

Teknologitrender i transportsektoren i norsk kontekst

Underlag for strategiarbeid, Transport21

Björn Klimek
Tale Ørving
Jørgen Aarhaug

Forsidebilde: **Shutterstock.com**

BjøTransportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel:	Teknologitrender i transportsektoren i norsk kontekst	Title:	Transport technologies in a Norwegian context
Forfatter(e):	Björn Klimek, Tale Ørving, Jørgen Aarhaug	Björn Klimek, Tale Ørving, Jørgen Aarhaug	Björn Klimek, Tale Ørving, Jørgen Aarhaug
Dato:	11.2018	Date:	11.2018
TØI-rapport:	1671/2018	TØI Report:	1671/2018
Sider:	28	Pages:	28
ISSN elektronisk:	2535-5104	ISSN:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2195-7	ISBN Electronic:	978-82-480-2195-7
Finansieringskilde(r):	Forskningsrådet	Financed by:	Research Council Norway
Prosjekt:	4599 – NFR -Strategi	Project:	4599 – NFR -Strategi
Prosjektleder:	Björn Klimek	Project Manager:	Björn Klimek
Kvalitetsansvarlig:	Jardar Andersen	Quality Manager:	Jardar Andersen
Fagfelt:	34 Logistikk og innovasjon	Research Area:	34 Logistics and innovation
Emneord:	Transport21, teknologitrender, transportforskning	Keyword(s):	Transport21, technology trends, transport research

Sammendrag:

Denne rapporten gir innspill til Forskningsrådets strategiprosess Transport 21. Det har blitt gjennomført intervjuer med sentrale representanter fra norsk transportsektor (næringsliv, offentlig sektor og transportforskning). Rapporten konkluderer med at transisjonsprosessen i transportsektor er preget av kompleksitet pga. mange parallelle prosesser, at data vil ha en avgjørende betydning, at det kreves en strategi for inn- og utenlandsk utviklet teknologi og at geografi påvirker omstillingen i Norge.

Summary:

This report provides input to the Research Council's Strategy Process Transport 21. Interviews have been conducted with key representatives from the Norwegian transport sector (business, public sector and transport research). The report concludes that the transition process in the transport sector is characterized by complexity due to many parallel processes, that data will have a decisive impact, that a strategy is required for domestic and international technology development and that geography affects the transition in Norway.

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

Norges Forskningsråd initierte høsten 2018 strategiprosessen Transport21. Transportøkonomisk institutt utarbeider på oppdrag fra Forskningsrådet et kunnskapsgrunnlag for Transport21, og denne rapporten utgjør del 1 av oppdraget. Arbeidet er gjennomført i perioden mai 2018 til november 2018, og rapporten bygger på 13 intervjuer med totalt 17 informanter fra norsk transportsektor.

John Vigrestad, Lise Johansen og Aud Helen Alming har vært oppdragsgivers kontaktpersoner. Rapporten er skrevet av Tale Ørving, Jørgen Aarhaug og Bjørn Klimek, med sistnevnte som prosjektleder. Jardar Andersen har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, november 2018

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Ardelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning, avgrensning og struktur	1
2	Utfordringer, kompleksitet og dilemmaer - Perspektiver fra innovasjonsforskningen	2
2.1	Innovasjonsbegrepet	2
2.2	Innsikter fra innovasjonsforskningen om kompleksitet og mulige utfordringer for omstillinger i transportsektoren	4
3	Teknologitrender i transportsektoren -digitalisering	9
3.1	Digitalisering -Teknologiaspektet.....	10
3.2	Forretningsmodeller muliggjort av digitalisering.....	13
3.3	Tidligere teknologiendringer og omstillinger i transportsektoren.....	15
4	Samfunnstrender	16
4.1	Befolkningsutvikling	16
4.2	Geografi	17
4.3	Økonomiske rammebetingelser.....	18
4.4	Klima- og miljørelaterte faktorer.....	19
5	Perspektiver fra sektorrepresentanter	20
5.1	Parallele tidslinjer.....	21
5.2	Data i framtidens transportsystem.....	22
5.3	Teknologiutvikling og -innfasing	23
5.4	Geografi – forhold mellom by og land	25
6	Referanser.....	26
	Vedlegg: Intervju-guide	28

Sammendrag

Teknologitrender i transportsektoren i norsk kontekst

Underlag for strategiarbeid, Transport21 (del 1)

TOI rapport 1671/2018
Forfattere: Björn Klimek, Tale Ørving og Jørgen Aarhaug
Oslo 2018 28 sider

Transisjonsprosessene i norsk transportsektor er omfattende og preget av kompleksitet, dilemmaer og mot-trender. Kompleksiteten kommer fram når en ser på det mangfoldige bildet av aktører og interesser som er involvert i omstillingsprosessen. Mulige dilemmaer kan oppstå med tanke på den sentrale betydningen av datadrevne løsninger og problemstillinger knyttet til personvern og Cyber-Security. Det er også et komplekst bilde knyttet til utvikling og innføring av transportrelaterte teknologier der både nasjonale og internasjonale aktører og løsninger konkurrerer mot hverandre. Mot-trender vil kunne utvikle seg ved at de nye teknologiene ikke nødvendigvis fører til en reduksjon av biltrafikken. Samlet sett vil det også i framtiden være et betydelig forskningsbehov til å forstå denne kompleksiteten.

Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet av Transportøkonomisk institutt på oppdrag fra Norges Forskningsråd. Hovedformålet med rapporten er å gi innspill til oppdragsgiverens strategiprosess Transport21. Transport21 har som formål å utforme framtidig transportforskning. Denne rapporten fremstår som del 1 av et mer omfattende kunnskapsgrunnlag som Forskningsrådet kommer til å bruke i sin strategiprosess. Rapporten samler aktuelle perspektiver fra sentrale representanter i norsk transportsektor. Det har blitt gjennomført 13 intervjuer med totalt 17 informanter fra norsk næringsliv (9), myndigheter og offentlig sektor (4) og norsk transportforskning (5). Intervjuene handlet om transformasjonsprosesser og trender innen transport, og gjenspeiler aktuelle perspektiver rundt kompleksitet, dilemmaer og/eller mulige mot-trender. Forskningsrådet ønsker med dette kunnskapsgrunnlaget å få belyst hva de globale trendene i transportsektoren faktisk kan bety i norsk kontekst.

Rapportens hovedkapittel (kapittel 5: Perspektiver fra sektorrepresentanter) har fokus på å gjengi innspill fra sentrale sektorrepresentanter. Perspektivene som gjengis bygger delvis på Taleenkeltuttalelser, men rapporten setter perspektivene inn i en bredere kontekst. Kapittel 2 gir en innledning til innovasjonsbegrepet og beskriver noen sentrale innsikter fra innovasjonsforskningen rundt kompleksitet og dilemmaer ved større transisjonsprosesser. Kapittel 3 beskriver teknologiene som preger omstillingsprosessene i transportsektoren. Elektrifisering og maritim transport er ikke med i denne gjennomgangen, da disse temaene allerede er dekket gjennom lignende forskningsprogrammer hos Forskningsrådet. Kapittel 4 diskuterer de mest relevante samfunnstrendene i Norge som kan ha betydning for framtidige omstillingsprosesser innen norsk transport. Kapittel 5 gjengir intervjumaterialet og er strukturert etter fire kategorier. Til sammen tillater rapportens struktur å analysere sektorrepresentantenes synspunkter i et bredere perspektiv, knyttet til norsk kontekst (samfunn og økonomi) og integrert i et innovasjonsteoretisk rammeverk. Argumentasjonslinjene til de enkelte kapitlene presenteres nedenfor.

Kapittel 2: Kompleksitet og dilemmaer ved transisjonsprosesser

Innledningsvis kartlegges innovasjonsbegrepet. Innovasjoner kan være inkrementelle (trinnvis videreutvikling) eller radikal-disruptive (erstatning av eksisterende løsninger). Et samlet sett av begge innovasjonsformer og på et høyere makro-nivå kan lede til større omstillingsprosesser som i innovasjonslitteraturen da omtales som transisjon. Dagens digitale omstilling av transportsektoren anses å være en transisjonsprosess som innleder et nytt historisk paradigme. Kapitlet presenterer så fire teoretiske innsikter fra innovasjonsforskningen som bidrar til å forklare kompleksiteten og dilemmaer ved større transisjonsprosesser.

