvalgskriterier for empiri

Ved systematisk søkestrategi (presise søkeord til bruk i ulike søkemotorer) har valgene av relevant informasjon blitt gjort enklere. Tabell 5.1 nedenfor viser en liste over søkemotorer og søkeord som har blitt benyttet i denne oppgaven samt viser figur 5.1 en systematisk måte å forholde seg til forskningsdokumenter og annen empiri.

Tabell 5.1: Tabellen viser aktuelle søkemotorer og søkeord til bruk i denne oppgaven. Engelsk oversettelse av søkeord er også brukt.

Søkemotorer	Søkeord
Google Scholar	Elbil
ScienceDirect – Elsevier	Hydrogenbil
Oria	MLP
TØI	Diffusjon
Brage BIBSYS	Bærekraft
SINTEF	Det grønne skiftet



Figur 5.1: Figuren illustrerer søkestrategi for empiri – basert på figuren til Dybå og Dingsøyr (2008).

De kvantitative dataene benyttet i oppgaven er hentet fra offentlig kilder (fra OFV og SSB) – hhv. nybilsalg av biler i Oslo og Akershus perioden 2008-2016 og registrerte biler i Oslo og Akershus perioden 2010-2016. Dataene anses å komme fra sikre, objektive kilder.

6 MLP-analyse av Oslo og Akershus

For å svare på problemstillingen gjennomføres det i dette kapittelet en sosio-teknisk analyse med bruk av flernivåperspektivet fra kapittel 3 som teoretisk rammeverk. Kapittelet tar sikte på å fange de komplekse interaksjonene mellom aktører, både private og offentlige på nisje-, regime- og landskapsnivå. Hovedfokuset vil være på politiske faktorer for elbilens suksess over hydrogenbilene.

Sentralt for å avdekke disse, er de strategiske dokumentene relatert til innfasing av el- og hydrogenbiler i Oslo og Akershus. Tross at teknologiske og økonomiske faktorer avdekkes kapittel 7, utelukker ikke dette at flernivåperspektivet også kan avdekke slike faktorer. Analysen danner grunnlag for en MLP-modell for Oslo og Akershus samt en oversikt over aktuelle overgangstraséer i hovedstadsregionen som er relevant for det grønne skiftet.

6.1 Nisjeaktiviteter i Oslo og Akershus

Nisjeeksperimentering relatert til hydrogenbiler kommer ifølge Van Bree et al. (2010) vanligvis i form av demonstrasjonsprosjekter passende for teknologisk utvikling samt for fremvisning av mulighetene til hydrogen for befolkingen. For elbiler er det derimot utviklingen av konkrete modeller som er vanligst. Dette er i tråd med funnene nedenfor. Det er også tydelig at nisjeaktiviteter har påvirket myndighetene, spesielt ved elbilnisjer. På tvers av nisjeaktivitetene for el- og hydrogen har blant annet Enova vært en viktig aktør. Enova (tidligere Transnova) støtter nisjeaktiviteter for alle innovasjoner med grønne formål og har vært pådriver for stasjonsnettene i regionen (eksempelvis med støtte til hurtigladeprosjekter, og utviklingen av hydrogenfyllestasjonen på Kjørbo utenfor Oslo) (Regjeringen, 2017; Enova, 2015). Enova som regimeaktør diskuteres videre i kapittel 6.3.1.

6.1.1 Nisjer tilknyttet elbilen

Til Norge kom de første elbilene rundt 1990, hvor den første ble importert til hovedstadsregionen av Bellona (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Til Oslo-området sørget Kollega Bil AS for import av danske Kewet (elbiler i minisegmentet) og ble en av

de første elbilimportørene til regionen – med 43 Kewet-er på veien innen 1994 (elbil.no, 2011). Ifølge Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) startet på samme tid Teknologisk Institutt (nå Kiwa Teknologisk Institutt) testing av elbiler, sammen med kommuner og energiselskaper. Innen 2000 var 388 elektriske personbiler og 63 elektriske varebiler registrert, hovedsakelig produsert av Think, Kewet, Peugeot og Citroën (Bellona, nd). Disse merkene holdt elbilmarkedet aktivt i regionen ved import av bruktbiler fra land som sluttet med elbilincentiver (Asphjell et al., 2013).

Geels et al. (2011) argumenterer for at utvikling av nisjeinnovasjoner kan være med å påvirke strategier i næringslivet og for offentlige myndigheter, som passer med empirien. Oslo kommune arbeidet tidlig for en elbilforening, som ble stiftet i 1995 (Asphjell et al., 2013). Oslo støttet også de første incentivene – etter påvirkning fra elbil-interessenter i området. Først med unntakelse fra engangsavgift på landsbasis, deretter fritak fra bom i Oslo og til slutt, etter aktiviteter som ledet til stor mediedekning og følgelig press på kommunen, fritak for parkering (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2013). Fra 2003 var Oslo kommune og området rundt den første regionen i landet til å åpne for at elbiler kunne kjøre i kollektivfeltet, et resultat av lobbyvirksomhet fra entusiaster og organisasjoner (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2013).

En viktig del av nisjeutvikling for elbiler i Oslo-området var elbilproduksjonen av Think og Buddy (se figur 6.1). I 1998 åpnet en elbilfabrikk i Oslo-området med navnet Think. Think opplevde en rekke salg og oppkjøp, og flyttet produksjonen til Finland rundt 2008-2009, og ble begjært konkurs i 2011 (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Kollega Bil AS (som tidligere importerte Kewet) kjøpte opp konkursboet til Kewet og flyttet bilproduksjonen til Oslo tidlig på 2000-tallet. Kollega Bil AS hadde flere navnbytter og heter i dag Buddy Electric. Selskapet driver fortsatt produksjon av elbiler etter flere konkurser og oppkjøp (elbil.no, 2011).

Figur 6.1: Figuren viser en Buddy-elbil under produksjon fra fabrikken i hovedstadsregionen (Sundberg og Aakvik, 2011).

Historisk sett har hovedstadsregionen sett mange nisjeaktiviteter for elbiler hvor spesifikke grupper entreprenører og interessenter som sammen med press fra landskapet og sprekker i automobilregimet har benyttet et mulighetsvindu – i samsvar med teorien til Geels et al. (2011). I 2010 startet tradisjonelle bilprodusentene sitt inntog i elbilmarkedet, hvilket Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) argumenter for nyter av godene (f.eks. incentivene) de tidligere aktørene i nisjeutviklingen har fremdrevet. I tråd med Geels et al. (2011) sin teori er det ikke usannsynlig at de mange nisjeaktivitetene i Oslo og Akershus med hjelp fra et stadig større ytre landskapspress gjorde det mulig for globale bilaktører å utnytte mulighetsvinduet – sammen med fordelene fra ICE-industri (produksjonslokaler, systemer, infrastruktur, verktøy og erfaringer). Funnene tyder på at visjonene og forventningene til elbilen har blitt presise nok til at samfunnet har akseptert nisjen, som gir store aktører handlingsrom. Dette tyder på et fortrinn elbilen har over hydrogenbilen – og peker mot et voksende elbilregime.

6.1.2 Nisjer tilknyttet hydrogenbilen

Van Bree et al. (2010) argumenterer for at hydrogennisjer vanligvis kommer i form

av demonstrasjonsprosjekter – som er i tråd med funnene. Eksempler på dette er: HyNor-, HyWays- og NorWays-prosjektene. En viktig del av HyWays (europeisk hydrogenprosjekt) og NorWays (prosjekt med urbant fokus for innfasing av hydrogen i Oslo, Stavanger, Grenland, Trondheim og Bergen) var å kartlegge infrastruktur, analysere livsløpsanalyser for hydrogen og ikke minst planlegging av utviklingen til regional infrastruktur (Stiller et al., 2010). Stidannelsesprosjekter på nisjenivå ble også for hydrogen gjennomført på 90-tallet, bl.a. tette samarbeid mellom universiteter, forskningsinstitutter og private selskaper, som senere har banet vei for industriaktører som Hexagon Composites og NEL Hydrogen ASA.

Figur 6.2: Figuren viser åpningen av Uno-X sin første fyllestasjon for hydrogen med den hydrogendrevne bilen Toyota Mirai (Dalløkken, 2016).

HyNor-prosjektet startet de første hydrogenfyllestasjonene i Oslo og Akershus, og var en nasjonal satsning med støtte fra Statoil og Norsk Hydro. Disse aktørene har også i norsk sammenheng vært de med mest fokus på produksjon og lagring av hydrogen, ifølge Godoe og Nygaard (2006). Det er viktig å fremheve at disse aktørenes fremtredende nisjeaktiviteter i hydrogenbildet kan ha skadet hydrogenets renommé på nasjonalt nivå, da aktørene avsluttet sine aktiviteter relatert hydrogen. Allikevel har disse hydrogenprosjektene lenge vært nisjeaktiviteter som har støttet hydrogenbilens inntog i Norge ved publisitet og synlighet. I dag finnes det fem hydrogenstasjoner for personbiler, eid av Hyop og Uno-X (se figur 6.2), hvorav flere

er plassert i Oslo og Akershus. Uno-X og Hyop som nasjonale aktører kan med sin involvering i nisjemarkedet for hydrogenbiler, være en aktiv driver for realiseringen av hydrogenbiler i landet, noe også Klitkou et al. (2015) argumenterer for.

I hovedstadsområdet fungerer det etablerte teknologisenteret Hynor Lillestrøm (med fokus på innovasjon, nyskaping og næringsutvikling innen hydrogen til transport og distribuert fornybar energiproduksjon) som et testsenter for hydrogen. Senteret ble støttet av Transnova (nå: Enova) og Innovasjon Norge – et tegn på støtte til nisjeaktiviteter fra myndigheter. Også ENERGIX-programmet, nevnt i NTP (2017), som bl.a. er rettet mot innfasing av hydrogen i transportsektoren støtter nisjevirksomhet og FoU i hovedstadsregionen.

Funnene tyder også på at el- og hydrogenbiler har begge vært nisjeaktiviteter, kun satset på av mindre bedrifter og start-ups. Mens elbilutviklingen i hovedstadsregionen lenge har vært på modellnivå (utvikling av konkrete modeller) – har de nå fått flere av de største bilprodusentene med på laget (Dyerson og Pilkington, 2005). Nisjeaktivitetene for hydrogenbilen i hovedstadsregionen har derimot hatt større fokus på stasjoner og hydrogenproduksjon fremfor konkrete biler, og opererer fortsatt på et nisjenivå. Hydrogenbilen har ikke hatt den samme typen nisjeaktiviteter som elbilen, hvilket kan ha påvirket spredningen av teknologien. Følgelig har ikke de nisjeaktivitetene tilstede for hydrogenbilen i Oslo og Akershus klart å bygge tilstrekkelig momentum til å skape et mulighetsvindu. Allikevel kan miljøproblemene lokalt og globalt i kombinasjon med flere hydrogenbiler fortsatt bidra til press på ICE-regimet i stor nok grad til at hydrogenbilen kan bli en del av et nullutslippsregime senere.

6.2 Regimepåvirkning fra private aktører

Regimenivået omfatter etablerte interessenter relatert til transport og mobilitet, vant praksis for bilbruk og transportpolitikk – som innebærer både private og offentlige aktører. Det er flere tegn til private aktører som påvirker automobilregimet i Oslo og Akershus slik vist nedenfor.

Den globale bilindustrien er i utgangspunktet en del av det globale automobilregimet,

men eksempelvis er aktører som Tesla (med lokale hurtigladestasjoner) med å påvirke regimet i Oslo og Akershus (se kapittel 3.4 om lokale MLP-modeller). Det samme gjelder nasjonale aktører som utvikler hurtigladestasjonsnett i Norge, som Grønn Kontakt og Fortum, hvilket nå positivt påvirker utviklingen av et elbil-regime i Oslo og Akershus. Det finnes også tegn til andre globale aktører utenfor automobilregimet som selv tar initiativ til å installere hurtigladere (se figur 6.3) lokalt for å tiltrekke seg kunder (f.eks. IKEA og McDonalds). Dette indikerer at markedet har nådd et punkt hvor kommersielle aktører selv sørger for utviklingen av stasjonsnett, uten offentlig støtte fra f.eks. Enova (Valle, 2016b; Stensrud, 2014).

Figur 6.3: IKEA skal ha hurtigladere til elbil ved alle sine varehus – disse er fra produsenten Fortum (Valle, 2016b).

I Oslo-området vil andre relevante aktører innen transport og personlig mobilitet med påvirkningsmuligheter inkludere:

- Bilprodusenter (f.eks. Tesla og Toyota).
- Salg- og servicenettverk (f.eks. elektrikerselskaper som fremmer salg av ladeutstyr og strømleverandører som ønsker flere elbiler til lagring som en del av et smartere nett).
- Produsenter av deler eller utstyr til nullutslippsinnovasjoner (f.eks. Zaptec og Defa med ladestasjoner, og NEL med elektrolysestasjoner).

- Interesseorganisasjoner (f.eks. Elbilforeningen, Bellona og Zero).

Med samarbeid mellom private og offentlige aktører er det mye som peker på at det grønne skiftet er lettere å realisere. Energistasjonene, beskrevet i klima- og energistrategien til Oslo (KEO), er eksempel på slikt samarbeid. Disse er en del av fyrtårnprosjektene til Oslo kommune – som i samspill med næringslivet kan skape et tilbud av fornybare drivstoff i forkant av etterspørselsveksten. Begge tiltakene bidrar også til regimeendring ved økt synlighet av nullutslippsteknologier som videre åpner for at private aktører tør satse på markedet. Det er ifølge hydrogenstrategien (2014) forventet at industrielle aktører vil bidra til stasjonsnettet ved å ta forretningsmessige posisjoner når etterspørselen er håndfast og er følgelig et tegn på at ICE-regimet ikke vil få press fra hydrogenbilene før 2018-2020. Oslo kommune har også beskrevet et krav til fornybare drivstoff i kommunens anskaffelser innenfor transport som et viktig virkemiddel for å oppnå klimavennlig og effektiv varetransport i byen – hvilket kan bidra til å drive etterspørselen.

Også taxi-næringen kan bidra til det grønne skiftet ved overgangen til utslippsfri drosjetrafikk i Oslo, hvilket er et satsningsområde beskrevet i KEO. Målet er at alle taxier skal være fornybare fra 2020. Dette kan allikevel gå på bekostning av hydrogentransport gitt at stasjonsnettet for elbiler blir optimalisert først. For taxinæringen vil et forebyggende tiltak være å kvotere el- og hydrogenbiler, dersom det er ønsket at taxier skal benyttes som virkemiddel for økt diffusjon av hydrogenbiler, noe det kan være knyttet politiske utfordringer til.

Nevnt i kapittel 4.2 er få fyllestasjoner en barriere for alternative kjøretøy, hvilket er svært aktuelt for hydrogenbilen med kun fem hydrogenstasjoner – ytterligere én er planlagt på Høvik av Hyop (Tomasgard et al., 2016). Et samspill mellom aktører innen drivstoffbransjen, som Uno-X, kan være nødvendig både for svare etterspørselen, men kan også *skape* etterspørselen. En annen potensiell driver for regimeendring kan være valg av modell for offentlig involvering i hydrogeninfrastrukturen. Hydrogenstrategien (2014) foreslår tre modeller – tilskuddsordning, offentlig-privat partnerskap med stasjonskjeder og offentlig eierskap av hydrogeninfrastruktur. I utgangspunktet støtter disse modellene nisjeaktiviteter som kan bidra til mulighetsvinduet for hydrogenbiler. Hvilken av disse modellene som i størst grad fremmer et regimeskifte er sammensatt.

På den ene siden kan tilskuddsordninger fremheve konkurransen i nisjemarkedet, mens på den andre siden vil offentlig eierskap vise vilje fra myndighetenes side som kanskje kan være med å løse "høna eller egget"-problemet som hydrogendrivstoffet lider av.

6.3 Regimepåvirkning fra offentlige aktører

I hovedstadsområdet påvirker statlige, kommunale og fylkeskommunale aktører mobilitetsregimet. For å kunne bestemme om elbilen har oppnådd suksess grunnet politiske eller økonomiske fordeler over hydrogenbiler, er det tatt utgangspunkt i følgende dokumenter som skal bidra til det grønne skiftet i hovedstadsregionen:

Regional plan for areal og transport i Oslo og Akershus (ATP) ble vedtatt høsten 2015 og er et eksempel på fylkeskommunale aktører aktive i regimet. Mål for ATP er at Oslo-regionen skal være en konkurransedyktig og bærekraftig region i Europa, ha et arealeffektivt utbyggingsmønster basert på flerkjernet utvikling og bevaring av overordnet grønnstruktur, samt et transportsystem som knytter regionen sammen, både til resten av landet og utland. Transportsystemet skal være effektivt, miljøvennlig, og skape lavt behov for biltransport (Oslo kommune og Akershus fylkeskommune, 2015).