Tabell S1: Kompleksitet og dilemmaer

1	Aktør-nettverk	Transisjonsprosesser er drevet av mange forskjellige (konkurrerende) aktører, både fra FoU, næringslivet og myndighetene, samt det komplekse bildet av nasjonale og internasjonale markedsaktører.
2	Institusjoner og kultur	Det er mulig å avgrense en innovasjonskontekst på basis av forskjellige begivenheter som geografi og topografi, kulturelle aspekter som språk og tradisjon og ikke minst politisk regulering, lovbestemmelser og regelverk. Slike avgrensinger ansees å være institusjonalisert.
3	Ko-evolusjon	Begrepet ko-evolusjon beskriver avhengighetsrelasjoner innenfor det parallelle samspillet mellom omstillingsprosesser i forskjellige sektorer og mellom forskjellige sfærer i samfunnet.
4	Stiavhengighet og lock-in	Begrepet stiavhengighet beskriver historisk framvokste betingelser som preger innovasjon. Det er tidligere utviklingsforløp i en gitt kontekst som i dag gir rammer (mulighetsrom og begrensninger) for omstillinger i transportsektoren. Tidligere veivalg kan i dag begrense mulighetsrom for omstilling (lock-in).

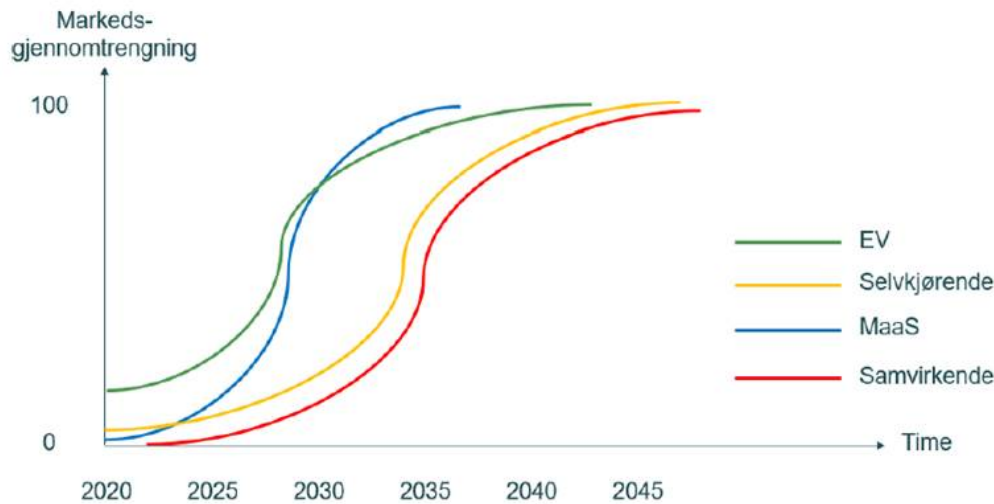
Kapittel 3: Teknologitrender

I kapittel 3 går vi gjennom aktuelle teknologitrender som driver omstillingen i transportsektoren og da med spesielt fokus på *digitalisering*. Som nevnt innledningsvis i sammendraget er ikke teknologitrenden *elektrifisering* inkludert i denne rapporten ettersom elektrifisering er organisert under strategiprosessen EnergiX. Digitalisering kommer til å påvirke transportbehov, transportløsninger, forretningsmodeller og styringssystemer.

Det er i hovedsak tre muliggjørende teknologier som ligger til grunn for de teknologiske innovasjonene i transportsektoren: kunstig intelligens, tingenes internett og stordata. Nye kjøretøykonsepter slik som autonome kjøretøy, intelligent styring og optimal utnyttelse av transportsystemet (TTS-systemer) blir omtalt som teknologiske innovasjoner der digitalisering direkte vil bidra til store endringer i transportsektoren. Digitalisering påvirker transportsektoren på flere ulike måter, både direkte ved å endre måten man kan forflytte personer eller varer på, og indirekte hvordan selve behovet for mobilitet endrer seg. Teknologitrender i transportsektoren handler ikke bare om utvikling av ny teknologi, men også ny anvendelse av eksisterende teknologi. Dette betyr at teknologiutviklingen også har

bidratt til utforming av nye forretningsmodeller slik som bildeling og Mobility as a Service (MaaS). Disse forretningsmodellene vil kunne få stor påvirkning på utformingen av transportsystemet og endre tilbudsstrukturen ved å tilføre helt nye former for transporttjenester.

Ifølge ITS Norway vil markedsgjennomtrengningen av transportteknologiene selvkjørende kjøretøy, MaaS, elbiler og samvirkende ITS ha følgende tidsforløp:



Figur S1: Markedsgjennomtrengning for smart transportteknologi. Kilde: Hovland, 2017 (ITS Norge). Hentet fra (Lunde mfl., 2017).

Kapittel 4: Samfunnstrender

I kapittel 4 ser rapporten på bredere samfunnstrender som påvirker omstilling i transportsektoren. Samfunnet er i endring, og kanskje i raskere takt enn tidligere. Dette påvirker hvordan folk forholder seg til mobilitet og hvilke behov de har. Viktige samfunnstrender som påvirker etterspørselen etter transport er *den demografiske utviklingen, geografi og økonomi, samt klima- og miljø*.

Viktige demografiske endringer er at folk lever lengre, og er friske lengre. Sammen peker dette både i retning av økt behov for individuelt tilpassede reiser, og økt behov for mobilitet generelt. Selv om antallet reiser per person er påfallende konstant over tid, er hvor langt en reiser, og hvilke transportmidler en velger å bruke klart samvarierende med bo- og arbeidssted. De som jobber og bor i by, reiser relativt kort og bruker i stor grad kollektiv-, gang og sykkel. De som bor i forstedene reiser lengre, og bruker gjerne kollektivtransport på arbeidsreiser, men bil på andre reiser, mens de som bor i distriktsområder reiser relativt kort, og kjører enten bil eller går. Hvilke områder som opplever vekst i befolkning og arbeidsplasser, og hvilke områder som opplever stagnasjon eller nedgang, er ikke likegyldig for hva slags transport som blir etterspurt. Videre er det en klar samvariasjon mellom folks velstand og hvor langt de reiser, og da særlig hvor langt de reiser med bil og fly. Økonomisk vekst og fordelingen av denne påvirker derfor hvor mye, og hvilke typer transport som etterspørres. Klimaendringene og lokale miljøutfordringer har en direkte effekt i at de påvirker mulighetsrommet for transport, og en indirekte effekt ved at de påvirker hvilke typer transport som er ønsket. Begge effektene peker i retning av et ønske om mindre transport og mindre utslipp per enhet transport.

Kapittel 5: Perspektiver fra sektorrepresentanter

I kapittel 5 presenterer vi intervjumaterialet som har blitt analysert for dette oppdraget. Et sentralt anliggende med intervjuene har vært å gi innspill fra norsk transportsektor til strategigruppen i Transport21. Perspektivene som presenteres i kapittel 5 baserer seg derfor til dels på enkeltuttalelser, men også på uttalelser som har blitt nevnt jevnt over av sektorrepresentantene. Uttalelsene står for seg selv, men er også satt i en bredere kontekst. På basis av de tre innledende kapitlene (innovasjonslitteratur, teknologitrender og samfunnstrender i norsk kontekst) har vi systematisert intervjumaterialet og etablert fire kategorier. Disse kategoriene uttrykker hovedtrekkene i materialet og disse kategoriene er: parallelle tidslinjer, data i framtidens transportsystem, teknologiutvikling og -innfasing og geografi. Tabell S2 gir en kort oversikt over kategoriene og enkeltuttalelser.