Klima- og energistrategi for Oslo (KEO) har som mål å redusere Oslos CO2-utslipp med 50% innen 2020, og 95% innen 2030, sammenlignet med 1990-nivå. *Regional plan for klima og energi i Akershus* (KEA) har derimot som mål å redusere sine klimagassutslipp med 50% innen 2030, sammenlignet med 1990-nivået. I KEA (2016) skal klimamålene oppnås ved reduksjon innen tre sektorer, henholdsvis transport, stasjonær forbrenning og avfallshåndtering. For å få til reduksjonen på 50% innen 2030 skal transportsektorens utslipp reduseres med 20 % innen 2030, en sektor som per i dag utgjør den største kilden til direkte klimautslipp i Akershus. Der ATP har et større fokus på å redusere bruken av transportmidler som helhet, har klima- og energiplanene for Oslo og Akershus mer fokus på direkte overgang til utslippsfrie og klimanøytrale drivstoff i transportsektoren. Disse planene er utarbeidet med hensyn til synergi, og må derfor sees sammen i forhold til potensielle endringer på regimenivå.

Hydrogenstrategi (2014-2025) gjelder for Oslo og Akershus, hvor målet er å gjøre regionen til verdensledende for utprøving og tidlig bruk av hydrogen til transport, basert på fossilfri drivstoffproduksjon. Innen 2025 er det ønsket flere enn 10.000 hydrogenbiler i regionen med et tilstrekkelig utbygd stasjonsnett. For å klare målene rettes strategien mot infrastrukturutvikling, etterspørsel og påvirkning/samarbeid.

6.3.1 Styrkende faktorer for regimeendring

ATP (2015) er oppmerksom på at bilen fortsatt vil være det viktigste transportmiddelet i tynt befolkede områder, og har følgelig et ønske om å opprettholde tilgjengelighet og mobilitet for de som har behov for bil. Faktum at ATP anerkjenner behovet for bilen er med å holde automobilregimet stabilt, og er et tegn på lock-in-mekanismer tilknyttet holdninger. I tråd med klimamålene for regionen støtter dette også et mer fremtredende nullutslippsregime. Tross dette legges det også frem forslag til tiltak for å redusere veksten med rushtidsavgifter og færre parkeringsplasser, som diskuteres i kapittel 6.3.2.

Videre støtter KEA en overgang fra et ICE-regime til et nullutslippsregime, grunnet sin tilnærming til reduksjon av CO2, ved overgang fra fossile drivstoff til fornybare drivstoff. Akershus har også lenge hatt tilrettelegging for ladeinfrastruktur til elbiler, som har drevet diffusjonen av elbiler, men innfasing av hydrogenbiler har ikke blitt utarbeidet i stor grad før hydrogenstrategien 2014-2025 ble opprettet.

En viktig driver for et voksende nullutslippsregime er satsningsområde 5 i KEO (person- og varebiler i Oslo skal gå på fornybart drivstoff eller være ladbare hybridbiler fra 2025). Dette er faktorer som støtter et el- og hydrogenbilregime, men det anerkjennes også at ved å ikke spesifisere hvilke drivlinje veksten skal skje ved, kan myndighetene støtte interessesvingninger i overgangen (for mer informasjon, se vedlegg B). Incentivordningen for nullutslippskjøretøy blir her omtalt som viktig for omstillingen (mer om incentiver og virkemidler i kapittel 7.3.2) og kan bidra til å svekke ICE-regime.

I dag har lokale myndigheter mulighet til å bestemme nullutslippsbilenes tilgang til kollektivfeltet (Regjeringen, 2017). KEO vil beholde incentivordningen der nullutslippsbiler får kjøre i kollektivfelt, samt er det ønske om å innføre miljøfelt på

enkelte veier, miljødifferensierte og trafikkregulerende avgifter i bomringen og bruk av intelligente transportsystemer. Her er det viktig å anerkjenne at elbiler har helt andre bruksmønster enn ICE-biler. Elbiler påvirkes foreløpig ikke av bompengebaserte tiltak og ved kapasitetsoppnåelse i kollektivfeltet kan nullutslippsbilenes tilgang fjernes, som kan skape en barriere for et fremtredende nullutslippsregime. ATP legger frem forslag om å bruke flere tiltak for å hindre trafikkveksten av personbiler, som ved høyere avgifter på personbiler, spesielt i rushtid. Hvis avgiftene er miljødifferensiert kan dette i stor grad bidra til å styrke et nullutslippsregime på bakgrunn av at incentivene opprettholdes.

Busstiltakene i strategi T4 i ATP nevner at hvis bussen skal kunne kjøre mest mulig køfritt (og følgelig være konkurransedyktig) vil det være aktuelt å omdisponere veiareal til kollektivfelt og gater. Det er usikkerhet rundt tilgang for nullutslippskjøretøy grunnet at noen incentiver nå bestemmes lokalt (se kapittel 7.3.2), men kan potensielt være en faktor som støtter et svekket ICE-regime. KEA og KEO ønsker også at Ruter (offentlig kollektivselskap i Oslo og Akershus), skal være fri for fossile drivstoff fra 2020. Tross at satsningen ikke støtter spesifikke innovasjoner (som biogass-, hydrogen- eller elbusser) kan synligheten og resultatet av dette føre til en styrket infrastruktur i favør nullutslippskjøretøy, og derfor en positiv driver for et sterkere nullutslippsregime.

Direkte sett er det ikke så mye i dokumentene som støtter spesifikke innovasjoner, men totalt sett en overgang til et null- og lavutslippsregime fremfor et ICE-regime. Også i NTP (2017) skal det legges til rette for at nullutslippsbil alltid skal lønne seg, uten at det er spesifisert drivlinje. Allikevel ønskes det å ta frem hydrogenstrategien (2014), som er en stor pådriver for økt nisjevirksomhet for hydrogenbiler. Dette kan resultere i et hydrogenregime, hvis presset fra landskapet i kombinasjon med modning av teknologien, ligger til rette for det.

Enova er viktig for det grønne skiftet som offentlig regimeaktør både på lokalt og nasjonalt nivå. Enova nevnes også i NTP (2017) og blir anerkjent som et viktig virkemiddel for å fremskynde ny teknologi (nisjeaktiviteter). Både ladestrategien til Enova (2015) og hydrogenstrategien (2014) gir utrykk for at utbygging bør skje på kommersielle vilkår, uten behov for offentlige støtte. Med begrunnelse i at offentlige midler ikke bør forstyrre sunn markedsutvikling, har ikke ladestrategien til Enova

et perspektiv større enn 2015-2016. Strategien har derfor fått kraftig kritikk for av Elbilforeningen (elbil.no, 2015), som argumenterer for usikkerhet og ingen økonomisk forankring. Tross at Enova støtter overgangen til et nullutslippsregime er nevnte funn faktorer som peker i retning av nøling fra offentlig side.

6.3.2 Potensielle barrierer for regimeendring

I ATP kommer det frem at ifølge Statens vegvesen kan videreføring av dagens trend gi opp mot 40% økning i biltrafikken i Oslo i 2030, hvilket videre kan gi 70% økning i reisetid i rushtiden. Både ATP og KEO legger derfor frem at all vekst i persontransport skal skje kollektivt (økt vekst ved holdeplasser for banetrafikk og buss), ved sykkel eller ved gange. I NTP (2017) argumenteres det at dette også vil sørge for bedre lokal luftkvalitet og et redusert støynivå. Dette kan skape barrierer, ikke bare for ICE-regime, men for automobilregimet som helhet. Arealplanene for regionen vil videre kunne redusere automobilregimet ved fortetting og byutvikling langs banenettet fremfor langs veinettet.

Reisevaneundersøkelsen (2014) viser at veksten i kollektivreiser har vært sterkere enn veksten i biltrafikken de siste årene og tyder på et skifte fra automobilregimet. ATP nevner også at potensialet for overføring fra bil til sykkel eller gange på korte reiser er stort (nevnt i strategi T2). Dette er også tiltak for å unngå lock-in-mekanismer på infrastruktur (som utarbeidet veinett) som kan hindre ytterligere bærekraftige løsninger i fremtiden. Videre kan dette hindre det totale automobilregimet i hovedstadsregionen. Samtidig kan det bidra til at bilistene med lavest nytte og gode alternativer til å droppe bilen støtter et kollektivregime, men for folk fra tynt befolkede områder i regionen blir det i kombinasjon med høye bompenger og få parkeringsmuligheter vanskelig å opprette nåværende mobilitet (uavhengig av drivlinje).

ATPs fokus på reduksjon av parkeringsplasser i regionen (parkeringsplasser kan være med å bestemme mengden biltrafikk, dermed også fremkommelighet på veiene), samt prisregulering kan også skape forvirring for den enkelte nullutslippsbileier. Dette er grunnet ulikt reglement i ulike kommuner, noe ATP anerkjenner ved ønske om å samkjøre parkeringspolitikken for sammenlignbare områder, samt at politikken for

normer og avgifter henger sammen.

Disse faktorene skaper ustabilitet i automobilregime og er ikke i større grad fordelaktig for spesifikke nullutslippsinnovasjoner. Parkeringsregelverket som trådte i kraft 1. januar 2017 har også åpnet for at kommuner kan avskaffe gratis parkering for nullutslippsbiler, som ikke styrker et ICE-regime, men er med å hindre veksten av et nullutslippsregime. Tross dette står det i NTP (2017) at kommuner bør vurdere miljødifferensierte parkeringsavgifter basert på utslippsnivå samt korttidsplasser som erstatning for langtidsparkering – en potensiell kompensasjon for det nye regelverket.

Flere av dokumentene fra myndighetene nevner miljødifferensiering, regulering av bompenger og parkeringsplasser. Allikevel er det ingen som nevner en differensiering av incentiver i et scenario med flere ulike drivlinjer, som kan styrke et elbilregime på bekostning av barrierer tilknyttet et potensielt hydrogenregime. Umoden hydrogenbilteknologi (ifølge hydrogenstrategien (2014) er den 10 år bak elbilen) kan i kombinasjon med mangel på ikke-differensierte virkemidler, føre til at hydrogenalternativet blir mindre attraktivt som et resultat av stadig bedre utviklede elbiler.

Slik Romm (2006) nevner, er det nok at kun èn barriere er tilstede for at et alternativt drivstoff faller fra, som er aktuelt hvis elbilen har lavere førstegangskostnad, lavere fyllekostnad og bedre utarbeidet drivstoffnettverk. Tross dette har NTP (2017) lagt frem at incentivene for hydrogenbil vil fortsette til 2025 eller 50.000 hydrogenbiler, mens elbil-incentivene skal stoppe i 2020. Det er usikkerhet rundt om det voksende elbilregimet på dette tidspunkt er stort nok til å være selvdrevet. Det tydes fra dokumentene tilhørende regionen og det grønne skiftet at det ikke er gitt signaler om fremtidig statlig differensiering mellom el- og hydrogenbil. Det kan derfor være nødvendig med differensierte rammebetingelser fremover for å sikre at det ikke blir barrierer for en av nullutslippsteknologiene.

6.4 Aktiviteter på landskapsnivå

Siden samspillet mellom nisje og regime er mest interessant, er ikke fokuset plassert på de mange aktivitetene som finnes på landskapsnivå. I hovedsak er presset på

regjerende regimer gjennom nasjonale og internasjonale føringer, de aktivitetene mest relevant for situasjonen i Oslo og Akershus. En interessant observasjon er allikevel hvordan bruken av strategier i caseområdet følger MLP-logikken.

I kapittel 3.3 nevner Geels et al. (2011) to vanlige strategier i tråd med MLP-logikken som samsvarer med funnene i Oslo og Akershus. Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) skriver at politikken i 2010 går fra å støtte industriell utvikling (strategi b), til å fokusere mer på elbiler som et tiltak mot klimautslipp i transportsektoren (strategi a). Allikevel er det også funn som tyder på at politikerne benytter begge strategiene parallelt. Bilindustrien er preget av både (a) økonomiske virkemidler (f.eks. incentiver for el- og hydrogen) og (b) stimulering av nisjeinnovasjonens vekst (f.eks. ved Enova og *Pilot-T*-ordningen fra NTP (2017) hvor regjeringen legger opp til utvikling og pilotering på transportområdet). Nedenfor anerkjennes de mest relevante internasjonale og nasjonale føringene. Disse landskapsaktivitetene er med å presse regjerende regime i Oslo og Akershus.

- *Kyotoprotokollen* ble vedtatt i 1997. Her ble 37 industriland enige om å redusere klimagassutslippene. Ulike land hadde ulike forpliktelser. Norge ratifiserte seg i 2002 og skulle i perioden 2008-2012 ikke slippe ut mer enn maksimalt 1% over 1990-nivået, samt redusere med 16% i perioden 2013-2020 (Miljødirektoratet, 2016a).
- *Paris-avtalen* ble vedtatt i 2015 og har som overordnet mål å begrense global oppvarming til 2 grader i forhold til 1990-nivået (Miljødirektoratet, 2016b).
- *Klimaforliket* i st.meld. 21 (2011-2012) har som mål å kutte klimagassutslipp med 20% innen 2020 i forhold til 1990 og oppnå karbonnøytralitet innen 2050 (Regjeringen, 2014a).
- I dokumentet *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging*, fremkommer det at regjeringen forventer bidrag til reduserte utslipp fra kommuner og fylkeskommuner gjennom god planlegging av bærekraftig areal- og samfunnsutvikling i tråd med klimaendring, risiko og sårbarhet (Regjeringen, 2015).
- Statlige retningslinjer legger vekt på at kommuner og fylkeskommuner utarbeider planer for ambisiøse klimamål, slik beskrevet i retningslinjene for

klima- og energiplanlegging. Planene skal fremme samfunnsøkonomisk effektiv ressursutnyttelse, samt effektiv trafikkavvikling og god trafikksikkerhet. Dette er beskrevet i dokument for bolig-, areal-, og transportplanleggingsdokumentet til regjeringen (Regjeringen, 2009, 2014b)

- *Nasjonal transportplan* (NTP) følger dagens regjerings hovedmål for klima og miljø i transportsektoren hvilket er å redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser.

6.5 Dagens automobilregime i hovedstadsregionen

Tall fra SSB og OFV (se vedlegg C) tyder på at det skjer endringer i det regjerende automobilregimet i hovedstadsregionen. I perioden 2010-2016 har ICE-bilens andel av registrerte biler gått fra 99,8% til 87,0% i Oslo, og fra 99,9% til 90,4% i Akershus *(i perioden 2015-2016 er endrer andel registrerte ICE-biler seg drastisk grunnet at SSB flyttet hybridbiler ut av kolonnen for bensin- og dieselbiler. Dette innebærer at ICE-biler i perioden 2010-2016 også inkluderer hybrider)*. I Oslo og Akershus tyder tall fra SSB (2016b) på at antall elbiler vokser på bekostning av bensinbiler (gjeldende også for dieselbiler i Oslo, mens dieselbiler i Akershus øker svakt). Totalt i hovedstadsregionen var det 620 209 registrerte biler i 2016 – hvilket er 23,3% av alle registrerte biler i landet. I forhold til befolkningen bor 24,2% av registrerte personer i samme region (SSB, 2017a). Følgelig er det få tegn til at befolkningen totalt sett i Oslo og Akershus har hverken flere eller færre biler per person, som burde tilsagt relativt likt diffusjonsmønster som ellers i landet. Dette tyder på at det er faktorer knyttet spesielt til caseområdet som gjør automobilregimet annerledes enn resten av landet. Lokal politikk for det grønne skiftet, samt reisevaner er faktorer som utpeker seg.

Resultatene peker også i retning av at utfasingen av fossilbiler skjer raskere i hovedstadsregionen enn i Norge generelt, hvilket kan tyde på at lokale strategier, incentiver og virkemidler har hatt en effekt på befolkningen. Dette må allikevel sees i lys av reisevaner og alternative tilbud til befolkningen i området. I tråd med tidligere RVU-er (2014) ser man at antall kjørte km øker i takt med økt bilpark. Selv om andelen registrerte ICE-biler har gått ned, kan bl.a. salget av hybridbiler fortsatt øke utslippet,

tross at endringen skjer med lavutslippsbiler.

Tall fra SSB (2017b) viser at fra 2013 til 2015 økte utslippene for lette kjøretøy i hovedstadsregionen med 0,36%, som tilsvarer 5000 tonn flere CO2-ekvivalenter. Derfor kan f.eks. tiltak som får færre til å bruke bil generelt, være mer effektivt enn å få brukere til å velge hybridbiler. Det er verdt å nevne at plug-in-hybrider kan ha en synergieffekt for elbiler grunnet behov for lading. Tross funnene presentert i kapittel 6.5 ovenfor er det mye som tyder på at ICE-bilen fortsatt er dominerende i automobilregimet. Dette støttes videre ved at ICE-regimet har store lock-in-effekter som investeringer på infrastruktur, mennesker og maskiner (eksempelvis bensinstasjoner, produksjon og transport av fossilt drivstoff og tilhørende personell) – i tråd med teorien til Geels et al. (2011). Mekanismene kan skape barrierer for hydrogenbilen, som er avhengig av et stasjonsnett. Her vil samspillet mellom tradisjonelle drivstoffaktører og hydrogenaktører være interessant fremover.

6.5.1 Et nytt regime i vekst

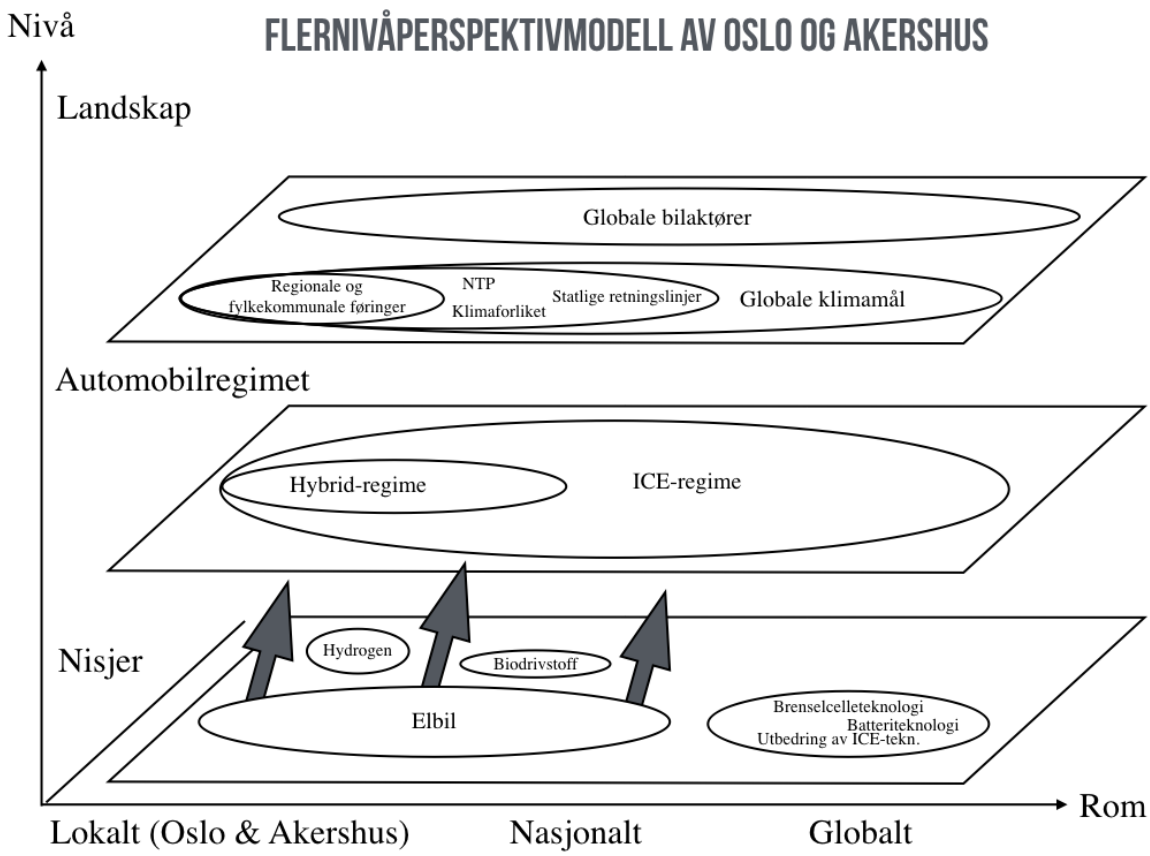
Det finnes flere tegn til at ICE-regimet svekkes, eksempelvis ved økende salg elbiler, større utslipp, bedre teknologi og bedre holdninger til nullutslippsteknologi (se kapittel 7.3 for mer om påvirkende faktorer). Det kan også argumenteres for at ICE-regimet i Norge generelt, tross lock-in-mekanismer, ikke har hatt det sterkeste automobilregimet som utgangspunkt, grunnet mangel på produksjon av ICE-biler. Et motargument kan være Norges (riktignok lave) produksjon av bildeler og bilutstyr, ikke minst landets olje- og gassproduksjon – og tilhørende ønske om å ikke undergrave eget marked.

Funnene gir inntrykk av at det regjerende ICE-regime allikevel slår sprekker, blant annet ved at flere offentlige aktører støtter overgangen til et el- og hydrogenregime med sine tilnærminger til klimakutt. Akershus med sin langvarige tilrettelegging for ladeinfrastruktur til elbiler – en driver for diffusjon av elbiler og regionens satsning på innfasing av hydrogenbiler med hydrogenstrategien 2014-2025 – er tegn til et voksende nullutslippsregime innen transport og mobilitet. Foreløpig kan det virke som det lave aktivitetsnivået for hydrogenbilutviklingen understøtter at

hydrogenbilen ikke enda har et etablert regime, men fortsatt er på nisjenivå. Elbilen på den andre siden er blitt et vanligere alternativ som tyder på at elbil etablerer seg som et regime.

6.5.2 Resulterende MLP-modell for hovedstadsregionen

Modellen til Holtz et al. (2008) presentert i kapittel 3.2.1 inneholder faktorer som både støtter og svekker at Oslo og Akershus har et voksende elbilregime. I tråd med vedlegg A og tidligere diskuterte funn, er det allikevel mye som tyder på et voksende elbilregime parallelt med et dominerende ICE-regime. Hydrogenbilen oppfattes fortsatt som en nisjeaktivitet. Se figur 6.4 for en tolkning av dagens MLP-modell i Oslo og Akershus.



Figur 6.4: Figuren viser resulterende MLP-modell for Oslo og Akershus. Her illustreres det hvordan elbilen er en del av et voksende regime som i stor grad påvirker eksisterende ICE-regime. Figuren er basert på rammeverket presentert av Nykvist og Nilsson (2015).

6.6 Aktuelle overgangstraséer

Med bakgrunn i funnene fra kapittel 6 er det ønskelig å anvende teorien fra kapittel 3.5 på den aktuelle empirien for å få et inntrykk av hvordan det grønne skiftet kan påvirke overgangen til nullutslippsteknologi i Oslo og Akershus. Alle de fire overgangstraséene er relevante for hovedstadsregionen. Eksempelvis har Oslo tidligere vært en del av en re-konfigueringstrasé ved å være først ute med gratis bomring for elbilbrukere og først til å gi tilgang til kollektivfeltet for nullutslippsbiler – som ble tilgjengelig for resten av landet senere (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Det er ikke umulig at re-konfigureringstraséen også kan komme av at Oslo og Akershus er tidlig ute med strategier for hydrogenteknologi hvilket også kan løse klimaproblemer.

Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) argumenterer allikevel for at de mange incentivene i kombinasjon med et større landskapspress i Norge enn ellers i Europa, kunne ført til teknologisk substitusjon. Det er også tegn til større landskapspress i hovedstadsregionen hvor blant annet dieselbiler har blitt nektet tilgang til bykjernen på visse dager (NAF, nd). På en annen side er ikke teknologien til el- og hydrogenbiler tilstrekkelig velutviklet til å direkte erstatte regimet, slik en trasé for teknologisk substitusjon foreslår. Dette kan derimot ligge til grunn for en transformasjonstrasé. Her er presset fra landskapet moderat ved at det ikke foreligger strenge reguleringer mot regjerende ICE-regime (det benyttes heller trekktiltak *for* nullutslipp enn tiltak *mot* ICE-biler). Dette kan endre seg over tid, hvor større avgifter og mer miljødifferensiering blir mer relevant i hovedstadsregionen etter hvert som landskapspresset øker. Det har også i lang tid skjedd inkrementelle investeringer hos bilprodusentene for å forbedre forbrenningsmotorens som et svar på det moderate presset.

Oppløsning- og omstillingstraséen har også argumenter som gjør den aktuell i hovedstadsregionen. Det er flere drivlinjeteknologier på markedet (bl.a. hybrider, biodrivstoff-, el- og hydrogenbiler) hvilket har, og vil sameksistere i lengre fremover. Dette er også anerkjent i hydrogenstrategien (2014) som skriver: “diesel og bensin vil ikke bli avløst av ett enkelt drivstoff”. Dette bidrar også til at viktige aktører ikke tør å investere stort før de ser hvilke teknologi som vil føre frem. Usikkerheten rundt hvilke

alternativ som vil dominere i fremtiden hindrer derfor bilindustrien, samtidig er det viktig å anerkjenne at fremtiden også kan bestå av ukjente alternativer som enda ikke har kommet på banen.

Utover dette er det mange kombinasjoner av disse overgangene som kan forekomme. Relatert til hovedstadsregionen er ringvirkningseffekter, interessesvingninger og nisjeakkumulering de viktigste (se vedlegg B for utdypet analyse). KEO som foreslår at energibruken til transport, sammen med økt grad av elektrifisering til el- og hydrogenbiler, potensielt kan redusere det totale energibehovet til sektoren – et tegn til ringvirkningseffekter. Romm (2006) argumenterer at det er kritisk at uansett hvilke strategi som benyttes for å redusere klimagasser i transportsektoren må det ikke gå på bekostning av utslippene i energisektoren. Produksjon av hydrogen på rett måte er derfor viktig, f.eks. elektrolyse med fornybar energi. Det samme vil gjelde for elbil ved at strøm fra nettet må komme fra fornybare kilder. Potensielt sett kan el- og hydrogenbilen være med å redusere det totale energiforbruket. Samtidig kan også nullutslippsbilene med batteri benyttes til lagring av energi som en del av en smartnettkonfigurasjon, diskutert av Geels et al. (2011), her som en del av et tilpasningsmønster. El- og hydrogenbilen vil også kunne ha ringvirkninger i flere andre markeder som diskuteres videre i 7.3.1.

Elbilen har i Oslo og Akershus gjennomgått flere interessesvingninger som også er et sannsynlig scenario for hydrogenbiler. Store satsninger på fremdriftsløsninger fra myndighetene (bl.a. diesel og biodiesel) resulterer i stor interesse fra industri og media med store forventninger. Hydrogenbilens teknologiske umodenhet – som anerkjent i hydrogenstrategien (2014) og NTP (2017) – kan i kombinasjon med hovedstadsregionens satsning på hydrogeninfrastruktur i tiden fremover, skape et grunnlag for en økonomisk feilsatsing. Dette følger logikken til Verbong et al. (2008). Samtidig ser man et skifte hos bilprodusenter som styrker et elbilregime på bekostning av hydrogenbilen (Valle, 2017b). Også utvikling av el- og hybridbiler, og stadig inkrementelle forbedringer av ICE-bilene, kan gi et negativt utslag for hydrogenbilene.

Relatert til nisjeakkumulering i hovedstadsregionen kan det diskuteres om nisjeaktivitetene for elbilen på 1990-tallet gjorde det samme for elbilindustrien som hydrogen-nisjeaktivitetene gjør for hydrogenbilen i dag. Fremover er det sannsynlig

at nullutslippsbiler i kombinasjon med digitalisering kan føre til nisjeakkumulering i større grad enn tidligere. Hydrogenstasjonene (nisjeaktivitet) i hovedstadsregionen kan ligge til grunn for flåtevirksomhet for blant annet taxinæringen, som deretter kan videreutvikle seg til større markeder og sørge for økt eksponering, høyere aksept og følgelig gjøre hydrogen mer attraktivt for private kunder.

6.7 Oppsummering - Politiske barrierer

Nedenfor er potensielle politiske barrierer oppsummert for hydrogenbiler, og el- og hydrogenbiler kombinert – basert på funnene fra MLP-analysen.

Mulige politiske barrierer for hydrogenbiler:

- Mangel på tidlig hydrogenstrategi kan ha gitt svekket nisjevekst – større vekst i kombinasjon med incentiver for hydrogenbiler (ikke bare elbiler) kunne i større grad påvirket bilaktører og gitt økt teknologiutvikling.
- Mangel på differensiering av fremdriftsløsning i det grønne skiftet gir større interessesvingninger – hovedsakelig på bekostning av hydrogen grunnet teknologisk modenhet. Dette gjør at elbilens allerede etablerte infrastruktur kan videreutvikle seg uten konkurranse fra hydrogenbiler.

Mulige politiske barrierer for nullutslippsbiler:

- Mangel på langsiktige incentiver sett i lyset av kjøremønster og reisevaner skaper usikkerhet og kan hindre veksten.
- Mangel på miljødifferensierte incentiver kan hindre veksten.
- Økt tiltak for kollektivtrafikk samt sykkel og gange kan hindre automobilregime som helhet.
- Urbane arealplaner gir fortetting langs kollektivnett fremfor veinettet. Færre parkeringsmuligheter og økte avgifter i bomring svekker også bilregimet totalt sett.
- Statlige aktører som Enova ønsker utbygging på kommersielle vilkår som kan gi treg vekst for nullutslippsbiler grunnet usikkerhet i markedet for private aktører.

Denne siden er blank med hensikt.

7 Diffusjon av el- og hydrogenbiler i Oslo og Akershus

For å svare oppgavens problemstilling skal det i dette kapittelet gjennomføres en diffusjonsanalyse basert på det teoretiske rammeverket til Rogers (1995) presentert i kapittel 4. Kapittelet ønsker å kaste lys på diffusjonen av el- og hydrogenbiler i Oslo og Akershus ved å se på hvordan befolkningsgrupper velger å adoptere (eller ikke adoptere) el- og hydrogenbiler, samt hvem som påvirker avgjørelsen.

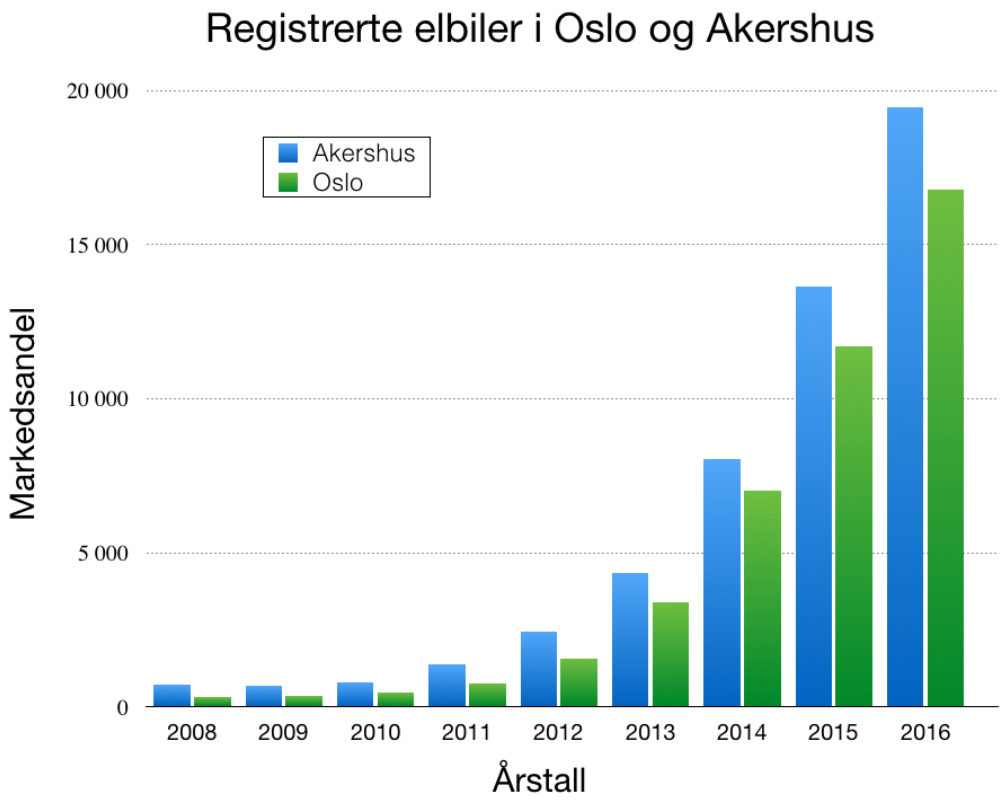
Hovedfokuset vil være på teknologiske og økonomiske faktorer – en utvidelse av MLP-analysen fra kapittel 6. Kombinert dekker disse to analysene politiske, teknologiske og økonomiske faktorene som kan svare på elbilenes suksess over hydrogenbiler. Sentralt for denne analysen er aktuell informasjon fra Teknisk Ukeblad, tall fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) og Opplysningsrådet For Veitrafikk (OFV), samt resultater fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) og Elbilundersøkelsen til NAF (2015). Statistikkgrunnlaget finnes i vedlegg C.

7.1 Diffusjon av elbiler i Oslo og Akershus

Slik figur 7.1 viser, var diffusjonen av elektriske biler i Oslo og Akershus lenge på et "innovatør"-nivå med nisjeinnovasjonene Think og Buddy, som diskutert i kapittel 6.1.1. Den reelle diffusjonen av elbiler i Oslo og Akershus startet derimot når befolkningen ble eksponert for et større utvalg av tilgjengelige elbilmodeller (som følge av masseproduksjon, eksempelvis Mitsubishi I-Miev i 2011 (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015)).