Tabell S2: Perspektiver fra sektorrepresentanter

	Kategori	Enkeltuttalelser
1	Parallelle tidslinjer (omstilling i transportsektoren er preget av forskjellige parallelle prosesser som øker kompleksiteten)	<ul style="list-style-type: none"> • En bruktbilkrise kan oppstå ved innfasing av elbiler, avgifts- og reguleringsystemet må tilpasses • Det er ulike tidshorisonter for teknologiutvikling, utvikling av sosial aksept og tilpasning av politiske institusjoner • Forskning (spesielt deltakelse i EU prosjekter) og næringslivets R&D følger forskjellige tidslinjer
2	Data (Dilemmaer og kompleksitet rundt bruk av data i framtidens transportsystem)	<ul style="list-style-type: none"> • Eierskap til kundedata er et konkurransefortrinn for å kunne utvikle <i>MaaS-løsninger</i>. Datatilgjengelighet vil kunne begrense næringsutvikling i transportsektoren. • Det mangler en helhetlig forståelse for personvern og cyber-security i transportsystemet. Vil utenlandske teknologiselskaper eie transportrelaterte data i Norge? • Forskning har ikke god nok tilgang til data
3	Teknologiutvikling og – innfasing (kompleksitet ved utvikling av egen teknologi og innfasing av utenlandsk teknologi og FoU)	<ul style="list-style-type: none"> • Norge er ledende på autonome skip – ellers vil teknologiske nisjer være viktige for Norge • Europeisk FoU samarbeid for innfasing av utenlandske teknologier • Vi forstår teknologiene, men ikke kompleksiteten som ligger i forretningsmodellene • Standardisering koordinerer teknologiutvikling og hjelper til å holde innovasjonsprosessen åpen
4	Geografi	<ul style="list-style-type: none"> • MaaS og ITS løsninger er så langt egnet for storbyområder • Konesjonslover (og annet regelverk) kan være en barriere for innføring av helhetlige MaaS løsninger • Transisjonsprosessen må være teknologinøytral og det må åpnes for satsninger med regionalt preg

Summary

Transport technologies in a Norwegian context

TØI Report 1671/2018

Authors: Bjørn Klimek, Tale Ørving and Jørgen Aarbaug

Oslo 2018 28 pages Norwegian language

Transition processes in the Norwegian transport sector are extensive and characterized by complexity, dilemmas and counter trends. Complexity emerges when looking at the diverse image of actors and interests involved in the transition process. Possible dilemmas may occur in view of the central importance of data driven solutions and privacy and cyber-security issues. It is also a complex image related to the development and phasing-in of transport-related technologies where both national and international players and solutions compete against each other. Counter trends may develop because new technologies do not necessarily lead to a reduction in car traffic. Overall, there will also be a considerable research need in the future to understand this complexity.

Summary

This report has been written as part of the Norwegian Research Councils (NRC) work with the strategy process Transport21. The main aim of the report is to give input to the participants of the strategy process facilitated by NRC. The work at hand constitutes part 1 of a broader analysis for Transport21 and will be followed by another analysis with focus on transport related business sectors in Norway. The report presents input from informant interviews in the Norwegian transport sector. In total 13 interviews have been conducted and a total number of 17 informants participated during these interviews. The interviews focused on participants from the transport related business community (9), the public sector (4) and Norwegian transport research (5). The informants were asked to reflect current developments in Norwegian transport, to identify complexity during transition processes and possible dilemmas. With this report the NRC asks for a better understanding of the global mobility trends in Norwegian context.

The main chapter of this report (chapter 5: perspectives from sector representatives) is focussing on presenting statements from informants. Those statements are presented as single perspectives, but are also integrated in a broader analytical perspective. In chapter 2 we give an introduction into innovation and transition theories and we there outline possible complexities and dilemmas in transport transitions. In chapter 3 we present current technology trends in global transport. Consider that this report excludes electrification and maritime transport and that the main focus in chapter 3 will be on digitization. In chapter 4 we discuss broader societal trends that will have an impact on transport related transitions in Norway. As mentioned above, in chapter 5 we discuss the main findings from the interviews that have been conducted for this project. Findings from interviews are integrated and summarised on the basis of innovation theories, on definitions of technology trends and on the main socio-economic trends in Norway.

Summary of chapter 2: Complexities and dilemmas of transport transitions

Initially, the concept of innovation is mapped. Innovations can be incremental (stepwise development) or radical disruptive (replacing existing solutions). A broader set of both forms of innovation and at a higher macro level can lead to major conversion processes, which in the innovation literature are referred to as transition. Today's digital transformation of the transport sector is considered to be a transition process that initiates a new historical paradigm. The chapter then presents four theoretical insights from innovation research that help explain the complexities and dilemmas of major transition processes.

Table S1: Complexity and dilemma

1	Actor-network	Transition processes are run by many different (competing) players, from R&D, business and government, as well as the complex image of national and international market players.
2	Institutions and culture	It is possible to outline the context of an innovation based on different subjects such as geography and topography, cultural aspects such as language and tradition, and not least political regulation, legislation and regulations. Such delimitations are considered institutionalized.
3	Co-evolution	The term co-evolution describes dependencies in the parallel interaction between transition processes in different sectors and between different spheres in society.
4	Path dependence and lock-in	The term path dependence describes historical emerging conditions that characterize innovation. There are earlier developments in a given context, which currently provides framework (scope and limitations) for restructuring in the transport sector. Previous decisions in transport may today limit the scope for transition (lock-in).

Summary of chapter 3: technological trends

In chapter 3 we go through current technology trends that drive the transformation in the transport sector, with special focus on digitization. As mentioned initially, the technology trend electrification is not included in this report as electrification is organized under the strategy process EnergiX. Digitization will affect transport needs, transport solutions, business models and management systems.

There are essentially three possible technologies that underpin technological innovations in the transport sector: artificial intelligence, the Internet of Things, and Big Data. New concepts such as autonomous vehicles, advanced management and optimal utilization of intelligent transport system (ITS systems) are referred to as technological innovations where digitization will directly contribute to major changes in the transport sector. Digitization affects the transport sector in several different ways, both directly by changing the way people or goods can move and indirectly by how these trends affect mobility needs. Technology trends in the transport sector are not just about the development of new technology, but also the use of existing technology. This means that technology development has also contributed to the design of new business models such as car sharing and Mobility as a Service (MaaS). These business models could have a major impact on the

design of the transport system and change the offer structure by providing completely new forms of transport services.

According to ITS Norway, the market penetration of transport technologies, self-propelled vehicles (selvkjørende), MaaS, electric vehicles (EV) and collaborative ITS (samvirkende) will have the following time course:

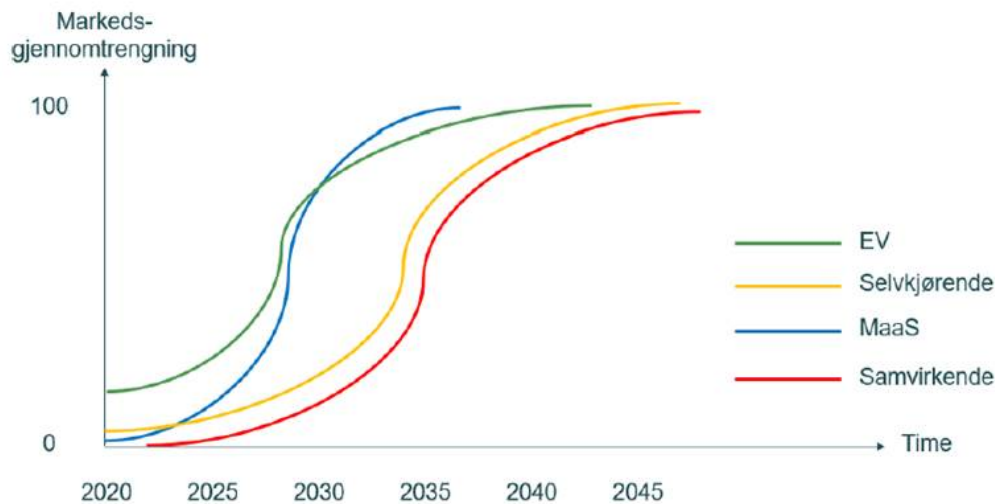


Figure S1: Market take-up for smart transport technologies (Source: Lunde et al., 2017)

Summary of chapter 4: Socio-economic macro-trends

In Chapter 4, the report looks at broader social trends that affect transition in the transport sector. Society is changing, and maybe faster than it has been before. This affects how people relate to mobility and what needs they have. Important social trends that affect the demand for transport are demographic trends, geography and economic development, as well as climate and environment.

Important demographic changes are that people live longer and are healthy longer. Together, this points both towards increased need for individually adapted travel, and increased mobility needs in general. The number of journeys per person is striking constantly over time. Travelling and the transport mode clearly correlate to both living and working places. Those who work and live in cities travel relatively briefly and use largely public transport, walking and cycling. Those living in the suburbs travel longer, and usually use public transport on work trips, but cars on other trips. Those living in rural areas travel relatively short and either go by car or walk. Changes in transport needs have a clear correlation to economic and population growth. Furthermore, there is a clear correlation between people's prosperity and how far they travel, and especially how far they travel by car and plane. Economic growth, and the distribution of wealth affects how much and what types of transport are being demanded. Climate change and local environmental challenges have a direct effect in influencing the possibility of transport and an indirect effect in influencing the types of transport that are desired. Both effects point in the direction of a desire for less transport and less emissions per unit of transport.