Tallene fra SSB (2016b) i figur 7.1 viser at fra 2010 (og inntoget av masse- eller serieproduserte elbiler) til 2016 økte elbilbestanden med 5,58% i Akershus og 5,63% i Oslo. Resultatene peker i retning av at veksten av elbiler har vært marginalt større i Akershus enn i Oslo. Fra kapittel 2.2.1 kom det frem av reisevaneundersøkelsen (2014) at i Oslo har befolkningen lavere tilgang på biler, kortere daglig reisetid og vesentlig kortere arbeidsreiselengde sammenlignet med Akershus. Disse faktorene, i kombinasjon med at offentlige parkeringsplasser har vært gratis (og andre incentiver som gratis bomring) kan forklare at diffusjonen av elbiler har vært større i Akershus enn i Oslo. Videre er det også færre i Oslo som har tilgang på egen parkering ved boligen

samt at Oslo har et bedre kollektivtilbud som kan gjøre elbilen (og bilen generelt) mindre attraktiv.

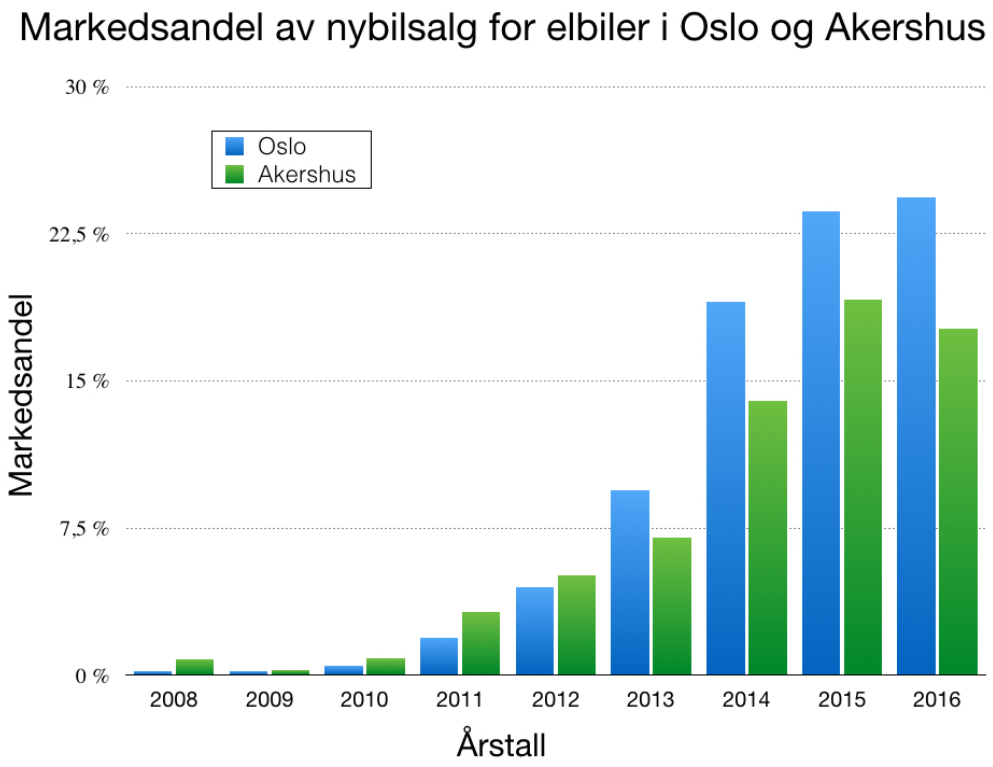


Figur 7.1: Figuren viser antall elbiler i Oslo og Akershus fra 2008 til 2016, hentet fra SSB (2016b).

Tallene fra SSB (2016b) tyder også på at Oslo og Akershus har en vesentlig høyere elbilbestand enn landet generelt (hhv. 5.86% og 5,63%, sammenlignet med 3,66% i Norge i 2016). Dette kan samsvare med diffusjonsprosessen som kjennetegner innovatører (de første som adopterer) ved høy inntekt, høy utdannelse og høy risikovilje, hvilket ikke er uvanlig i urbane områder – dette trenger allikevel videre undersøkelse.

Mye tyder på at markedsandelen (ikke inkludert bruktbilimport) av nybilsalget for elbil i Oslo og Akershus samsvarer med teorien til Rogers (1995). Med sammenligning av figur 4.1 og 7.2 kommer det frem at caseområdet kan være i et tidlig stadie av diffusjonsprosessen. Både tallene fra markedsandel og antall registrerte biler tyder på at ifølge diffusjonsteorien har ikke elbilen enda nådd den kritiske massen og er

derfor heller ikke selvdrevet. Det kan følgelig være viktig at incentivene beholdes til 10-20% av den potensielle brukermassen er nådd, da med fokus på registrerte biler, ikke markedsandel av nybilsalg. Det påpekes at incentivene også kan ha gitt kunstig høy diffusjonsrate og bortfall av incentivene kan gi dramatiske følger for salget (incentiver er diskutert videre i kapittel 7.3.2).



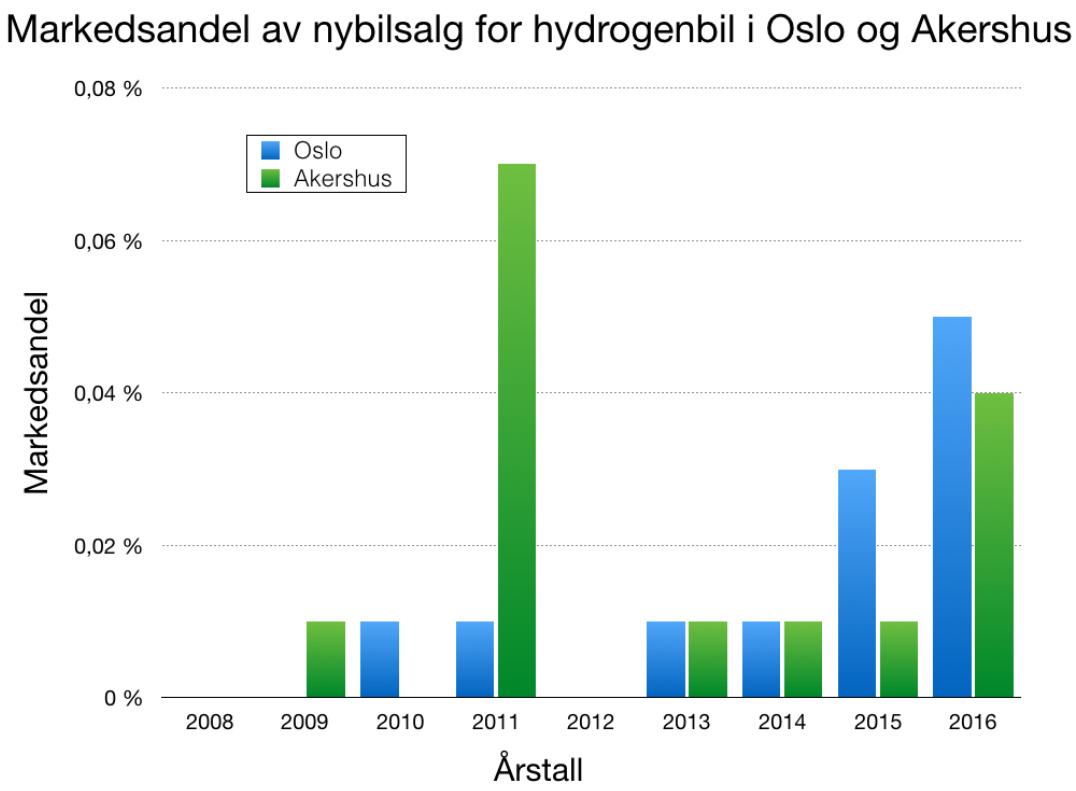
Figur 7.2: Figuren viser markedsandelen for elbiler i Oslo og Akershus fra 2008 til 2016. Grafen er laget med tall fra OFV.

Grafen viser også at diffusjonsraten før 2010 har vært lav. Igjen spiller mange modeller i ulike segmenter med ubegrenset tilgjengelighet en viktig rolle for veksten. Fra slutten av 2011 til 2014 er økningen også stor i regionen (spesielt i Oslo). I dette tidsrommet fikk brukerne tilgang på Nissan Leaf, Ford Focus, Tesla Model S, BMW i3, VW (E-up og E-Golf), Kia Soul, Mercedes B-klasse og Nissan E-NV200 (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Merker og modeller har også en interessant innvirkning på diffusjonen, hvor normale diffusjonsmønstre for kjøretøy tilsier at diffusjonen starter i luksussegmenter brukt som primærkjøretøy for deretter å gå til billigere kjøretøy (Figenbaum, 2010). I Oslo og Akershus ser man derfor et avvik fra standard diffusjonsteori ved at diffusjonen

har startet i begge ender av skalaen, både med luksuskjøretøy som Tesla Model-S og kompaktbiler som BMW i3 og Nissan Leaf.

7.2 Diffusjon av hydrogenbiler i Oslo og Akershus

Tall fra SSB og OFV peker i retning av at ingen reell diffusjon av hydrogenbiler har foregått i hovedstadsregionen i perioden 2008 til 2016. I 2016 var det totalt 18 hydrogenbiler registrert i Oslo og 19 i Akershus. Tall fra OFV viser også at det ble totalt solgt 23 hydrogenbiler i Norge, hvor ti ble registrert i Oslo og ti i Akershus. Det er lite som tyder på at det er forskjell i etterspørsel mellom Oslo og Akershus. Det er grunn til å tro fra resultatene at hovedstadsregionen innehar majoriteten av hydrogenbilene i landet grunnet tilgjengelighet på fyllestasjoner.



Figur 7.3: Figuren viser markedsandelen for hydrogenbiler i Oslo og Akershus fra 2008 til 2016. Grafen er laget med tall fra OFV.

I oppstarten er det ikke usannsynlig at antall solgte hydrogenbiler preges av demonstrasjonsbiler, flåtebiler eller andre formål (f.eks. styrke synligheten av hydrogenbiler, hvilket kan være tilfelle i 2011, se figur 7.3) (Figenbaum og

Kolbenstvedt, 2015). Det ville derfor vært interessant å videre studere statistikk for å se om diffusjonen er preget av private forbrukere eller om bilene blir brukt til andre formål.

7.3 Faktorer som påvirker diffusjonen

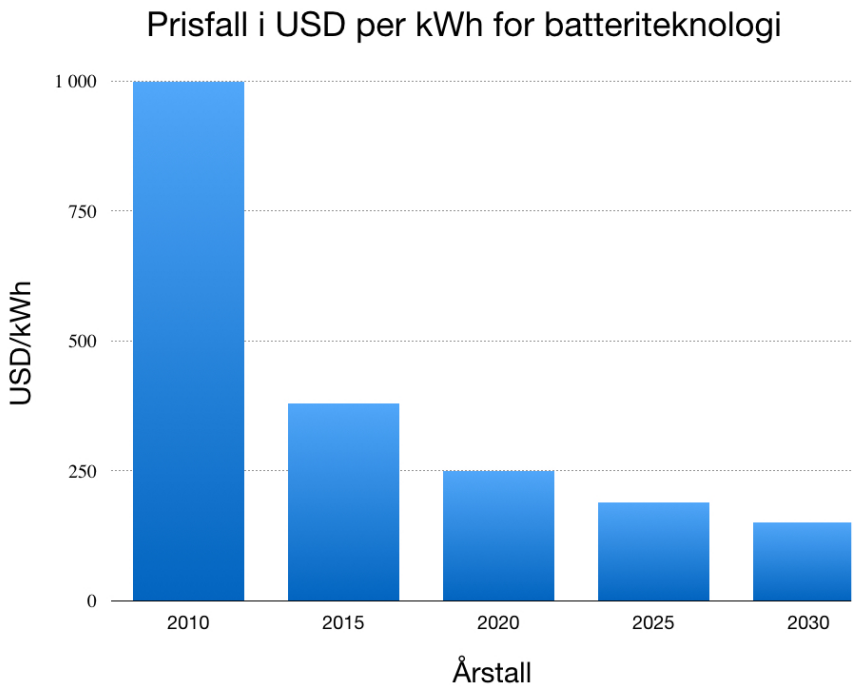
7.3.1 Teknologiske faktorer

Det er ingen tvil om at el- og hydrogenbiler har stått ovenfor en stor teknologisk endring de siste tjue årene. Allikevel sliter nullutslippskjøretøyene med flere av de teknologiske barrierene nevnt i kapittel 4.2. En av barrierene som endrer seg raskest i dag er lav rekkevidde som følge av drivstofflagring. For elbiler har kapasiteten endret seg stort grunnet overgang fra Ni-Cd-batterier (med rekkevidde på 40-80 km) til Li-Ion-batterier (med rekkevidde opptil 500 km). Det er forventet at kommende elbiler (blant annet Opel Ampera-E, Tesla Model 3 og modeller fra Audi, Mercedes og Volvo) med økt rekkevidde vil påvirke salget positivt (Valle, 2016a; Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Den svært raske utviklingen av både el- og hydrogenbiler kan også i seg selv være en barriere ved at det skaper stor usikkerhet til annenhåndsverdi. Resultatene fra Figenbaum et al. (2014) viser også at en av de aller viktigste grunnene til å velge elbil er lave driftskostnader, som er et resultat av ikke bare incentiver, men lavere energikostnad per km og mindre service knyttet til færre bevegelige deler.

Tross at hydrogenbilen siden 90-tallet har blitt diskutert som et gjennombrudd i bilindustrien, er det først nå de første konkurransedyktige hydrogenbilene kommer fra bilprodusentene (Akershus fylkeskommune, 2014). Når hydrogenbiler diskuteres i relasjon til elbiler blir de ofte fremstilt som kjøretøy med vesentlig lenger rekkevidde (i hydrogenstrategien (2014) nevnes det at hydrogenbiler har rekkevidde tilsvarende bensin- og dieselmodeller), men modeller tilgjengelig på markedet i dag (Toyota Mirai og Hyundai ix35) har rekkevidde tilsvarende elbiler (500-600km (Tomasgard et al., 2016)). Fremtidige modeller, med større hydrogentanker, har derimot fordelen av sammenlignbar rekkevidde til ICE-biler. Samtidig er de avhengig av samme rutine for drivstoffylling – en rutine elbiler slipper på kortdistansereiser hvis parkering ved hjem eller jobb har lademuligheter.

Ved lengre reiser vil elbilen ha tilsvarende behov for drivstoffylling som andre

tradisjonelle drivlinjer, men med en fyllehastighet (ved hurtiglading) på 20-30 min – en hastighet som reduseres etter hvert som teknologien blir videreutviklet. Her vil også temperatur, batteristatus og andre faktorer spille inn. Elbilens korte rekkevidde i forhold til ICE-bilen trenger allikevel ikke være en barriere sett i lyset av reisevanene til befolkningen i hovedstaden. Kort rekkevidde samsvarer med korte daglige reiser og er en indikasjon på elbilens suksess i hovedstaden. Derimot kan det bli en utfordring hvis elbilen når kritisk masse uten at hurtigladernettverket følger veksten. Dersom batteriteknologien kan matche hydrogenbilens rekkevidde før hydrogenstasjonene er tilstrekkelig utarbeidet, kan også dette være en mulig barriere for et potensielt hydrogenregime.

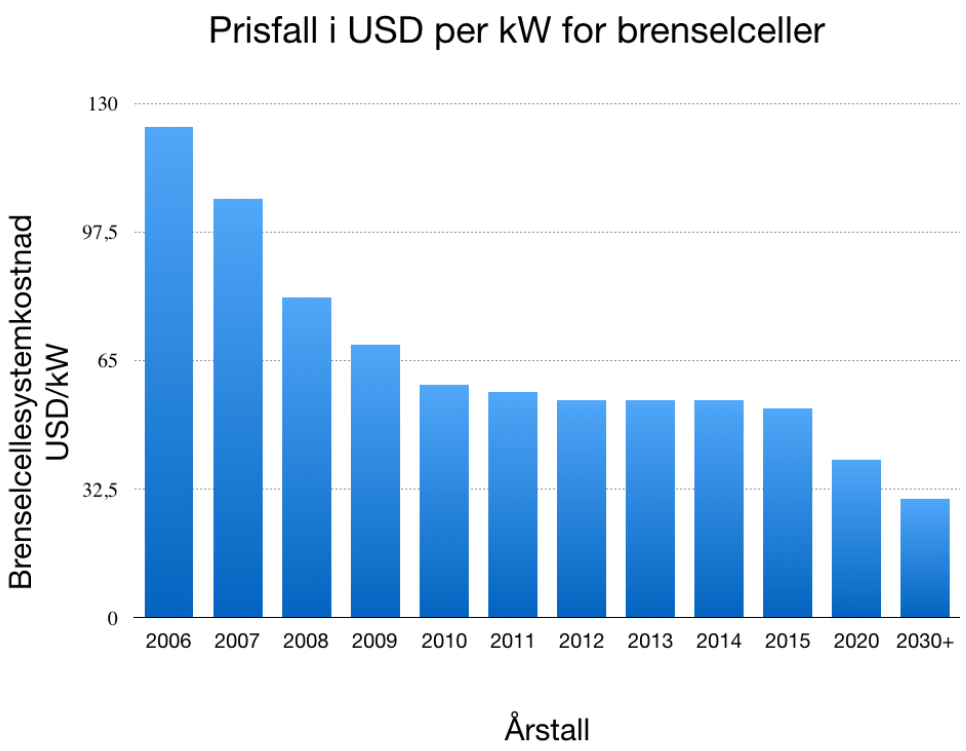


Figur 7.4: Prisfall for batterier i elbiler, hentet fra Miljødirektoratet (2016c).

Sikkerheten til elbiler har blitt bedret over årene med 4-5 stjerner i EuroNcap sine sikkerhetstester, i likhet med ICE-biler (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). DSB (2017) har fortalt at nye tester viser at det er svært vanskelig å starte brann i et elbilbatteri, som har vært en bekymring ved stadig flere elbiler i borettslag og lignende. Ettersom hydrogenbiler ikke er kommersialisert på samme måte, er det vanskeligere å diskutere hydrogenbilens sikkerhet, men det har blitt stilt spørsmål til sikkerheten

til hydrogentanken i hydrogenbilene. Som nevnt i kapittel 7.3.3 vil en ulykke relatert til denne teknologien være dramatisk for utviklingen.

For hydrogenbilen vil også kostnadskutt knyttet til hydrogenproduksjon være essensielt. Foreløpig er det hurtig reduksjon i batterikostnader, mens både hydrogen- og brenselcelleproduksjon fortsatt er kostbart i dag – hvilket skaper en stor barriere for hydrogenbiler (Valle, 2017b). Dette er også grunnen til at Honda og General Motors åpner felles produksjonsanlegg for brenselceller for å redusere pris og størrelse samt bedre teknologien. Her vil masseproduksjonen starte i 2020 og kan indikere starten på en moden kommersiell hydrogenbil (Valle, 2017c). Regjeringen (2017) beskriver også et scenario hvor kostnadene til solcellepaneler faller drastisk og gir muligheter for vesentlig billigere strømproduksjon på global basis. Dette er en potensiell barriere for hydrogenbilen, gitt at globale bilprodusenter allerede har endret produksjonslinjene sine mot elbiler. Allikevel utelukker ikke dette synergieffekter for hydrogenfyllestasjoner som følgelig kunne vært drevet med fornybar energi. Prisfall for batterier og brenselcelleteknologi er vist i figur 7.4 og 7.5.



Figur 7.5: Prisfall for brenselceller i hydrogenbiler, hentet fra Valmot (2017).

Det er nødvendig å anerkjenne at transport i 2030-2050 kan være radikalt annerledes enn man er vant til i dag. Teknologien utvikles i et svært raskt tempo og digitalisering åpner for radikalt nye måter å se transport på. Det teknologiske fokuset går mot et stadig mer programvare- og IT-dominert miljø, som igjen åpner for nye forretningsmodeller og en skiftende forståelse av hva personlig mobilitet kan være (Kessler og Buck, 2017). Eksempler på voksende teknologier som kan være med å endre dagens transportindustri er Big Data og Internet of Things, som sammen kan gi viktig innsikt i kjøretøysystemer og bidra til økt sikkerhet og kvalitet. Dette i kombinasjon med stadig raskere maskiner og bedre sensorer, gjør det mulig å gå mot omdiskuterte innovasjoner som autonome biler.

Autonome (selvstyrte) biler kan også være med å forandre veidesign, byutvikling og ikke minst samhandlingen mellom mennesker og maskiner (Wallace og Silberg, 2012). Selvkjørende biler kan også eliminere føren totalt, noe som har potensialet til å øke transportsikkerheten, effektivisere mobiliteten og minske drivstoffbruken. Slike innovasjoner skaper spørsmål rundt blant annet etikk og personvern hvilket bidrar til usikkerhet. Selv om selvkjørende biler kan være med å endre samfunnet, er det vanskelig å si utfallet av implementeringen av denne innovasjonen. Implementering av autonome biler i Norge kan allerede skje ila. 2017, samtidig er det alt diskutert om autonome biler kan føre til mer kø (Garathun, 2017). Dette er et problem også diskutert av Isaac (2016), som legger frem metoder for hvordan myndighetene kan bidra og hva slags rolle de skal ha. I fremtiden kan det bli vanligere å ha nye måter å eie biler på (flere eier biler i felleskap), for å unngå opphopning av biler. Myndighetene vil ha en viktig rolle fremover for hvordan utviklingen kommer til å foregå på dette feltet og et samspill mellom fremdriftsinnovasjoner kan være en pådriver for dette.

7.3.2 Virkemidler og incentiver

De norske incentivene (vist i tabell 7.1) er en del av stabil og varig norsk transportpolitikk og kan forklare hvorfor Norge har fått en høy andel nullutslippsbiler – dette fordi de gir store økonomiske fordeler for nullutslippssjåfører. Incentivene benyttes for å overgå flere av barrierene alternative fremdriftsløsninger er utsatt for, og gjelder i dag både for el- og hydrogenbiler (Akershus fylkeskommune, 2014). Incentivene i landet fører også til at diffusjonen av nullutslippskjøretøyer skjer raskere

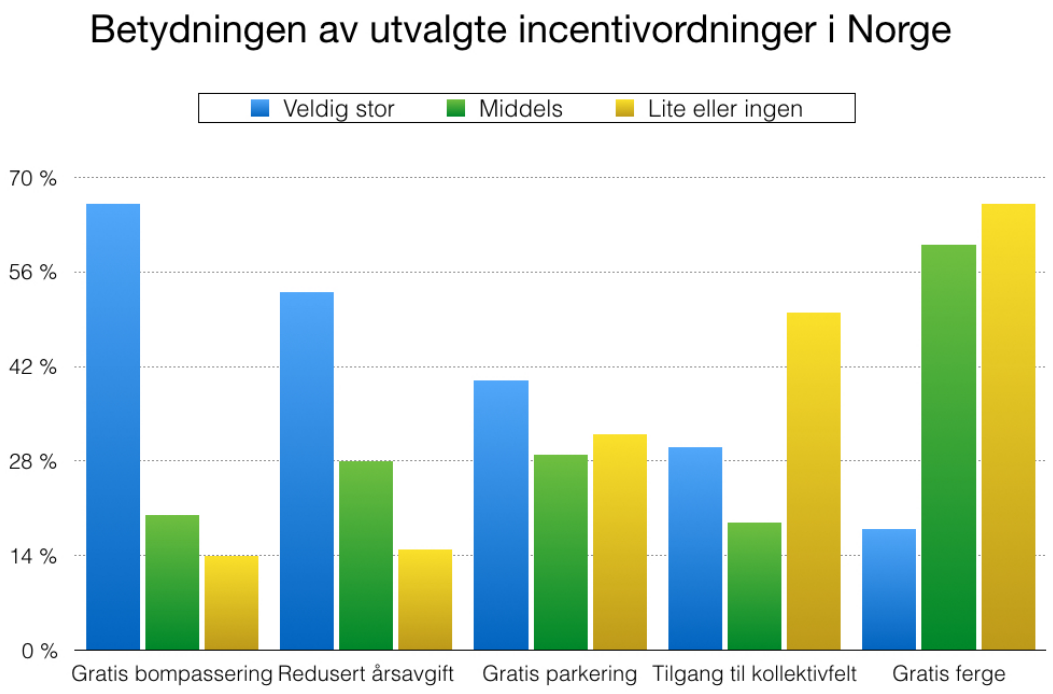
enn Rogers (1995) sin diffusjonsteori tilsier, ifølge Figenbaum og Kolbenstvedt (2015).

Norge har hatt elbilincentiver siden 1990-tallet, hvorav noen incentiver står sterkere enn andre (Figenbaum, 2016). Av disse utgjør engangsavgift og moms de største økonomiske fordelene ved kjøp. Dette kommer også frem i en studie gjennomført av SINTEF, hvor det blir poengtert at reduksjonen av kjøpskostnader er viktigst, også dette i tråd med tidligere forskning. Også tallene fra undersøkelsen til elbilforeningen viser at 74% av befolkningen ikke ville valgt elbil hvis de var uten avgiftsfritak (NTB, 2014).

Tabell 7.1: Tabellen viser incentiver i Norge per dags dato, basert på Figenbaum (2016).

incentiver	**Introdusert**	**Myndighet**
Årlige kostnader og førstegangskostnad		
Fritak for registreringsavgift	1990	Stat
Momsfritak	2001	Stat
Redusert årsavgift	1996/2004	Stat
Redusert firmabilskatt	2000	Stat
Direkte subsidier til brukere - reduserer kostnader		
Fritak for bompenger	1997	Kommune
Reduserte priser på ferge	2009	Kommune
Økonomisk støtte til ladestasjoner	2009	Kommune
Økonomisk støtte til hurtigladere	2011	Stat
Reduksjon av kostnader tilknyttet tid		
Tilgang til bussfelt	2003/2005	Kommune
Gratis parkering	1999	Kommune

Elbilundersøkelsen til NAF viser derimot andre resultater hvor det kom frem at fritak for bompenger er den viktigste fordelen for nordmenn, med lav årsavgift og momsfritak på andre- og tredjeplass (NAF, 2015). Figur 7.6 viser også at bompenge-incentivet er svært viktig sett opp mot årsavgift, parkering, kollektivfelt og ferge. Spesielt for beboere utenfor bomringen i Oslo vil gratis bompenger og reise i kollektivfelt ha mye å si ettersom det spares mye penger og tid per dag.



Figur 7.6: Utvalgte incentiver og tilhørende betydning, et utdrag av resultatene til Figenbaum et al. (2014).

Viktigheten av incentivene vil allikevel variere ut ifra boområde, aldersgruppe, kjønn og utdanning. Undersøkelsen til NAF (2015) viste at respondentene i Oslo er mer negative til å beholde incentivene etter 2017, enn snittet i befolkningen. Dette kan skyldes kontrovers rundt kollektivfelt og gratis offentlig parkering i hovedstadsområdet som knyttes til trengselsproblemer og andre bruksfordeler som kan virke urettferdig for ICE-eiere.

Det er også mulig at kollektivfeltincentivet er viktigere for beboere i Akershus og Oslo-området enn ellers i landet, grunnet at ikke alle i landet har tilgang på kollektivfelt. Det at nullutslippsbiler kan kjøre i kollektivfeltet gir også en fordel ovenfor ICE-biler ved at de sparer tid og anstrengelse. Dette støttes av rapporten til Figenbaum et al. (2014) som viser at Oslo-Kongsbergregionen var mer opptatt av kollektivfelt enn f.eks. Bergen-Hordaland. Kollektivfeltincentivet støttes også ved at Oslo er den byen i Norden som sliter mest med kø (NTB, 2017c).

Foreløpig er den vanligste metoden for økt el- og hydrogenbiler det som kalles

"trekktiltak", hvilket har som formål å tiltrekke seg kunder til nullutslippskjøretøy heller enn å fraråde kjøp av biler med forbrenningsmotorer (Figenbaum, 2016). Allikevel kan dieselforbudet i Oslo nevnes som et eksempel som kan hemme dieselsalget fremover (NAF, nd). Det er også ikke usannsynlig at det vil komme flere eller større avgifter på fossilbiler for å nå klimamålene fylkeskommunene har satt seg. Det kom frem i nasjonalbudsjettet for 2017 at momsfritaket for elbiler fortsetter til 2020 og 2025 for brenselcellebiler (eller 50.000 brenselcellebiler). Tross dette har det nå blitt mulig å bestemme lokalt om nullutslippsbiler skal ha fordeler som å fare i kollektivfeltet, gratis bomring og gratis parkering (Valle, 2017a). Det er viktig å poengtere at det kan være avskrekkende for potensielle kjøpere når det er usikkerhet rundt incentivene.

7.3.3 Sosiale faktorer

Ifølge NAF (2015) er majoriteten av respondentene (82%) positive til elbilen. Allikevel er det, med bakgrunn i at man fortsatt er under den kritiske massen, fortsatt en vesentlig andel som krever en endring i holdninger for det grønne skiftet mot nullutslippsbiler. Hydrogenstrategien (2014) ønsker å bidra til denne endringen ved å alminneliggjøre teknologien. Dette skal gjøres ved å påvirke befolkningen, samt målrettet kommunikasjonsarbeid mot bilindustrien, drivstoffbransjen, staten, regionale og internasjonale utviklingsaktører og organisasjoner. Dette er i tråd med kapittel 3.2.2 som beskriver at lock-in-mekanismer ikke kun knyttet til investeringer i infrastruktur, men også menneskers ideer, holdninger, levestil og atferdsmønster.

Som nevnt i kapittel 4.3 er urbane områder ofte mer innovative og vil ta i bruk nye oppfinnelser raskere grunnet et større antall mennesker samlet i et større personlig og profesjonelle nettverk. Derfor vil også markedskommunikasjonen til hydrogenstrategien spille stor rolle for å få endret de holdninger og normer som ligger til grunn for ICE-regimet i dag. Dette for å bryte karakteristikkene som er dannet ved stiavhengighet og lock-in i regjerende automobilregime.

Også under satsningsområde 14 i KEO blir holdninger tatt opp (Oslos innbyggere må involveres for å sikre endringene som gjennomføres i det grønne skiftet). Dette erkjenner at Oslo kommune er klar over at det grønne skiftet avhenger ikke kun av spesifikke innovasjoner og tekniske endringer, men at det også er sosiale aspekter

ved overgangen – i tråd med begge rammeverkene. Satsningsområde 14 legger opp til medvirkningskampanjer og aktiviteter for å involvere innbyggere og dermed endre eventuelle holdninger og ideer som kan skape barrierer for utviklingen. KEO nevner også at barn og ungdom spiller en stor rolle i dette skiftet, hvilket naturlig nok kan være drivere for utvikling i årene som kommer.

I hydrogenstrategien nevnes det at hydrogenbasert transport kan bremses kraftig opp hvis en alvorlig ulykke skulle skje før teknologien er allment akseptert, et poeng som blir tatt opp av Geels et al. (2011). At regimet har delte oppfatninger om hydrogenbilens usikkerhet kan i stor grad skape barrierer for videre utvikling av innovasjonen. Hydrogenstrategien vil bruke drosje- og bussnæringen som virkemiddel for å gi passasjerer positive inntrykk av hydrogenteknologien samt alminneliggjøre den.

Elbilens innfasing kan ha visse synergieffekter i relasjon til usikkerhet rundt alminneliggjøring av hydrogenteknologi. Dette ved at elbilen som innovasjon har blitt alminneliggjort i forkant av et potensielt hydrogenregime. Dette kan eksempelvis forklares ved at elbiler ikke har større brannfare enn ICE-biler (Frydenlund, 2017). Følgelig er det også andre erfaringer hovedstadsregionen i noen grad kan dra nytte av fra innfasing av elbil i relasjon til innfasing av hydrogenbiler.

7.3.4 Brukeroppfatning

Relative fordeler er per i dag den viktigste faktoren av de fem karakteristikkene identifisert av Rogers (1995) for diffusjon av elbiler, noe også anerkjent av Figenbaum og Kolbenstvedt (2015). I forhold til ICE-bilen spiller økonomiske fordeler en viktig rolle for elbilen – et resultat av politisk arbeid for incentiver. Elbilen har også teknologiske fordeler over ICE-bilen. Blant annet lavere støy, færre bevegelige deler fører til færre motorproblemer, elbilens virkningsgrad gir billigere drift og bilen er mer fremtidsrettet, som kan gi fordeler ved smartnett, bildeling og autonomi.

Når det gjelder elbilens suksess over hydrogenbilen nyter elbilen godt av å være mer kommersialisert og med tilhørende lave kostnader som følge av større produksjoner. Få tilgjengelige modeller og et svakt utarbeidet stasjonsnett er store barrierer for hydrogenbildiffusjon. Begge nullutslippsbilene leverer biler i luksussegmentet (Tesla

model S og Toyota Mirai) og begge er miljøbiler, hvilket gir relativt lik sosial status/prestisje.

Kompatibiliteten mellom ICE-biler, el- og hydrogenbiler er høy. Kjøreegenskapene for el- og hydrogenbiler er relativt like ICE-biler (gitt automatgir), med unntak av akselerasjon og vekt. Dette er imidlertid ikke nok til å være radikalt annerledes for folk flest. Hydrogenbiler og ICE-biler har like rutiner ved drivstoffylling og et skifte fra "bensinstasjoner" til "energistasjoner" slik nevnt i kapittel 6.2 kan gi større kompatibilitetsfordeler for hydrogenbiler ovenfor elbiler som lader ved parkeringsplass (hjemme eller offentlig) eller ved hurtiglading.