Summary of chapter 5: Perspectives from sector representatives

In Chapter 5 we present the interview material that has been analyzed for this project. A key purpose of the interviews has been to provide input from the Norwegian transport sector to the Transport21 strategy group. The perspectives presented in chapter 5 are therefore based partly on individual statements, but also on statements that have been mentioned evenly by sector representatives. The statements stand for themselves, but are also put in a broader context. Based on the three introductory chapters (innovation literature, technology trends and social trends in the Norwegian context) we have systematized the interview material and established four categories. These categories express the main features of the material, and these categories are: parallel timelines, data in the future transport system, technology development and geography. Table S2 provides a brief overview of the categories and individual statements.

Table S2: Perspectives from sector representatives

	Category	Statements
1	Parallel timelines (Transition in the transport sector is characterized by different parallel processes that increase complexity)	<ul style="list-style-type: none"> • A market crisis for used cars may occur when phasing in electric vehicles, the subsidy and regulation system must be adapted. • There are different time horizons for technology development, development of social acceptance and adaptation of political institutions. • Research (especially participation in EU projects) and business R & D follow different timelines.
2	Data (Dilemmas and complexity around the use of data in the future transport system)	<ul style="list-style-type: none"> • Ownership of customer data is a competitive advantage in order to develop MaaS solutions. Data availability may limit business development in the transport sector. • There is a comprehensive understanding of privacy and cyber security in the transport system. Will foreign tech-companies own transport-related data in Norway? • Research does not have enough access to data.
3	Technology development (complexity in developing own technology and phasing-in of foreign technology and R&D)	<ul style="list-style-type: none"> • Norway is the leader in autonomous ships - otherwise, technological niches will be important for Norway. • European R & D cooperation for phasing-in of foreign technologies. • We understand the technologies, but not the complexity of the business models. • Standardization coordinates technology development and helps keep the innovation process open.
4	Geography	<ul style="list-style-type: none"> • MaaS and ITS solutions are so far suited for metropolitan areas. • Concession laws (and other regulations) may be a barrier to the introduction of comprehensive MaaS solutions. • The transition process must be technology neutral and it must be open to initiatives with regional character.

1 Innledning, avgrensning og struktur

Transportøkonomisk institutt (TØI) har på oppdrag fra Norges Forskningsråd (NFR) satt i gang arbeidet med utforming av et kunnskapsgrunnlag for oppdragsgiverens strategiprosess Transport21. Denne rapporten er den første delen av kunnskapsgrunnlaget og fremstår som del 1. TØI vil i samarbeid NFR og deltakerne i strategiprosessen utforme del 2 av kunnskapsgrunnlaget.

Kunnskapsgrunnlaget har som formål «å se på trender, drivere, utviklingsforløp og hvilke aktører som kan bli viktige i fremtidens transportsystem.» Formålet med del 1 er å skissere problemstillinger rundt teknologitrender i transportsektoren generelt, og knyttet til norsk kontekst spesielt. Det endelige kunnskapsgrunnlaget vil gå nærmere inn på utviklingsforløp i norsk transportrelatert næringsliv. I den nå foreliggende del 1 fokuserer vi på å åpne problemstillinger rundt omstillingsprosesser i transportsystemet og presenterer en gjennomgang av de mest aktuelle analysene på feltet i norsk kontekst. Rapporten inneholder også den første delen av analyse materialet. I kapittel 2 formulerer vi mulige utfordringer, kompleksitet og dilemmaer som kan oppstå i sammenheng med større transformasjonsprosesser i transportsystemet. Vi har valgt å utlede og skissere utfordringer og kompleksitet med referanse til innovasjonslitteraturen. Kapittel 2 fungerer dermed som introduksjon til mer teoretiske innsikter rundt større innovasjonsprosesser i samfunnet og samtidig som gjennomgang av mulige dilemmaer, kompleksitet og utfordringer. I kapittel 3 foretar vi en gjennomgang av eksisterende litteratur knyttet til konkrete teknologitrender innen transportsektoren. I kapittel 4 diskuterer vi bredere samfunnstrender som vil komme til å påvirke rammebetingelsene for utforming av fremtidens transportsystem. I kapittel 5 vil vi presentere den første delen av analysen som skal inngå i kunnskapsgrunnlaget. Dette materialet baserer seg på intervjuer med fagekspertene i norsk transportsektor. Hvert kapittel bidrar med kunnskap i seg selv (innovasjon, teknologi, samfunn og eksperter som primærkilde), men argumentasjonslinjen blir tydeligere når en ser disse i sammenheng. Teknologienes betydning kommer fram i kontekst av samfunnstrendene og ekspertenes posisjoner og veivalg kan bedre forstås i sammenheng med innovasjonslitteraturen.

Rapporten skal etter avtale med NFR fungere som et første innspill til strategiprosess Transport21. Analysen utvides i del 2 med fokus på norsk næringsliv. Samlet sett fremstår del 1 som en teoretisk introduksjon og begrepsavklaring og som en gjennomgang av relevant litteratur. Intervjumaterialet som presenteres i del 1 (kapittel 5) gir aktuell førstehåndsinformasjon fra norsk transportsektor som grunnlag for NFRs strategiprosess. Denne rapporten har en mer innledende funksjon for det samlede kunnskapsgrunnlaget. Etter nærmere avtale med NFR er det foretatt noen avgrensninger for dette oppdraget, der både elektrifisering og maritim transport ikke vil inngå i dette kunnskapsgrunnlaget. Årsaken til dette er at det finnes andre, relaterte forskningsprogrammer i NFR som dekker disse områdene.

2 utfordringer, kompleksitet og dilemmaer - Perspektiver fra innovasjonsforskningen

Innovasjons- og omstillingsprosesser er komplekse og usikre. Dette gjelder særlig samferdselssektoren. I dette kapittelet vil vi drøfte noen innsikter fra innovasjonslitteraturen¹ for å kartlegge forskjellige dimensjoner som kjennetegner innovasjonsprosesser i større og mindre skala. Gjennomgangen starter med en kort innføring i noen sentrale begrep fra innovasjonslitteraturen (2.1). Disse skal synliggjøre hvordan forskningen kategoriserer innovasjonsprosesser på forskjellige nivå og spesielt hvordan komplekse systemiske transisjonsprosesser fanges opp med analytiske kategorier. Etter denne begrepsavklaringen skal vi diskutere fire konkrete innsikter fra forskningen som forklarer kompleksitet, mulige dilemmaer og aktør-konstellasjoner i transportrelaterte innovasjonsprosesser (2.2).

2.1 Innovasjonsbegrepet

Det er ikke noen entydig definisjon av begrepet innovasjon, men begrepsparet «inkrementell og radikal innovasjon» brukes til å beskrive divergente prosesser av fornyelse (Fagerberg et al. 2005). Med **inkrementell innovasjon** menes en trinnvis videreutvikling og fornyelse av eksisterende produkter, løsninger og prosesser. Slike trinnvise forbedringer beveger seg innenfor relativ kjente rammer og er derfor preget av lavere usikkerhet og håndterbar risiko. Inkrementelle innovasjoner finner vi for eksempel i store og etablerte industriteknologiske bedrifter som i det daglige videreutvikler sine prosesser og produkter. Med **radikale innovasjoner** menes former for fornyelse som har potensial til å erstatte eksisterende produkter og prosesser. Det er det som ligger i begrepet 'disruptiv innovasjon' som brukes i sammenheng med radikal fornyelse. Slike radikale innovasjoner kjennetegnes av at de ikke bare optimerer etablerte løsninger, men medfører fornyelse utenfor vel implementerte prosesser. Denne karakteriseringen innebærer også at radikale innovasjoner medfører høyere grad av risiko. Vanligvis knyttes start-up-selskaper til mer radikal fornyelse, mens inkrementelle innovasjoner utføres av bedrifter med etablerte markedsposisjoner.

Innovasjonsforskningen foretar også et skille mellom forskjellige analytiske nivåer for å fange opp innovasjon. Inkrementell og radikal innovasjon kan knyttes til innovasjonsutførende aktører som bedrifter eller FoU institusjoner. Omstillingsprosesser i transportsektoren krever derimot et mye bredere og mer komplekst perspektiv. Innovasjonsforskningen snakker derfor i den sammenheng om innovasjons-systemer, sosio-tekniske systemer eller også tekno-økonomiske-paradigmer. Sistnevnte begreper innebærer både inkrementell og radikal fornyelse, men påpeker at innovasjonsprosessene

¹ Vi relaterer til forskningsfronter omtalt som «Science and Technology Studies (STS)» og studier av sosio-tekniske systemer. Noen referanser er: Geels, F. 2005; Jasanoff et al. 1995; Latour, B. 2005; Callon, M. 1998; Kuhn, T. 1996.

spesielt i de grunnleggende infrastrukturektorene (transport, energi, helse, IKT, m.fl.) beveger seg på et høyere system-nivå som ikke kan fanges opp av enkelte løse innovasjoner. Er fokuset på større systemiske omstillinger, så brukes begreper som transisjon eller transformasjon for et samlet sett av innovasjonsprosesser.