Kompleksitet er for el- og hydrogenbiler i hovedsak knyttet til drivstoffylling. For hydrogenbiler er mangelen på fyllestasjoner et stort problem ved lengre reiser og blir følgelig et mer urbant fenomen. For elbiler er stasjonsnettet godt utbygget i landet og lademulighetene er store for befolkningen i Oslo tross få har mulighet til å lade hjemme. I Akershus er mulighetene større for hjemmelading og på landsbasis kan hele 76% lade hjemme og 40% har tilgang på ladestasjoner utenom jobb og hjem (NAF, 2015). Grunnet et stort utvalg aktører i hurtiglademarkedet, er det også kompleksitet knyttet til en rekke ulike betalingsløsninger for elbileieren (Figenbaum og Kolbenstvedt, 2015). Rekkeviddekompleksiteten er allikevel noe som hemmer videre diffusjon for elbil, og på landsbasis mener 13,7% av befolkningen at rekkevidden ikke er god nok. Dette vil være en viktig faktor i hovedstadsregionen hvor minst andel av befolkningen har hytte i eget fylke (se kapittel 2.2.1). Rekkeviddekompleksitet vil kunne være fordelaktig for hydrogenbilene hvis rekkevidden øker fra dagens biler og batteriutviklingen til elbiler stagnerer. Da diffusjonen av elbiler er større enn for hydrogenbilene i hovedstadsregionen, er det mindre informasjon tilgjengelig for potensielle hydrogenbileiere, noe som skaper barrierer og øker kompleksiteten. Elbileiere har et godt nettverk ved elbilforeningen og kan få informasjon fra venner og familie som har opplevd lignende utfordringer.

Prøvbarhet skaper muligheter for å redusere usikkerheten for brukere. Hydrogenbilen fremmer flere faktorer som er med å skape usikkerhet for potensielle kjøpere (f.eks. pris, annenhåndsverdi på bil, mangel på stasjonsnett og trafikksikkerhet). Ettersom det er få hydrogenbiler tilgjengelig fra bilprodusentene og det er få på veien vil det

være vanskelig for potensielle kjøpere å teste ut kjøretøyet. Allikevel, i tråd med teorien presentert i kapittel 4.1, adopterer innovatørene som regel innovasjon uten påvirkning av andre – følgelig kan mangel på prøvbarhet bli en større utfordring når hydrogenbilene passerer de første 2,5% brukerne. Det er for øvrig større sannsynlighet for brukere i Oslo og Akershus å få prøvd ut hydrogenbiler enn i andre steder i landet. For elbilen har derimot diffusjonen nådd et punkt hvor de fleste kan prøve elbiler gjennom venner og familie, samtidig som elbilene i stor grad er tilgjengelig i bilutsalg.

Observerbarhet er stor for elbiler i Oslo og Akershus. Regionene er blant de med flest elbiler i forhold til innbyggertall (se kapittel 7.1) og det samme gjelder for hydrogenbiler. Allikevel er synligheten for elbiler mye større enn hydrogenbiler, grunnet større elbildiffusjon. Registreringsskilt for el- og hydrogenbiler (hhv. EL, EK og HY) øker synligheten for begge innovasjonene, noe Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) argumenterer for at i kombinasjon med bruk av kollektivfeltet i rushtid øker observerbarheten ytterligere. Interesseorganisasjonene, Elbilforeningen, NAF, Norsk Hydrogenforum (som jobber med å fremme de miljømessige fordelene med hydrogen som energibærer), Bellona, har alle base i Oslo-området og bidrar til et potensielt nullutslippsregime i hovedstadsregionen ved egne bilarrangementer og er dermed typiske eksempler på endringsagenter (se kapittel 4.3). Oslo og Akershus har også høy tetthet av hurtigladere og flest hydrogenstasjoner som øker synligheten. Her vil også bruken av el- og hydrogenbusser (og andre typer kjøretøy) spille en viktig rolle uten at dette diskuteres videre i denne oppgaven.

7.4 Innovasjon og avgjørelser

I tråd med analysen til Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) er grunnlaget for diffusjonen både sentralisert og desentralisert for el- og hydrogenbiler. I motsetning til ICE-biler får el- og hydrogenbiler store fordeler som et svar på klimautfordringene – et tegn på sentraliserte avgjørelser. Når det kommer til desentraliserte avgjørelser kommer dette elbilen til gode ved relative fordeler ovenfor hydrogenbilen som diskutert i kapittel 7.3.4. Allikevel vil noen behov rette brukeren mot ICE-biler, som for eksempel behov for lang reise.

Av resultatene til Elbilundersøkelsen (2015), kommer det frem at 42% av befolkning

bosatt i byer er positive til å anskaffe elbiler, mot 37% i distriktene, noe som støtter at elbiler er et mer urbant fenomen i dag (tallene viser også at Oslos befolkning har 44% positive til elbil som er høyere en landsgjennomsnittet i byene). Dette kan også være med å underbygge argumentet for at el- og hydrogenbilen er typisk forebyggende innovasjoner som løser et samfunnsbehov (se kapittel 4.3). I tilfellet for nullutslippskjøretøy reduseres støy, lokale utslipp i form av partikkelutslipp og kø (som er et resultat av incentiver) hvilket er typisk urbane utfordringer. Samtidig støtter el- og hydrogenbilen også reduksjon av globale klimautslipp som CO2. For 29% av innbyggerne i Oslo er det uaktuelt å kjøpe elbil ved neste bilbytte. Dette kan ha endret seg etter uttalelser fra myndighetene om høyere bensin- og dieselavgifter i kombinasjon med større miljødifferensiering av bompenger (NTB, 2017b), dieselforbud på dager med høye utslipp og egne nullutslippssoner i bykjernen. Hydrogenbiler er også et eksempel på en interaktiv innovasjon i større grad enn elbilen grunnet at diffusjonen for elbiler har gått mye lengre. Innovatørene (tidlige brukere) som opererer hydrogenbiler i dag, vil få en lettere hverdag etter hvert som flere tar i bruk innovasjonen – viktigste resultatet av flere brukere vil være et bedre og mer stabilt stasjonsnett.

7.5 Oppsummering - Teknologiske og økonomiske barrierer

Nedenfor oppsummeres de viktigste potensielle barrierene for hydrogenbiler og nullutslippsbiler generelt. Listen er basert på funnene fra diffusjonsanalysen og inkluderer faktorer knyttet til teknologiske, økonomiske og sosiale forhold.

Mulige barrierer for hydrogenbiler:

- Lavt modellutvalg begrenser mulighetene for potensielle brukere.
- Bilprodusenter danner lock-in-mekanismer ved å satse på elbilproduksjon.
- Få tilgjengelige fyllestasjoner reduserer bekvemmelighet for brukere.
- Dyr brenselcelleproduksjon fører til dyre biler.
  - Elbilens raske utvikling i batteriteknologi reduserer pris og øker rekkevidden, og er foreløpig mer konkurransedyktig, tross incentiver.
- Batteristørrelsen i elbiler øker og er mer attraktiv som en del av et smartere strømnettverk.

- Elbilen er i større grad alminneliggjort i regionen enn hydrogenbilen som følge av kommersialisering, høy synlighet og prøvbarhet.
  - Potensielle brukere får mer eksponering gjennom profesjonelle og personlige nettverk.
  - Holdninger knyttet til hydrogenbilen er preget av større usikkerhet. Elbilen kan være et tryggere valg for brukere som følge av redusert usikkerhet.
- DSB fremmer brannsikkerhet for elbiler, mens det fortsatt er usikkerhet rundt hydrogentanken i hydrogenbiler.
- Mye tyder på at incentivene avsluttes før hydrogenbilen når kritisk masse. Hydrogenbilen kan trenge ytterligere fordeler for å være konkurransedyktig gitt at elbilen når kritisk masse først.

Mulige barrierer for nullutslippsbiler:

- Både el- og hydrogenbiler har lavere rekkevidde enn konkurransen.
- Både el- og hydrogenbiler er preget av lock-in-mekanismer tilknyttet bensin- og dieselbiler.
- Både el- og hydrogenbiler er fortsatt svært avhengige av en usikker incentiv-fremtid.
- Både el- og hydrogenbiler er påvirket av usikkerhet rundt annenhåndsverdi.
- Både el- og hydrogenbiler er preget er langt under grensen for kritisk masse, følgelig trenger en vesentlig andel av befolkningen fortsatt en overbevisning. Dette er tilknyttet holdninger rundt regjerende regime.

8 Konklusjon

Utviklingen innen personlig mobilitet har gått svært raskt siden bilen ble oppfunnet. Det grønne skiftet som overgang til miljømessig bærekraftig mobilitet, er eksempel på at bilregimet også i fremtiden vil se store endringer. Funn fra analysene tyder på at elbilens suksess over hydrogenbilen i hovedstadsregionen, er et resultat av mange hendelser og endringer – både politiske, teknologiske og økonomiske.

Av politiske faktorer tyder analysen på at tidlige incentiver kan ha skapt en barriere for hydrogenbilen. Incentivene kom først for elbilene og er et tegn på tidlige lokalpolitiske fordeler som kan ha gjort nisjeaktiviteter mer attraktive for elbiler enn for hydrogenbiler. Tidlig nisjeutvikling av konkrete elbilmodeller, i kombinasjon med tilstedeværelse av innovatører, kan ha gitt nok positiv innvirkning på befolkningens holdninger til elbil og følgelig økt interessen fra viktige aktører i automobilregimet. Det er allikevel først når de globale bilaktørene utnytter mulighetsvinduet at den virkelige diffusjonen av elbilene starter. Teknologiske fordeler fra ICE-industri (produksjonslokaler, systemer, infrastruktur, verktøy og erfaringer) gir bilaktører mulighet til å tilby masseproduserte elbiler og et bredt valg av merker og modeller. Mulighetsvinduet er et resultat av stort press fra landskapsnivået. Blant annet ved nasjonal transportpolitikk (som incentiver for elbiler), tilrettelegging for det grønne skiftet av politiske regimeaktører (som fylkeskommunene) i kombinasjon med nisjeutviklingen av elbiler lokalt og økt interesse fra globale bilaktører. Dette indikerer et brudd med MLP-logikkens idealovergang hvor presset er størst internt i regimenivået, og ikke fra nisje- og landskapsnivå – som fører til en mer flytende overgang enn antatt.

Videre kan mangel på en tidlig hydrogenstrategi (og tilhørende incentiver og nisjevekst) ha svekket et potensielt hydrogenregime. Tross nevnte faktorer er det lite som tyder på politiske, verken lokale eller nasjonale, fordeler for elbilen over hydrogenbilen i dag. Allikevel er det verdt å nevne at MLP-analysen indikerer flere politiske barrierer for et nullutslippsregime som helhet enn for hydrogenbilen alene. Eksempler på forhold som kan svekke veksten er mangel på langsiktige, miljø- og innovasjonsdifferensierte incentiver, økt satsning på kollektivtrafikk, urbane

arealplaner, samt passive utbyggingsplaner og innfasingsstrategier fra statlige aktører.

Av teknologiske faktorer utgjør mangel på fyllestasjoner den største barrieren for hydrogenbilen (et resultat av lock-in-mekanismer tilknyttet ICE-regimet og kompleksitet rundt produksjon av hydrogen). Fyllestasjoner kan også tilknyttes politiske faktorer som et resultat av investering i infrastruktur. Her kan en passiv innblanding av politiske instanser i strategi for innfasing av hydrogeninfrastruktur i kombinasjon med en svak økonomisk forankring skape en potensiell barriere. Dersom batteriteknologien kan matche rekkevidden til hydrogenbiler før hydrogenstasjonene er tilstrekkelig utarbeidet, vil dette kunne hindre et potensielt hydrogenregime. Hydrogenbilene er produsert i lave produksjonstall og utvalget av hydrogenbiler svært begrenset, slik at brukere ikke kan velge fritt mellom merker og modeller, hvilket er lettere ved valg av elbil. Videre er brenselcellen dyr å produsere (som fører til dyre biler, selv med incentivene) og bilindustriens skifte mot elbiler skaper barrierer for potensielle produksjonslinjer. Brannsikkerhet er også en viktig teknologisk faktor for hydrogenbilen, noe som ikke har blitt bevist i tilstrekkelig grad enda.

Videre kan brannsikkerheten relateres til holdninger, som også er en viktig faktor for å bedre hydrogenbilens status i samfunnet. Dette er på bakgrunn av resultatene tilknyttet elbilens suksess – et kjøretøy som blir stadig mer alminneliggjort ved påvirkning fra interesseorgansasjoner, politiske aktører og kanskje viktigst, via et skifte hos globale bilaktører. Kommersialiseringen av elbilen har også ringvirkninger som videre øker diffusjonen av innovasjonen (som spredning via profesjonelle og personlige nettverk). Allikevel er det viktig å innse at begge innovasjonene er under grensen for kritisk masse som tilsier at det fortsatt trengs overbevisning for en stor mengde av befolkningen.

Av økonomiske faktorer er incentivene viktige, samtidig som de er likestilte for fremdriftsløsningene på nåværende tidspunkt. For elbilen kan incentivene ha gjort diffusjonsraten kunstig høy, som kan bli problematisk hvis incentivene bortfaller. I en overgangsfase kan det være ønsket å differensiere el- og hydrogenincentiver for å sikre at hydrogenbilen blir konkurransedyktig. Samtidig er det også teknologiske faktorer som påvirker prisen på bilene (bl.a. annenhåndsverdien). Elbilens raske batteriutvikling tvinger prisene ned samtidig som rekkevidden øker – hvilket kan løse

de største utfordringene for elbilen. Utfallet er at hydrogenbilen må ytterligere ned i pris for å bli konkurransedyktig, som kan bli utfordrende hvis incentivene forsvinner før hydrogenbilen når kritisk masse og teknologien er billig nok.

Ettersom diffusjonen av hydrogenbiler er lav og eksperimenteringen ofte er i form av demonstrasjonsprosjekter, finnes det nok grunnlag til å påvise at hydrogenbilen er på et nisjenivå, mens elbilen vokser mot et elbilregime. Tross dette er fortsatt ICE-regimet dominerende. Det er verdt å merke seg at overgangen skjer raskere i hovedstadsregionen enn i Norge generelt – ved høyere diffusjonsrater for elbil og tettest samling av hydrogenbiler – som kan bety at lokalpolitikk og virkemidler har hatt en positiv effekt. Dette bør naturlig nok sees i lys av befolkningens reisevaner – eksempelvis samsvarer elbilens korte rekkevidde med befolkningens korte daglige reiser.

Etter refleksjon over rammeverkene tyder mye på at det grønne skiftet som overgang har vært i tråd med teorien, kun med nevnte unntak. Allikevel har kompleksiteten vært høy og analysen fremstår følgelig som flytende i relasjon til politiske, teknologiske og økonomiske faktorer. Flernivåperspektivet anerkjennes som et utfordrende rammeverk for slike overganger som følge av et lite caseområde – og kanskje mest utfordrende – et kort tidsperspektiv. Følgelig passet diffusjonsteorien godt som utvidelse for å se på spredningen av innovasjonene over et mikronivå. Med dette tatt i betraktning, har analysene kastet lys over problemstillingen og analysens omfang er derfor rettferdiggjort.

Disse resultatene kan benyttes til å utvikle bedre strategier samt se hvordan transportpolitikk for det grønne skiftet i urban transport er tilknyttet el- og hydrogenbiler. Svaret på problemstillingen er sammensatt og funnene tyder på at ingen faktor alene gjør elbilen til en større suksess enn hydrogenbilen. Det er derimot kombinasjonen av politiske, teknologiske og økonomiske faktorer som gjør at elbilens brukerrelaterte fordeler overgår hydrogenbilen. Spesielt har kombinasjonen av tidlige politiske incentiver, reisevaner, lav kompleksitet og elbilteknologiens modenhet vært viktig. Mye tyder derfor på at timingen til elbilen har vært passende og at elbilens suksess ikke nødvendigvis har vært på bekostning av hydrogenbilens.

Denne siden er blank med hensikt.

9 Videre forskning

Det kunne vært naturlig med en enda dypere diffusjonsanalyse for å se nærmere på hvordan diffusjon påvirker ulike befolkningsgrupper, innvirkning av nye modeller, reisevaner, incentiver og virkemidler – og er følgelig gjenstand for videre forskning.

Videre er det flere scenarioer som kan øke diffusjonen av el- og hydrogenbiler i hovedstadsregionen. Spesielt er dette tilknyttet teknologisk fremgang både internt i automobilregimet, men også fra annen grønn teknologi. Spesielt er det ønskelig å dra frem sol- og vindenergi som fornybare energikilder. Som nevnt i kapittel 6.6 kan veksten av nullutslippsbiler føre til større utslipp i energisektoren. Det er derfor grunn til å anta at den stadige utviklingen av teknologi innen disse segmentene kan være en utløsende faktor for økt diffusjon av el- og hydrogenbiler på verdensbasis.

Økt global diffusjonen kan med høy sannsynlighet ha innvirkning på det norske markedet – og vice versa. Et spennende emne for videre forskning vil være virkningen av norske incentiver på det globale markedet. Tross Norge er et lite land i global sammenheng kan det argumenteres for at de norske incentivene kan ha stimulert markedet tilstrekkelig til at automobilregimet har startet sin overgang til grønnere mobilitet. Å finne ut om de store statlige kostnadene for innfasing av nullutslippsbiler er verdt pengene i det store bildet ville vært meget interessant.

Teknologisk fremgang på brenselceller og batteri er en spennende del av utviklingen for nullutslippsbiler. Samtidig er også resultatene av digitalisering vanskelige å forutse på dette tidspunkt. For eksempel kan bildeling og selvstyrte biler ha ensynergieffekt med det grønne skiftet og et potensiale til å radikalt endre samfunnet og automobilregimet som helhet. Nullutslippsbiler kan også dra fordel av overganger innen andre kjøretøy, eksempelvis el- og hydrogenbusser. Ny teknologi som induksjonslading i veibanen eller nye produksjonsmåter for hydrogen er også spennende temaer for videre forskning.

Denne siden er blank med hensikt.

Referanser

Akershus fylkeskommune (2014). Hydrogenstrategi 2014-2025. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.akershus.no/file/883cbe80052a5c53d07e04cc2afd339d/AFK-14_HyStrategi%202014-25%20O+A_AFK-vedtatt%20140317.pdf> [Besøkt: 20.01.17].

Akershus fylkeskommune (2016). Regional plan for klima og energi for akershus. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.akershus.no/file/bced5626594c28c4aee43b6a56fd3960/Regional%20plan_Klima%20og%20energi_Planprogram_vedtatt%2006062016> [Besøkt: 20.01.17].

Asphjell, A., Asphjell, Ø. og Kvisle, H. H. (2013). Elbil på norsk 2013. Trondheim: Transnova.

Bellona (n.d.). Hva er egentlig en elbil? [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.oslosurf.com/innhold/6200.php> [Besøkt: 27.03.17].

Bilimportørene (n.d.). Naturgass – biogass. [Internett] Tilgjengelig fra <http://bilimportorene.no/naturgass-biogass/> [Besøkt: 16.03.17].

Bjerkan, K. Y., Nørbech, T. E. og Nordtømme, M. E. (2016). Incentives for promoting battery electric vehicle (bev) adoption in norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 43:169–180.

Boolsen, M. W. (2006). *Kvalitative analyser*. København: Hans Reitzels Forlag.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, 9(2):27–40.

Bye, T. (2016). Høringssvar - forslag til endringer i omsetningskravet for biodrivstoff. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kld/hoeringer/hoeringsdok/2016/horing-av-forslag-til-endringer-i-omsetningskravet-for-biodrivstoff/Download/?vedleggId=fa7e7dfa-ffb0-410d-8058-0c15fb53db84> [Besøkt: 16.03.17].

Dalløkken, P. E. (2016). Hydrogen vs batteri. *Teknisk Ukeblad*. [Digitalt bilde] Tilgjengelig fra <https://img.gfx.no/1940/1940308/DSC06261-Edit.1000x562.jpg> [Besøkt: 21.04.17].

Dalløkken, P. E. (2017). Skal teste tre ulike elbuss-teknologier i oslo. *Teknisk Ukeblad*. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/skal-teste-tre-ulike-elbuss-teknologier-i-oslo/367439> [Besøkt: 16.03.17].

Dijk, M. og Yarime, M. (2010). The emergence of hybrid-electric cars: Innovation path creation through co-evolution of supply and demand. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8):1371–1390.

Dybå, T. og Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and software technology*, 50(9):833–859.

Dyerson, R. og Pilkington, A. (2005). Gales of creative destruction and the opportunistic incumbent: The case of electric vehicles in california. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(4):391–408.

Edvardsen, I. (2016). Forsker: Umulig å nå klimamål hvis elbilfordelene fjernes. *NRK*. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/norge/forsker_-umulig-a-na-klimamal-hvis-elbilfordelene-fjernes-1.12845735> [Besøkt: 20.12.16].

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4):532–550.

elbil.no (2011). En stayer i elbilbransjen. [Internett] Tilgjengelig fra <http://elbil.no/en-stayer-i-elbilbransjen/> [Besøkt: 27.03.17].

elbil.no (2015). – kan knapt kalles en strategi. [Internett] Tilgjengelig fra <http://elbil.no/kan-knapt-kalles-en-strategi/> [Besøkt: 28.03.17].

Enova (2015). Strategi for ladestasjoner og infrastruktur for elbil. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.mynewsdesk.com/material/document/46264/download?resource_type=resource_document> [Besøkt: 28.03.17].

Figenbaum, E. (2010). Effektivisering og elektrifisering av kjøretøyer og anvendelse av hydrogen som energibærer. Arbeidsnotat, Vedlegg til sektortrapport om transport. Oslo: Statens vegvesen.

Figenbaum, E. (2016). Perspectives on norway's supercharged electric vehicle policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, (Article in Press).

Figenbaum, E. og Kolbenstvedt, M. (2013). Electromobility in norway-experiences and opportunities with electric vehicles. *TØI Rapport 1281/2013*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Figenbaum, E. og Kolbenstvedt, M. (2015). Pathways to electromobility-perspectives based on norwegian experiences. *TØI Rapport 1420/2015*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Figenbaum, E., Kolbenstvedt, M. og Elvebakk, B. (2014). Electric vehicles–environmental, economic and practical aspects. *TØI Rapport 1329/2014*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Fjeldstad, O.-H. (1992). Økonomisk velferdsteori og fordelingsaspektet. *CMI Rapport 1992:4*. Bergen: Chr. Michelsens Institutt. Avdeling for samfunnsvitenskap og utvikling. DERAP-Forsknings-og aksjonsprogrammet for utviklingsland.

Fridstrøm, L. (2013). Norwegian transport towards the two-degree target: Two scenarios. *TØI Rapport 1286/2013*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Frydenlund, S. (2017). Dsb: – ikke høyere brannrisiko i parkerte elbiler. [Internett] Tilgjengelig fra <http://elbil.no/dsb-ikke-hoyere-risiko-for-brann-i-parkerte-elbiler/> [Besøkt: 05.04.17].

Garathun, M. G. (2017). Ny rapport: Selvkjørende biler vil gi mer kø. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/ny-rapport-selvkjorende-biler-vil-gi-mer-ko/376048> [Besøkt: 17.03.17].

Geels, F., Kemp, R., Dudley, G. og Lyons, G. (2011). *Automobility in transition?: A socio-technical analysis of sustainable transport*. New York, NY: Routledge.

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, 31(8):1257–1274.

Geels, F. W. (2005). *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Geels, F. W. (2006). Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970). *Technovation*, 26(9):999–1016.

Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24:471–482.

Geels, F. W. og Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research policy*, 36(3):399–417.

Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Los Angeles, CA: Univ. of California Press.

Godoe, H. og Nygaard, S. (2006). System failure, innovation policy and patents: Fuel cells and related hydrogen technology in norway 1990–2002. *Energy Policy*, 34(13):1697–1708.

Hall, B. H. (2004). Innovation and diffusion. *Rapport No. w10212*. Oxford: National Bureau of Economic Research.

Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. og Uteng, T. P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14-nøkkelrapport. *TØI rapport 1383/2014*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Holden, M. E. (2012). *Achieving sustainable mobility: everyday and leisure-time travel in the EU*. Farnham: Ashgate Publishing, Ltd.

Holtz, G., Brugnach, M. og Pahl-Wostl, C. (2008). Specifying "regime"—a framework for defining and describing regimes in transition research. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(5):623–643.

Illert, G. (2015). Diffusion of innovation. [Digitalt bilde] Tilgjengelig fra <http://www.g-illert.de/wp-content/uploads/2015/11/Diffusion-of-innovation.jpg> [Besøkt: 15.03.17].

Isaac, L. (2016). *Road Vehicle Automation 3: How Local Governments Can Plan for Autonomous Vehicles*. Berlin: Springer.

Kessler, T. og Buck, C. (2017). *Phantom Ex Machina: How Digitization Affects Mobility and the Business Models of Automotive OEMs*. Bayreuth: Springer.

Kim, I. og Kuljis, J. (2010). Applying content analysis to web-based content. *CIT. Journal of Computing and Information Technology*, 18(4):369–375.

Klitkou, A., Bolwig, S., Hansen, T. og Wessberg, N. (2015). The role of lock-in mechanisms in transition processes: the case of energy for road transport. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16:22–37.

Lie, Ø. (2016). Vil løse biodrivstoff-floke ved å mangedoble norsk biogass-produksjon. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/mener-det-er-uetisk-a-importere-biodiesel/350495> [Besøkt: 16.03.17].

Liebowitz, S. J. og Margolis, S. E. (1995). Path dependence, lock-in, and history. *JL Econ. & Org.*, 11:205.

Løken, A. (2016). Nå er det slutt på elsykkelstøtte i oslo. *Aftenposten*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.aftenposten.no/osloby/Na-er-det-slutt-pa-elsykkel-stotte-i-Oslo-11493b.html> [Besøkt: 15.03.17].

Miljødirektoratet (2016a). Kyotoprotokollen. *Miljøstatus*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.miljostatus.no/tema/klima/internasjonal-klimapolitikk/kyotoprotokollen/> [Besøkt: 02.05.17].

Miljødirektoratet (2016b). Parisavtalen. *Miljøstatus*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.miljostatus.no/parisavtalen/> [Besøkt: 02.05.17].

Miljødirektoratet (2016c). Tiltakskostnader for elbil. *Miljødirektoratets Rapport*, M-620. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M620/M620.pdf> [Besøkt: 26.04.17].

Miljødirektoratet (2017). Klimagassutslipp fra veitrafikk. *Miljøstatus*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.miljostatus.no/tema/klima/norske-klimagassutslipp/utslipp-av-klimagasser-fra-transport/klimagassutslipp-fra-veitrafikk/> [Besøkt: 01.03.17].

Morgan, D. L. (2013). *Integrating qualitative and quantitative methods: A pragmatic approach*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.

NAF (2015). Naf elbilrapport 2015. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.naf.no/globalassets/dokumenter/politikk/elbilrapport.pdf> [Besøkt: 06.04.17].

NAF (n.d.). Alt du må vite om dieselforbud i oslo. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.naf.no/tips-og-rad/i-trafikken/miljo/dette-mener-naf-om-dieselforbud/ [Besøkt: 30.03.17].

Nenseth, V., Julsrud, T. E. og Hald, M. (2012). Innovative collective mobility solutions-carsharing as a case. *TØI Rapport 1218/2012*, 1218. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Niste, K., Eriksson, R. og Larsson, P. (2016). Plug-in hybrid electric vehicle. US Patent 9,475,482.

Norsk Petroleumsinstitutt (n.d.). Biodrivstoff. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.np.no/biodrivstoff/> [Besøkt: 16.03.17].

NTB (2014). Kun én av fire ville kjøpt elbil uten avgiftsfritak. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/industri-kun-en-av-fire-ville-kjopt-elbil-uten-avgiftsfritak/231273> [Besøkt: 06.04.17].

NTB (2017a). Norge trenger 400 mill. liter biodrivstoff i 2030. for ett år siden var anslaget fire ganger så høyt. så eksploderte elbilsalget. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/norge-trenger-400-mill-liter-biodrivstoff-i-2030-for-ett-ar-siden-var-anslaget-fire-ganger-sa-hoyt-sa-eksploderte-elbilsalget/378130> [Besøkt: 16.03.17].

NTB (2017b). Oslo byråd vurderer ny avgift for bensin- og dieselbiler. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/oslo-byrad-vil-ha-avgift-for-bensin-og-dieselbiler/377114> [Besøkt: 06.04.17].

NTB (2017c). Rapport: Oslo-borgere sitter mest i kø i norden. [Internett] Tilgjengelig fra <http://e24.no/privat/bil-og-trafikk/rapport-oslo-borgere-sitter-mest-i-koe-i-norden/23930484> [Besøkt: 06.04.17].

Nykvist, B. og Nilsson, M. (2015). The ev paradox–a multilevel study of why stockholm is not a leader in electric vehicles. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14:26–44.

Nysveen, E. A. og Framstad, A. P. (2017). Tesla tilbakekaller 53.000 biler. [Digitalt bilde] Tilgjengelig fra <http://e24.no/bil/tesla-motors/cnbc-tesla-tilbakekaller-53-000-biler/23978828> [Besøkt: 21.04.17].

OFV (2015). Bilsalget i 2015. *Opplysningsrådet for Veitrafikken*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.ofvas.no/bilsalget-i-2015/category679.html> [Besøkt: 05.02.17].

OFV (2016). Bilsalget i 2016. *Opplysningsrådet for Veitrafikken*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.ofvas.no/bilsalget-i-2016/category706.html> [Besøkt: 05.02.17].

OFV (2017). Norsk elbilsalg parkerer naboene. *Opplysningsrådet for Veitrafikken*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.ofv.no/artikler-2016-2017/norsk-elbilsalg-parkerer-naboene-article478-258.html> [Besøkt: 04.02.17].

Olsen, C. (2015). Hydrogen- eller elbil? ja takk, begge dele. *Forskningsrådet*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.forskningsradet.no/prognett-energix/Nyheter/Hydrogen_eller_elbil_Ja_takk_begge_deler/1254009348424&lang=no> [Besøkt: 09.03.17].

Oslo kommune (2016). Klima- og energistrategi for oslo. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/1356550/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Etater%20og%20foretak/Klimaetaten/Dokumenter%20og%20rapporter/Klima-%20og%20energistrategi%20for%20Oslo%20NO.pdf [Besøkt: 02.02.17].

Oslo kommune og Akershus fylkeskommune (2015). Regional plan for areal og transport i oslo og akershus. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.google.com/url?q=http://www.akershus.no/file/01909d1ab7bf83209749f91e8e2f9e4f/Regional%2520plan%2520for%2520areal%2520og%2520transport%2520i%2520Oslo%2520og%2520Akershus/&sa=D&ust=1488984295118000&usg=AFQjCNH2f-9aqhAUtPQnyFrHlD4XTNgPLA> [Besøkt: 21.01.17].

Pan, W., Ghoshal, G., Krumme, C., Cebrian, M. og Pentland, A. (2013). Urban characteristics attributable to density-driven tie formation. *Nature Publishing Group. Nature communications*, 4:1961.

Redaksjonen (2016). 3 ganger så mange elbiler - koster 146 millioner kroner. *Hegnar*. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.hegnar.no/Nyheter/Naeringsliv/2016/01/3-ganger-saa-mange-elbiler-koster-146-millioner-kroner> [Besøkt: 02.03.17].

Regjeringen (2009). Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/md/vedlegg/retningslinjer/planretningslinje_klima_energi_090904.pdf [Besøkt: 20.02.17].

Regjeringen (2014a). Klimaforliket. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimaforliket/id2076645/ [Besøkt: 03.02.17].

Regjeringen (2014b). Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/689bae9d728e48e8a633b024dcd6b34c/sprbatp.pdf> [Besøkt: 20.02.17].

Regjeringen (2015). Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/2f826bdf1ef342d5a917699e8432ca11/nasjonale_forventninger_bm_ny.pdf> [Besøkt: 04.03.17].

Regjeringen (2017). Meld. st. 33 (2016–2017) - nasjonal transportplan 2018–2029. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/> [Besøkt: 05.04.17].

Rip, A. og Kemp, R. (1998). *Technological change*. Colombus, OH: Battelle Press.

Rogers, E, M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York, NY: Free Press.

Romm, J. (2006). The car and fuel of the future. *Energy Policy*, 34(17):2609–2614.

Sheller, M. (2004). Automotive emotions feeling the car. *Theory, culture & society*, 21:4–5.

Singh, B., Ellingsen, L. A.-W. og Strømman, A. H. (2015). Pathways for ghg emission reduction in norwegian road transport sector: Perspective on consumption of passenger car transport and electricity mix. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41:160–164.

Solvang, F. og Tomter, L. (2017). Palmeolje står for veksten i biodrivstoff. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.nrk.no/norge/palmeolje-gjor-at-malet-om-biodrivstoff-snart-er-nadd-1.13424248> [Besøkt: 15.03.17].

SSB (2016a). Registrerte kjøretøy, 2015. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg/aar/2016-03-30 [Besøkt: 15.03.17].

SSB (2016b). Registrerte kjøretøy, 2016. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg/aar [Besøkt: 29.03.17].

SSB (2017a). Folkemengde og befolkningsendringar, 1. januar 2017. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkemengde/aar-per-1-januar> [Besøkt: 09.05.17].

SSB (2017b). Fylkesvise klimagassutslipp oppdatert. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/fylkesvise-klimagassutslipp-oppdatert> [Besøkt: 09.05.17].

Stensrud, E. (2014). Nå kan du hurtiglade elbilen på mcdonalds. [Internett] Tilgjengelig fra <http://www.dinside.no/motor/na-kan-du-hurtiglade-elbilen-pa-mcdonalds/61191211> [Besøkt:28.03.17].

Stiller, C., Bünger, U., Møller-Holst, S., Svensson, A. M., Espegren, K. A. og Nowak, M. (2010). Pathways to a hydrogen fuel infrastructure in norway. *International journal of hydrogen energy*, 35(7):2597–2601.

Stortinget (2016). Forslag fra mindretall. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2015-2016/inns-201516-401/3/ [Besøkt: 03.02.17].