Kompleksiteten ved større transisjoner vokser på grunn av parallelle innovasjonsprosesser. Innovasjonsforskningen ser derfor blant annet også på samspill av begge innovasjonsformer, på forutsetningene som ligger til grunn og om og i hvilken grad disse kan knyttes til forskjellige næringslivssektorer. Ser vi på samferdselssektoren så kan det identifiseres mangfoldige parallelle enkeltstående innovasjonsprosesser, av både inkrementell og radikal karakter, som i sin helhet kan føre til fornyelse, disrupsjon og system transisjon.

Tabell 2.1: Inkrementell og radikal innovasjon; system transisjon.

Inkrementell innovasjon	Trinnvis videreutvikling av eksisterende produkter og løsninger, lavere grad av usikkerhet, ofte selskaper med etablerte markedsposisjoner
Radikal 'disruptiv' innovasjon	Innovasjoner som erstatter eksisterende produkter og løsninger, høyere grad av usikkerhet og risiko, ofte start-ups i nisjer uten etablerte markedsposisjoner
System-transisjon / historiske paradigmer	Samspill av inkrementell og radikal innovasjon som i sin helhet over tid fører til større omstillinger av hele sektorer og næringslivet generelt. Historiske paradigmer som industrielle revolusjoner som preger verdensøkonomiens historie, dagens IT baserte paradigme som begynte på 1970/80tallet

Noen forskningsperspektiver² er i tillegg interessert i hvordan globale makro-trender (jf. kapittel 4 om samfunnstrender) påvirker aktiviteter i enkelte innovasjons-nettverk. Som ett eksempel kan det her vises til transportsektorens avhengighet av energiforsyningssektoren. Det vil si, enhver bærekraftig omstilling i transportsystemet må settes i kontekst med energisystemet. Eksempelet viser kompleksiteten når omstilling i forskjellige sub-systemer (næringslivssektorer) foregår parallelt. Tabell 2.2 viser en oversikt over dimensjonene ved analyser av system innovasjoner/ transisjoner.

Tabell 2.2: Aktører og dimensjoner innen innovasjonssystemer.

Aktører og relasjoner/ nettverk	<ul style="list-style-type: none"> - Bedrifter, start-ups, internasjonale selskaper, m.fl. - Universiteter, FoU institusjoner, konsulentselskaper, bedriftsintern FoU, m.fl. - Regjeringssystemet, sivilsamfunnet, interesseorganisasjoner, m.fl. - Konsulentselskaper, finansaktører, standardiseringsaktører, mfl.
Politisk og kulturell kontekst	<ul style="list-style-type: none"> - Politiske institusjoner, lovgivning, regelverk - Rutiner, handlingsmønstre, tradisjoner og normer, teknologiaksept, kunde- og brukeratferd, m.fl.
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Fysisk infrastruktur, næringsstruktur, teknologi - Kunnskapsbase, know-how, strategiske relasjoner - Finansielle ressurser og relasjoner, FoU og innovasjonsrettede støtteordninger, m.fl.

² Spesielt studier av sosio-tekniske systemer arbeider med et såkalt multi-level-perspektiv på innovasjonsprosesser (Geels, 2005).

Kompleksiteten ved omstillingsprosesser i transportsektoren er preget av et samspill mellom bl.a. alternative teknologiske muligheter, mer langvarige omstillinger i politisk regulering og utvikling av en felles konsensus om nye måter å organisere transportsektoren på. Gitt at transportsektoren er knyttet til sine geografiske og topografiske omgivelser, så varierer disse omstillingsprosessene også mellom land, regioner og byer.

Systeminnovasjoner følger dermed oftest ikke en enhetlig løsning, men må sees i sin sosiale kontekst. Teknologier som vokser fram i enkelte sektorer kan på et senere tidspunkt utvikle et stort potensiale i andre sektorer, noe som for eksempel gjelder for IKT løsninger og batteriteknologi. I delkapittel 2.2. utdypes denne diskusjonen.

Verden har opplevd perioder med særlig preg av transformasjon, der både inkrementelle og radikal-disruptive innovasjoner har bidratt til fornyelse og omstilling. På dette - enda høyere - analytiske nivået finner vi innovasjonslitteratur med preg av økonomisk historie. Her ser forskningen for eksempel nærmere på transisjoner mellom industrielle paradigmer (industrielle revolusjoner) (Schumpeter, 1942, Perez, 2003). Dagens innfasing av IKT startet rundt 1970/80-tallet og ansees i den sammenheng å være den fjerde industrielle revolusjonen og dermed som en særegen disruptiv periode i historisk sammenheng. I denne rapporten holdes det fast at dagens transformasjonsprosess, i transport og generelt, ansees å være en stor-skala transformasjonsprosess som innleder et nytt paradigme. Videre skisserer vi noen teoretiske innsikter fra forskningen rundt større innovasjonsprosesser som synliggjør mulige dilemmaer og kompleksitet ved omstilling i transportsektoren.

2.2 Innsikter fra innovasjonsforskningen om kompleksitet og mulige utfordringer for omstillinger i transportsektoren

Innovasjonsforskningen har kommet fram til et mer komplekst bilde som innebærer mulige dilemmaer ved større omstillingsprosesser. Noen av disse skisseres under. Innsikter som kan trekkes fram i sammenheng med større transisjonsprosesser er: 1) aktør-nettverk, 2) systemtransformasjon som ko-evolusjon, 3) betydningen av institusjoner og kultur og 4) stivhengighet og lock-in effekter. Tabell 2.3 under gir en oversikt med en kort skisse av betydningen for norsk transportsektor.

2.2.1 Aktør-nettverk

Med aktør-nettverk (Latour, 2005) mener vi her i all hovedsak at større transisjonsprosesser er drevet av mange forskjellige aktører, både fra FoU, næringslivet og myndighetene, samt det komplekse bildet av nasjonale og internasjonale markedsaktører. Det er mange (også konkurrerende) aktører som er involvert i prosessen fra tidligfase-forskning til markedsintroduksjon og videre til fullskala-implementering. Denne kompleksiteten er enda større når vi ser på transportsektoren. Noen av de mest sentrale teknologiske trendene utvikles utenfor Norge. Teknologiutformingen skjer i liten grad av norske aktører, med unntak for autonom skipsfart. Dette kan være et dilemma for norsk forskning, lokale aktører og utforming av det framtidige transportsystemet i Norge.³ Det vil likevel også være norske innovasjons-aktør-nettverk som vil prege overføring og implementering av de globale teknologiene. En fullskala implementering av ny infrastruktur og transportsystemer vil kreve at disse utformes tilpasset til og i samarbeid med lokale aktører. Det kan dermed bli avgjørende hvordan man kan klare å tilpasse teknologiene til norske forhold. Norges

³ Her bygger vi på våre intervjuer gjennomført med aktører i norsk transportsektor.

erfaring med elektrifisering kan i den sammenheng kanskje fremstå som et eksempel.⁴ Dermed vil aktør-nettverk i Norge spille en betydelig rolle i å oversette de globale teknologitrendene inn i en norsk kontekst.

Et aktør-nettverk-perspektiv på system-transisjoner innebærer også et element av konkurranse der forskjellige idéer, forretningsmodeller og teknologiske løsninger står mot hverandre. Dette innebærer også nettverkens evne til å konkurrere om forståelser og sosial aksept, kapitaltilførsel og tilpasning av politikk og regelverk, også i forhold til alternative og konkurrerende anvendelser. Forskningen ser i den sammenheng også på maktstrukturer som er knyttet til enkelte aktør-nettverk. Det er en potensiell risiko for at resurssterke nettverk vil ha mulighet til å fremme egne løsninger til fordel for innovasjoner som vokser fram i nettverk med svakere ressurser. Et mulig dilemma ligger i at usikkerheten i tidlig-fase transisjonsprosesser er høy, og mulige forsknings- og innovasjonsincitamentene kan stå i fare for å utelukke nisje-innovasjoner med stort potensial.

Det som er et helt nytt fenomen er forandring i konsumentenes rolle som deltakende aktør i verdiskapningsprosessen. Begrepet *prosumer* kombinerer de to engelske ord *provider* (tilbyder) og *consumer* (konsument) og påpeker at dagens forretningsmodeller innen transport (og energi) også kan gjøre konsumenten til en tilbyder av en transporttjeneste. Det norske start-up selskap Nimber kan nevnes som et eksempel. Nimber er en nettbasert plattform hvor privatpersoner kan tilby å frakte pakker eller gjenstander langs visse strekninger. Den aktive prosumer blir her en aktiv del i forretningsmodellen og bidrar til verdiskapning. Et aktør-nettverk utvides her i betydelig grad og fører til nye interessekonstellasjoner. Innovasjonsforskningen betegner slike forretningsmodeller som *value-co-creation* (felles verdiskapning). I sammenheng med transisjonsprosesser innen norsk transport kan en forvente økende kompleksitet mellom aktører innad i Norge og i relasjon til utenlandske selskaper og FoU trender.

2.2.2 Institusjoner og kultur som kontekst og ramme

Omstillingsprosesser som innfasing av ny teknologi, nye forretningsmodeller eller endringer i bruksmønstre finner alltid sted i en gitt kontekst. Med kontekst menes i utgangspunktet regioner, land eller flernasjonale enheter, som for eksempel nordisk samarbeid eller EU. Det er mulig å avgrense en innovasjons kontekst på basis av forskjellige begivenheter som geografi og topografi, kulturelle aspekter som språk og tradisjon og ikke minst politisk regulering, lovbestemmelser og regelverk. Slike avgrensinger ansees å være institusjonalisert. I forskningen snakker en om myke og harde institusjoner. Kulturelle aspekter som kan påvirke omstillingsprosesser i transportsektoren kan være livstil, utdanningsnivå, økonomiske ressurser, tradisjoner og bosettingsmønstrene (jf. kapittel 4 om samfunnstrender). Disse kalles myke institusjoner. Harde institusjoner derimot henviser til lover og bestemmelser, konkret regulering av transportsektoren eller fiskale incitamentene til å regulere transport i samfunnet. Stor-skala omstillingsprosesser i transportsektoren varierer derfor med den regionale konteksten. Tar vi for eksempel den globale mega-trenden *autonomi* (jf. kapittel 3 om teknologi), så kan det sies at enhver implementering i lokal kontekst (et byområde i Norge) vil være avhengig og betydelig formet av sin institusjonelle (men også infrastrukturelle) kontekst. Det er med andre ord altså relativt individuelle utviklingsforløp (stikkord stivhengighet under) som preger innovasjonsprosesser innen transportsektoren og som følge av dette også økende kompleksitet. I kunnskapsoverføring eller implementering av ny teknologi, kan de institusjonelle rammebetingelsene føre til barrierer eller dilemmaer. Som et eksempel kan

⁴ Her bygger vi på våre intervjuer gjennomført med aktører i norsk transportsektor.

det vises til teknologier som muliggjør autonom transport. Disse vil i all hovedsak være data-drevne og har i den forstand også betydning for utforming av personvern og cybersikkerhet etter norske (institusjonaliserte) lovbestemmelser. Et mulig scenario kan tenkes å være at utenlandske teknologiselskaper i stor grad vil kunne få tilgang og eierskap til norske transport-relaterte data. Aktuell utvikling for eksempel knyttet til digitale kommunikasjonsplattformer (for det meste amerikanske og kinesiske teknologiselskaper) viser seg i hvert fall delvis å være i strid med europeisk personvern (harde institusjoner) og befolkningens generelle oppfatninger om hvordan deres data skal håndteres (myke institusjoner).⁵ Et annet relatert eksempel kan være Norges bosettingsmønster med fokus på distriktsutvikling og lange avstander mellom sentrene. Mye tyder på at morgendagens intelligente transportsystemer (Mobility as a Service, shared mobility, osv.) vil fungere best i urbane områder med høy etterspørsel. Denne problemstillingen eksemplifiserer hvordan et historisk utviklingsforløp og institusjonalisert kontekst kan påvirke innfasing av ny teknologi. Vi kommer tilbake til det under stikkordet 'stivhengighet' under.

Kompleksiteten i prosessene beskrevet ovenfor kan også forventes å øke pga. administrativ flernivåstyring (multi-level-governance), et begrep som i statsvitenskapen brukes til å beskrive politikktutforming på ulike administrative nivå. Et godt eksempel her er Norges forhold til EU som er regulert i EØS avtalen og som også inkluderer transportrelaterte aspekter. Et annet eksempel innad i Norge er den administrative forvaltningen av veinettet gjennom Statens vegvesen med både nasjonal og regional forvaltningsstruktur (Ravlum, 2005). Ser vi på i) det totale bildet av politisk styring på forskjellige nivå, som også skal gjenspeile demokratisk legitimitet; ii) forhold mellom internasjonale teknologitrender og -selskaper, den institusjonelle konteksten i Norge, og iii) de brede konkurrerende innovasjonsprosessene i norske aktør-nettverk, så blir det tydelig at det å sette transportteknologier i lokal kontekst innebærer et bredt spekter av alternative utviklingsforløp, samt konfliktpotensial og begrensede dilemmaer.

2.2.3 System-transisjon som kompleks ko-evolusjon

Begrepet ko-evolusjon beskriver avhengighetsrelasjoner innenfor det parallelle samspillet mellom omstillingsprosesser i forskjellige sektorer og mellom forskjellige sfærer i samfunnet. Større transisjonsprosesser, som i vårt eksempel for transportsektoren, omfatter flere sektorer og grupper i samfunnet. Det mest nærliggende eksempelet for bærekraftig omstilling i transportsektoren er åpenbart samspillet mellom energiforsyningssystemet og elektrifisering av transport. Et annet relevant eksempel kan være samspillet mellom IKT-løsninger, sett på som en egen næringsgren, og implementering av data-drevne intelligente transportsystemer. I innovasjonslitteraturen snakkes det om ko-evolusjonsprosesser, som avhengighetsrelasjoner, i situasjoner der større omstillingsprosesser krever et samspill og styring på tvers av enkeltsektorer. Eksemplene nevnte ovenfor viser at dagens omstilling i transportsektoren krever en bredere forståelse også av påvirkning fra relaterte sektorer. Kompleksiteten vokser ved at ko-evolusjonsprosesser krever forståelse for den institusjonaliserte konteksten (se 2.2.2 over) og de involverte aktør-nettverkene (se 2.2.1 over) til for eksempel energiforsyningssystemet eller IKT-næringen. I transportrelaterte ko-evolusjonsprosesser kan det i den forstand også oppstå omstillingsbarrierer eller dilemmaer som ligger utenfor transportsektorens aktør-nettverk. Innovasjonsforskningen tar derfor for seg det komplekse samspillet mellom parallelle omstillingsprosesser i relaterte sektorer. Ko-evolusjon foregår ikke bare mellom næringssektorer, men også mellom forskjellige sfærer i samfunnet, som for eksempel kunnskaps- og universitetssystemet, bruker- og

⁵ Her bygger vi på våre intervjuer gjennomført med aktører i norsk transportsektor.

konsumentvaner, industrisektorer, finansinstitusjoner og ikke minst den politiske sfæren som tilpasser reguleringene knyttet til dette samspillet. Også i den sammenheng eksisterer det avhengighetsrelasjoner ved at for eksempel intelligente transportsystemer samtidig krever teknologiske innovasjoner, løsninger for person- og datavern, nye og fremvoksende næringslivssektorer og brukere og konsumenter som er villige og i stand til å ta i bruk de nye mulighetene i større skala. Ko-evolusjonstanken i innovasjonslitteraturen brukes til å forstå parallelle omstillingsprosesser som det komplekse samspillet mellom teknologi og sosiale aspekter.