Strauss, A., Corbin, J. et al. (1990). *Basics of qualitative research*, volume 15. Newbury Park, CA: Sage.

Sundberg, J. D. og Aakvik, J. A. (2011). Buddy-produsent er slått konkurs. [Digitalt bilde] Tilgjengelig fra <http://e24.vgc.no/drpublish/images/article/2011/10/28/20114908/1/990/133096.jpg> [Besøkt: 21.04.17].

Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis. 2. utgave.* Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Tomasgard, A., Møller-Holst, S., Thomassen, M., Bull-Berg, H., Damman, S. og Bjørkvoll, T. (2016). Nasjonale rammebetingelser og potensial for nasjonale rammebetingelser og potensial for hydrogensatsningen i norge. *SINTEF-rapport A27350.* Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.

UiO (2016). Kvalitativ og kvantitativ metode. [Presentasjon] Tilgjengelig fra <http://www.uio.no/studier/emner/sv/iss/SVMET1010/h05/Kvalogkvant.pdf> [Besøkt: 25.04.17].

Valle, M. (2016a). Mer enn 20 nye elbiler på vei. Teknisk Ukeblad. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/mer-enn-20-nye-elbiler-pa-vei/347513> [Besøkt: 26.04.17].

Valle, M. (2016b). Nå bygger ikea hurtigladere ved alle varehusene sine. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/na-bygger-ikea-hurtigladere-ved-alle-varehusene-sine/364868> [Besøkt: 28.03.17].

Valle, M. (2016c). Slik skal forbrenningsmotoren bli renere. [Digitalt bilde] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/slik-skal-forbrenningsmotoren-bli-renere/276758> [Besøkt: 21.04.17].

Valle, M. (2017a). – tar du vekk gulrøtter er det færre som vil velge elbil. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/elbilsalget-gikk-ned-i-2016/367046> [Besøkt: 04.02.17].

Valle, M. (2017b). Daimler skroter nesten hele sin hydrogensatsning. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/daimler-skroter-nesten-hele-sin-hydrogen-satsing/379219> [Besøkt: 05.04.17].

Valle, M. (2017c). Denne brenselcellen kan gjøre hydrogenbiler tilgjengelig for flere. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/denne-brenselcellen-kan-gjore-hydrogenbiler-tilgjengelig-for-flere/375847> [Besøkt: 03.02.17].

Valmot, O. R. (2017). Hydrogen og batterier trenger ikke være enten eller. kanskje er den ultimate løsningen hybrid. Teknisk Ukeblad. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.tu.no/artikler/hydrogen-og-batterier-trenger-ikke-vaere-enten-eller-kanskje-er-den-ultimate-losningen-hybrid/379351> [Besøkt: 26.04.17].

Van Bree, B., Verbong, G. P. og Kramer, G. J. (2010). A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4):529–540.

Verbong, G., Geels, F. W. og Raven, R. (2008). Multi-niche analysis of dynamics and policies in dutch renewable energy innovation journeys (1970–2006): hype-cycles, closed networks and technology-focused learning. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5):555–573.

Wallace, R. og Silberg, G. (2012). Self-driving cars: the next revolution. KPMG. [Internett] Tilgjengelig fra <https://faculty.washington.edu/jbs/itrans/self_driving_cars[1].pdf> [Besøkt: 02.02.17].

Whitmarsh, L. (2012). How useful is the multi-level perspective for transport and sustainability research? *Journal of Transport Geography*, 24:483–487.

Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods (2nd ed.)*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

Zero (2013). Årsrapport 2013. [Internett] Tilgjengelig fra <https://www.zero.no/wp-content/uploads/2016/03/zero-arsrapport-2013.pdf> [Besøkt: 25.05.17].

Vedlegg

A Test av automobilregime i hovedstadsregionen

For å teste hvilke drivverksinnovasjon som er regjerende i automobil regimet ICE-regimet er fem karakteristikkene fra modellen til Holtz et al. (2008) presentert i kapittel 3.2.1 diskutert nedenfor. Det fokuseres på mobilitet som funksjon.

1. For brukere og samfunn oppfylles målet om mobilitet for ICE-biler, mens for elbiler oppfylles også målet om mobilitet, men rekkevidden fortsatt redusert hvilket reduserer mobilitetsfunksjonen noe. For hydrogenbilen oppfylles i dag funksjonen på lik linje med elbilene. Det tolkes som både ICE-biler, el- og hydrogenbiler opprettholder første karakteristikk.
2. ICE-biler kombinerer blant annet modeller, segmenter, teknologier og funksjoner. Elbilen har et redusert utvalg, men anses som voksende. Elbilen oppfyller andre karakteristikk med liten margin, mens hydrogenbilens svært begrensende utvalg ikke oppfyller andre karakteristikk.
3. ICE-bilen opplever foreløpig høy grad av stabilitet grunnet store lock-in-mekanismer på infrastruktur, holdninger, normer og kognitive faktorer i samfunnet. Elbilen har økende grad av stabilitet, men som nevnt i NTP (2017) skal incentivene avvikles i 2020, som kan svekke stabiliteten. Infrastrukturen til elbilen er i motsetning til hydrogenbilen sterkt voksende per dags dato.
4. ICE- og elbilen har fravær av sentrale aktører med enevelde. Hydrogenbilen har også dette fraværet, men i mindre grad grunnet at svært få bilprodusenter har tilgjengelige modeller og det finnes svært få fyllestasjoner.
5. ICE-bilen har autonomi i regimets interne dynamikk som også kan begrunnes i lock-in mekanismer på infrastruktur, holdninger, normer og kognitive faktorer i samfunnet. Elbilen opplever økende autonomi, men er fortsatt preget av tradisjonalisme og konservatisme. For hydrogenbilen er det svært liten til ingen autonomi i den interne dynamikken.

Testen for automobilregime tyder på et ICE-regime, med et voksende elbilregime. Hydrogenbilen anses til å være på et nisjenivå.

B Aktuelle overganger til nullutslippskjøretøy

Nedenfor er aktuelle overganger til nullutslippskjøretøy analysert. De mest relevante analysene knyttet til Oslo og Akershus er beskrevet i hoveddokumentet. Det er basert på kapittel teorien presentert i kapittel 3.5.

Tilleggseffekter og hybrider

Et aktuelt eksempel på tilleggseffekter og hybrider er hvordan batteriet har gått fra en innovasjon til å starte ICE-biler, til å bli likere en fullverdig hybrid hvor batteriet og forbrenningsmotoren er mer likestilt for fremdrift og til den helelektriske elbilen som drives kun av batteri. Her stemmer eksempelet med teorien ved at dette som i utgangspunktet var nisjeinnovasjoner ikke direkte konkurrerte med det eksisterende regimet, men mer i sameksistens (Geels et al., 2011).

Ringvirkninger

Som nevnt i kapittel 3.5 kan radikalt ny teknologi føre til ringvirkninger i andre markeder. I KEO foreslås det at energibruken til transport sammen med økt grad av elektrifisering til el- og hydrogenbiler potensielt kan redusere det totale energibehovet til sektoren. Dette forklares ved at elektromotoren har høyere virkningsgrad, et energibrukargumentet som i utgangspunktet er godt, men som Romm (2006) argumenterer for er det kritisk at uansett hvilke strategi som benyttes for å redusere klimagasser i transportsektoren så må det ikke gå på bekostning av utslippene i energisektoren. Derfor er også fokuset på rett produksjon av hydrogen viktig, samt livsløpsanalyser av ulike hydrogenscenarioer essensielt. Det samme vil gjelde for elbil ved at strøm fra nettet må komme fra fornybare kilder, hvilket vil være enklere i norske byer enn andre steder i Europa per dags dato. Potensielt sett kan el- og hydrogenbilen være med å redusere det totale energiforbruket, samtidig som også nullutslippsbilene med batteri også kan brukes til lagring av energi som en del av en smartnettkonfigurasjon diskutert av Geels et al. (2011), her som en del av et tilpasningsmønster. El- og hydrogenbilen vil også ha kunne ha ringvirkninger i flere andre markeder, hvilket faller utenfor omfanget til denne masteroppgaven.

Tilpasningseffekter

Bilene er utseendemessig svært like ICE-biler og svært lik funksjonalitet sammenlignet med ICE-biler med automatgir – et tegn til tilpasning. Eksempelvis har ikke elbiler behov for motorrom slik ICE-biler grunnet at batteriet kan plasseres i bunnen av kjøretøyet og tilby lavere tyngdepunkt og bedre aerodynamikk. Disse faktorene kan ligge til grunn for nye bildesign, tross at de fleste elbilprodusenter har valgt å erstatte motorrommet med et ekstra bagasjerom slik som i Tesla Model S og Nissan Leaf. Fremover er det ikke usannsynlig at tilpasningseffektene vil reduseres og nye design kan fremkomme i tråd med Geels et al. (2011) som skriver at innovasjoner i starten fremstår som inkrementelle forbedringer fra eksisterende regime til å gradvis utvikle seg til mer radikale forandringer. I kombinasjon med bildeling og autonome kjøretøy kan interiør og eksteriør i el- og hydrogenbiler endres drastisk. Dette er et scenario NTP underbygger ved å anerkjenne autonome biler som et tiltak for å redusere ulykker i transportsektoren (regjeringen vil fremme en lovproposisjon for forsøk med selvkjørende kjøretøy ila. 2017 (Regjeringen, 2017)). Et annet sannsynlig scenario er nevnt i B hvor inkrementelle forbedringer i batterier kan føre til innovasjoner som sikrer et mer stabile strømnett.

Interessesvingninger

Elbilen har gjennomgått flere interessesvingninger (se teori fra Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) og Geels et al. (2011)), og er også et sannsynlig tilfelle for hydrogenbiler. Store satsninger på fremdriftsløsninger fra myndighetene (som i hydrogenstrategien og energi- og klimastrategiene til Oslo og Akershus bidrar til) resulterer i stor interesse fra industri og media med store forventninger. Per i dag er det tegn til at teknologien ikke er moden, noe anerkjent i hydrogenstrategien (2014) og Regjeringen (2017), samtidig man ser et skifte hos bilprodusenter noe som er med å styrke et elbilregime fra et landskapsperspektiv (Valle, 2017b) og interessesvingninger for hydrogenbiler. Verbong et al. (2008) argumenterer for nettopp dette og for Oslo og Akershus kan de store investeringene på hydrogenstasjoner i tiden fremover være grunnlag for en økonomisk feilsatsing. Figurǎ3.4 viser også at utviklingen av el- og hybridbiler og stadig inkrementelle forbedringer av ICE-bilene kan gi et negativt utslag

for hydrogenbilene. Dette kan også sammenlignes med interessesvingninger styrket av norske myndigheter for diesel og biogass.

Nisjeakkumulering

For elbiler kan det diskuteres om nisjeaktivitetene på 1990-tallet i hovedstadsregionen gjorde det samme for elbilindustrien som hydrogen gjør i dag. Fremover er det mer sannsynlig at nullutslippsbiler i kombinasjon med digitalisering kan føre til nisjeakkumulering i større grad enn tidligere. Hydrogenstasjonene (nisjeaktivitet) i hovedstadsregionen ligge til grunn for flåtevirksomhet for blant annet taxinæringen som deretter kan videreutvikle seg til større markeder og sørge for økt eksponering, høyere aksept og følgelig gjøre hydrogen mer attraktivt for private kunder.

C Statistikkgrunnlag for diffusjonsanalysen

Nedenfor er statistikkgrunnlaget benyttet diffusjonsanalysen i kapittel 7. Deler er fra SSB og OFV sine nettsider, med unntak av de som er markert. Disse er tilsendt etter forespørsel. Gruppen "annet drivstoffpå SSB sine nettsider inneholder hydrogen, bensin-hybrid og diesel-hybrid. Fra 2016 er bensin- og dieselhybrid også plassert i "annet drivstoff". Disse lå fra før under henholdsvis bensin"og diesel". Alt som er markert i lyseblått er egne kalkulasjoner.

Registrerte kjøretøy på landsbasis, etter tid og drivstofftype fra SSB - Tilgjengelig på nett							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bensin	1500841	1448232	1408198	1368625	1328380	1295739	1196148
Diesel	804384	922986	1025220	1110621	1186194	1243235	1276947
Parafin	21	20	17	18	16	13	9
Gass	27	38	36	87	120	129	116
El.	2068	3909	8031	17770	38652	69134	97532
Annet drivstoff	144	180	357	2070	999	1013	91054
Totale kjøretøy - Norge	2307485	2375365	2441859	2499191	2554361	2609263	2661806
Andel registrerte elbiler i Norge	0,09 %	0,16 %	0,33 %	0,71 %	1,51 %	2,65 %	3,66 %

Registrerte kjøretøy i Akershus (øverst) og Oslo (nederst) etter tid og drivstofftype fra SSB - Tilgjengelig på nett							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bensin	181409	173928	169440	166381	163603	162052	152217
Diesel	101718	117825	129756	137924	143879	147919	147703
Parafin	1	2	1	2	2	2	1
Gass	5	7	7	15	20	22	20
El.	809	1369	2428	4340	8023	13655	19450
Annet drivstoff	38	56	67	290	124	113	12504
Bensin	146102	141002	138589	138246	138908	140129	129510
Diesel	86501	102020	114115	120956	129011	127105	121287
Parafin	0	0	0	0	0	0	0
Gass	1	6	6	42	56	54	40
El.	448	767	1547	3393	6998	11699	16773
Annet drivstoff	20	23	49	199	83	96	20704

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Totale kjøretøy - Akershus	283980	293187	301699	308952	315651	323763	331895
Totale kjøretøy - Oslo	233072	243818	254306	262836	275056	279083	288314
Andel - Elbil Akershus	0,28 %	0,47 %	0,80 %	1,40 %	2,54 %	4,22 %	5,86 %
Andel - Elbil Oslo	0,19 %	0,31 %	0,61 %	1,29 %	2,54 %	4,19 %	5,82 %
Andel - ICE-bil Akershus	99,7 %	99,5 %	99,2 %	98,5 %	97,4 %	95,7 %	90,4 %
Andel - ICE-bil Oslo	99,8 %	99,7 %	99,4 %	98,6 %	97,4 %	95,8 %	87,0 %
Andel - ICE-bil Norge	99,9 %	99,8 %	99,7 %	99,2 %	98,4 %	97,3 %	92,9 %
Differanse Akershus perioden 2010-2016	5,58 %						
Differanse Oslo perioden 2010-2016	5,63 %						
Totale kjøretøy i hovedstadsregionen 2016	620209						
% av Norges biler som befinner seg i hovedstadsregionen	23,3 %						

Nybilsalg for el- og hydrogenbil for Oslo, Akershus og Norge. Tall er fra OFV. Kun salgstallene fra Norge er allment tilgjengelig på nett.										
Oslo	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**Total**
Elektrisitet	27	25	69	306	731	1565	3434	4330	4835	15322
Hydrogen	0	0	1	2	0	1	2	6	10	22
Akershus	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**Total**
Elektrisitet	132	38	159	635	1040	1505	3026	4335	4236	15106
Hydrogen	0	1	0	14	0	2	2	3	10	32
Norge				**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**Total**
Elektrisitet				1996	3950	7882	18090	25779	24222	145192
Hydrogen						3	4	9	23	178919

Nybilsalg for alle drivlinjer i Oslo, Akershus og Norge. Tall er fra OFV.										
Alle drivlinjer	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**Total**
Oslo	13556	11487	15088	15913	16331	16590	18060	18325	19842	145192
Akershus	16610	13902	18443	19699	20474	21519	21634	22671	23967	178919
Norge				138345	137967	142151	144202	150686	154603	

Markedsandeler for el- og hydrogenbil i Oslo, Akershus og Norge. Markedsandelen er basert på nybilsalg, ikke totalt registrerte biler.									
	2008	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Markedsandel elbil – Oslo	0,20 %	0,22 %	0,46 %	1,92 %	4,48 %	9,43 %	19,01 %	23,63 %	24,37 %
Markedsandel hydrogenbil – Oslo	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,03 %	0,05 %
Markedsandel elbil – Akershus	0,79 %	0,27 %	0,86 %	3,22 %	5,08 %	6,99 %	13,99 %	19,12 %	17,67 %
Markedsandel hydrogenbil – Akershus	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,07 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,04 %
Markedsandel elbil – Norge				1,44 %	2,86 %	5,54 %	12,54 %	17,11 %	15,67 %
Markedsandel hydrogen – Norge						0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %

Statistikk tilknyttet befolkning og utslipp fra SSB, hentet fra: https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp	
Befolkning i Norge 1.1.jan 2017	5258317
Antall totale biler	2661806
Bil per person i Norge	0,51
Befolkning i Akershus 1.1.jan 2017	604368
Befolkning i Oslo 1.1.jan 2017	666757
Befolkning i hovedstadsregionen 1.1.jan 2017	1271125
Antall biler i hovedstaden	620209
Bil per person i hovedstadsregionen	0,49
% av Norges befolkning i hovedstadsregionen	24,2 %
Utslipp i hovedstadsregionen '13	1403
Utslipp i hovedstadsregionen '15	1408
Endring	0,36 %