2.2.4 Innovasjon som stivhengig prosess / lock-in effekter

Gjennomgangen over skisserer noen generelle innsikter fra innovasjonsforskningen som i all hovedsak hjelper til å kartlegge kompleksiteten som kan oppstå pga. forskjellige involverte aktører, regionale eller nasjonale begivenheter (kontekst) og avhengighetsrelasjoner mellom sektorer og samfunnsområder. En åpenbar konklusjon for omstillingsprosesser i norsk transportsektor (som i alle øvrige sektorer og land) er dermed at disse ikke følger en enhetlig linje, men at det er stor variasjon. Selv om mega-trenden *autonomi* baserer på noen grunnleggende teknologier (jf. kapittel 3 om teknologi), så er det stor lokal variasjon i utforming og implementering. I hvilken grad, og på hvilken måte, det vil være mulig å innfase nye transportteknologier avhenger dermed av lokale forhold i byer, regioner og land. Det er med andre ord tidligere utviklingsforløp i en gitt kontekst som i dag gir rammer (mulighetsrom og begrensninger) for omstillinger i transportsektoren. Det er historisk framvoksnede betingelser som ligger bak begrepet stivhengighet. Dette begrepet brukes ved flere anledninger i samfunnsforskningen til å relatere aktuelle problemstillinger til tidligere utviklingsforløp (Pierson, 2000; Mahoney, 2000). For å kunne forstå dagens mulighetsrom for innovasjoner innen norsk transportsektor, så kan vi relatere til tidligere sekvenser i utformingen av transportsystemet i norsk kontekst. Om og i hvilken grad det vil være mulig å implementere intelligente transportsystemer er da for eksempel avhengig av det historisk utviklede veinettet, byenes infrastruktur, bosettingsmønstrene eller et lands næringsstruktur. Slike kontekstuelle betingelser har blitt utviklet i lang tid før en kunne tenke på intelligente data-drevne transportsystemer. Likevel påvirker slike utviklingsforløp i dag mulighetsrommet og begrensninger for innfasing av slike teknologier. Det er derfor innovasjonsforskningen ser på likhetstrekk og variasjon ved større transisjonsprosesser. Disse er stivhengige og varierer etter kontekst. Med tanke på tidligere utviklingsforløp og mulige begrensninger, beskriver begrepet lock-in situasjoner hvor det kan være vanskelig å implementere en transisjon (for eksempel autonomi) i en gitt kontekst. Et spredd bosettingsmønster som i Norge kan for eksempel tenkes å ha begrensende effekter på utforming av *shared-mobility* eller mobilitetstjenester som for tiden ser ut å være best tilpasset urbane områder.⁶ Tabell 2.3 samler diskusjonen ført i dette delkapittelet.

⁶ Her bygger vi på våre intervjuer gjennomført med aktører i norsk transportsektor.

Tabell 2.3: Kompleksitet og dilemmaer ved større omstillings- og innovasjonsprosesser.

Innsikt fra innovasjonslitteraturen	Utfall / betydning	Eksempler for norsk transport
Aktør-nettverk	<ul style="list-style-type: none"> - Kompleksitet mellom aktører og interesser - Maktrelasjoner mellom enkeltaktører - Langvarige prosesser for konsensutvikling 	<ul style="list-style-type: none"> - Innen- og utenlandske aktører bak transportrelaterte innovasjoner i Norge - Nye plattformbaserte forretningsmodeller skaper nye aktør-nettverk i transport - Håndtering av motsatte interesser (f.eks. by-land)
Institusjoner og kultur	<ul style="list-style-type: none"> - Politisk/geografisk kontekst (regioner, stater, EU, int. organisasjoner) påvirker utforming av innovasjoner - Politisk-administrative prosesser på forskjellige nivå (regionalt, nasjonalt, europeisk) 	<ul style="list-style-type: none"> - Innovasjoner i transport-systemet kan ikke kopieres, men må tilpasses lokalt - Tversektoriell politisk regulering må tilpasses (f.eks. vil cybersecurity påvirke ITS-systemer) - Utenlandske tech-selskaper må forholde seg til norsk lovgivning
Ko-evolusjon	<ul style="list-style-type: none"> - Kompleksitet og avhengighetsforhold - Parallele innovasjoner i sub-systemer (energi, transport, IKT, m.fl.) - Parallele omstillinger i forskjellige samfunnsområder (utdanning, livstil, økonomi, m.fl.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Parallele innovasjoner i multimodale transport-systemer øker kompleksitet - Omstilling f.eks. i Norges energi- og/eller IKT-systemer påvirker omstilling i transportsektor
Stiavhengighet og lock-in	<ul style="list-style-type: none"> - Transisjonsprosesser følger sammenhengende sekvenser - Tidligere veivalg/ avgjørelser påvirker mulighetsrommet i dag - Tidligere veivalg kan utelukke/ begrense konkrete innovasjoner i dag (lock-in) 	<ul style="list-style-type: none"> - Norges bosettingsmønstre påvirker f.eks. ITS-implementering - Infrastruktur (vei, bane, luftfart) påvirker dagens omstilling

Avslutningsvis kan vi oppsummere at mulige scenarier for framtidig transport i Norge også vil variere i norsk kontekst og må forstås i sammenheng med aktør-nettverk i Norge, med Norges næringsstruktur, med politisk regulering og geografiske og topografiske forhold. Utvikling av framtidsscenarier for norsk transportsektor må relateres til slike rammebetingelser og må også ta hensyn til tidligere utviklingsforløp. Den norske transportsektorens transisjonsprosess er stiavhengig og det vil være avgjørende å identifisere mulighetsrommet og begrensede faktorer i det komplekse samspillet skissert over.

3 Teknologitrender i transportsektoren - digitalisering

Teknologiutviklingen i transportsektoren har vært i rask endring de siste årene, spesielt innenfor elektrifisering og digitalisering. I denne rapporten vil vi innenfor teknologitrender legge vekt på digitalisering, ettersom elektrifisering er tema i Energi21 som nevnt innledningsvis.

Fremtiden blir ofte beskrevet som digital, og digitalisering blir beskrevet som mer enn kun teknologi. Lunde mfl. (2017) forklarer begrepet digitalisering på følgende måte:

...en utviklingstrend der avanserte algoritmer og raske prosessorer utnytter store datamengder til styring eller automatisering (ofte i sanntid), som kan gi grunnlag for nye måter å løse oppgaver på.

Digitalisering påvirker transportsektoren på flere ulike måter, både direkte ved å endre måten man kan forflytte personer eller varer på og indirekte hvordan selve behovet for mobilitet endrer seg. Digitalisering vil påvirke transportbehov, transportløsninger, forretningsmodeller og styringssystemer (Lunde mfl., 2017).

Teknologitrender i transportsektoren handler ikke bare om utvikling av ny teknologi, men også ny anvendelse av eksisterende teknologi. Dette betyr at teknologiutviklingen også har bidratt til utforming av nye forretningsmodeller som skaper egne og nye løsninger basert på eksisterende teknologi. Disse nye forretningsmodellene har ikke i seg selv utviklet betydningsfull ny teknologi, men allikevel får de stor påvirkning på transportsektoren. Eksempler på dette er ulike bildelingskonsepter (Lunde mfl., 2017).

I dette kapitlet vil vi først si noe om de teknologiske innovasjonene innenfor digitalisering som er og vil bli fremtredende i transportsektoren. Deretter vil vi beskrive hvilke organisatoriske trender/forretningsmodeller disse teknologiske innovasjonene muliggjør.

I dette kapitlet baserer vi oss hovedsakelig på følgende rapporter:

- *Samfunnstrender og ny teknologi* (Aarhaug mfl., 2018), TØI rapport utført på oppdrag fra NTP-sekretariatet
- *Teknologitrender som påvirker transportsektoren* (Bakken mfl., 2017b), SINTEF rapport.
- *Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet - En litteraturstudie* (Østli mfl., 2017), TØI rapport
- *Trafikverkets Omvärldsanalys 2018* (Hårskog mfl., 2018) Rapport fra Trafikverket, Sverige.
- *Mobilitet for fremtiden* (Kristensen mfl., 2018) Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Danmark.

Nye kjøretøykonsepter (slik som autonome kjøretøy), intelligent styring og optimal utnyttelse av transportsystemet (ITS-systemer) blir i flere av disse rapportene omtalt som teknologiske innovasjoner der digitalisering direkte vil bidra til store endringer i transportsektoren. Disse teknologiske innovasjonene vil derfor være fokus i dette kapitlet. SINTEF-rapporten *Teknologitrender som påvirker transportsektoren* tar også for seg den teknologiske infrastrukturutviklingen innen transportsektoren, slik som for eksempel Hyperloop. SINTEF-rapporten beskriver derimot utviklingen innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi som de teknologiene som i størst grad vil påvirke fremtidens

transportsystem, eksempelvis ny sensorteknologi, tingenes internett, kunstig intelligens og samvirkende ITS (Bakken mfl., 2017b).

Når det gjelder forretningsmodeller tar vi i dette kapitlet utgangspunkt i Mobility as a Service (MaaS) og bildeling. Disse forretningsmodellene vil kunne få stor påvirkning på utformingen av transportsystemet og endre tilbudsstrukturen ved å tilføre helt nye former for transporttjenester (Aarhaug mfl., 2018).

3.1 Digitalisering -Teknologiaspektet

Store teknologiske innovasjoner som nye kjøretøykonsepter (autonome kjøretøy) og ITS-systemer er sammensatt av flere muliggjørende teknologier. Vi starter derfor dette delkapitlet med en kort beskrivelse av slike muliggjørende teknologier for deretter å gå mer i dybden på de teknologiske innovasjonene og hvilken betydning disse kan ha for transportsektoren.

3.1.1 Muliggjørende teknologier

Det finnes mange muliggjørende teknologier som er med på å påvirke fremtidens transportsystem. Spesielt tre teknologier vil få stadig økt betydning i transportsektoren fremover, nemlig kunstig intelligens, tingenes internett og stordata. Definisjonen på disse teknologiene er gitt i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Definisjoner på muliggjørende teknologier: kunstig intelligens, tingenes internett og stordata. Kilde definisjoner: Store Norske leksikon <https://snl.no/>

Muliggjørende teknologier	Definisjon
Kunstig intelligens og kognitiv teknologi (Artificial Intelligence, AI)	Datasystemer som er «intelligente» i den forstand at de er i stand til å løse problemer og lære av egne erfaringer.
Tingenes internett (Internet of things, IoT)	Infrastrukturen til informasjonssamfunnet, hvor et stort antall fysiske enheter (ting) kommuniserer med hverandre og med internett.
Stordata (Big data)	Teknologi og analysemetodikk knyttet til datamengder som er for store, for mangeartede og for ustrukturerte til at man kan benytte tradisjonelle teknikker for å hente ut informasjon.

De tre muliggjørende teknologiene henger sammen med hverandre på flere måter. Tingenes internett er som eksempel et sentralt begrep når det er snakk om stordata. Stordata er summen av store mengder strukturerte og ustrukturerte data og fra mange ulike kilder deriblant fra ting som er koblet opp mot internett. Dette går begge veier ved at alle ting som er på internett kan knyttes sammen nettopp ved hjelp av data. *Tingenes internett* består av små eksiterende ting som er bredt distribuert, med begrenset lagring og prosesseringskapasitet. Dette fører til bekymring knyttet til pålitelighet, ytelse, sikkerhet, og personvern. Tingenes internett fungerer mest optimalt i kombinasjon med stordata og skybaserte databehandlingsløsninger (Cloud computing). Skytjenester har nesten ubegrenset kapasitet når det gjelder lagring og prosessorkraft. Et nytt IT-paradigme er spådd til å bli en kombinasjon av disse teknologiene (Botta mfl., 2016). En videreutviklet variant av tingenes internett er Cyber-Physical Systems (CPS) som kobler den fysiske og den digitale verden sammen for å kunne overvåke og styre fysiske prosesser. Tingenes internett vil bli en stadig viktigere teknologi for fremtidens transportsystemer både ved å legge til rette for de nevnte teknologiene Cyber-Physical systems, automatisering og

datafangst, og for operasjonaliseringen av selve transportsystemet (Bakken mfl., 2017a). *Stordata* handler i hovedsak om hvordan informasjon fra interne og strukturerte datakilder kan kombineres med ustrukturert informasjon for å skape verdifull informasjon. Hovedgrunnen til fremveksten av stordata-konseptet er at det har blitt utviklet teknologi som kan samle inn og lagre enorme datamengder raskt og kostnadseffektivt. Det er derimot riktige analyser av disse datamengdene som er verdiskapningen i teknologikonseptet, ikke innsamlingen av stordata i seg selv (Andersen og Bakkeli, 2015).

3.1.2 Teknologiske innovasjoner

Autonome transportmidler

Automatisering handler i denne sammenhengen om at transportmidlene blir selvkjørende og er muliggjort av teknologiene beskrevet over. Bak økende grad av automatisering ligger blant annet utviklingen av kunstig intelligens. Tingenes internett blir stadig viktigere og utvikler seg i takt med at sensorer blir stadig mindre, bedre og billigere. Det vil bli flere og flere enheter som kan utstyres med sensorteknologi og etablere seg et stadig tettere tingenes internett-system. Dette forventes å ta ytterligere fart med utviklingen av 5G-nett. Teknologien har allikevel den utfordringen at den ikke er like tilgjengelig på avsidesliggende områder med dårlig telenettdekning. Denne sensorteknologien må kommunisere og mengden data og informasjon øker i et raskt tempo. Stordata på sin side blir viktig i utformingen av autonome transportmidler og hvordan disse kan integreres for å oppnå nasjonale mål om å effektivisere transportsystemet. (Bakken mfl., 2017a).

Per i dag er det luftfarten som har kommet lengst på dette området med avanserte autopiloter og landingsassistansesystemer. Selvkjørende skinnbaserte systemer har vært i drift siden 1980-tallet. Eksempler inkluderer Københavns metro. Det forventes også at automatisering introduseres i stor skala for rutegående kollektivtransport og drosjetjenester, hvor kostnadsbesparelsene vil kunne bli store. Når det kommer til autonome skip ligger Norge i tet i utviklingen (Aarhaug mfl., 2018).

Utviklingen innen autonome kjøretøy på vei har også gått fort de siste årene. En forklaring på dette er at kunstig intelligens utvikler seg raskt og nå kan erstatte sjåfører gjennom selvlærende og såkalte kognitive algoritmer. Utviklingen de siste årene har ført til at flere kjøretøyprodusenter sier at de vil lansere autonome kjøretøy på nivå 4-5 (fullautomatisering) på markedet i begynnelsen 2020-årene (Hårskog mfl., 2018). En økt utbredelse av autonome kjøretøy kan øke etterspørselen etter bilbasert transport og påvirke transportmiddelfordelingen. Selvkjørende kjøretøy kan som eksempel øke attraktiviteten av å benytte bil til pendling og andre reiser. Samtidig gir selvkjørende biler tidligere «ikke-brukere» muligheten til å benytte bil som fremkomstmiddel. Denne effekten avhenger i stor grad av utformingen av et selvkjørende biltilbud. Dersom full-autonome kjøretøy blir benyttet innenfor et bildelingstilbud eller Mobility as a Service-tilbud der bil blir brukt i tilknytning til eksisterende kollektivtrafikk kan utviklingen gå i retning av mindre bilbruk (Østli mfl., 2017).

Autonomi og gods

Selvkjørende lastebiler er per dags dato i operasjonell drift i havner og andre lukkede områder, og i 2016 ble de første førerkontrollerte testkjøringene med selvkjørende lastebiler utført på offentlige veier. Det er svært få og varierte antagelser på når førerløse lastebiler vil være tilgjengelige på markedet, og hvor raskt markedsinntrengningen vil skje. Innfasingen vil kunne skje raskere for selvkjørende lastebiler enn selvkjørende personbiler fordi mye av transporten forgår over lange avstander og på større veier. Selvkjørende lastebiler vil da være mindre komplisert og kostnadsbesparelsen (spesielt sjåførkostnaden)

er et stort insentiv. 'Platooning' med elektrisk sammenkobling av lastebiler er et steg på veien til førerløse lastebiler. Autonom distribusjonstransport derimot ligger lenger frem i tid enn autonom langtransport, men det eksisterer i dag alternative autonome distribusjonsløsninger slik som selvkjørende roboter og droner. Autonome skip på den andre siden utvikles allerede av flere fabrikanter og bransjen ser stort potensial i dette (Kristensen mfl., 2018). Autonome skip kan få mye å si for godstransport fordi mulighetene for ubemannede skip gjør at bruk av flere og mindre skip blir mer konkurransedyktige. Dette gir mer fleksibilitet og mulighet for å benytte klimavennlig teknologi. Denne utviklingen vil nok kreve at havnene må utstyres med avansert teknologi som for eksempel posisjonsgivere, systemer for automatisk fortøyning, lasthåndtering og lademuligheter (Lunde mfl., 2017).

Autonome transportmidler har potensial til å effektivisere forflytningen av mennesker og gods og bidra til et skifte mot et mer bærekraftig transportsystem. For å sikre at bruken av denne teknologien bidrar til å oppnå nasjonale transportpolitiske mål vil det være nødvendig med styring fra offentlig sektor. I utviklingen av kunstig intelligens og et automatisert transportsystem vil også sikkerhet og personvern være spesielt viktig å vurdere. Behovet for beskyttelse av private data øker i takt med mer automatisering og deling av informasjon (Hårrskog mfl., 2018).

Intelligente transportsystemer-ITS

Intelligente transportsystemer blir definert på følgende måte:

Intelligente transportsystemer, ITS, er systemer og tjenester hvor informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) anvendes innen transportsektoren (Nasjonal transportplan 2018 – 2029)(Samferdselsdepartementet, 2017). Intelligente transportsystemer, ITS, er fellesbetegnelsen for alle typer teknologi og datasystemer som vi bruker i transportsektoren (Statens Vegvesen, 2018).

Stadig mer informasjon og data skaper et behov for forbedret kommunikasjonsteknologi med sterkere databehandlingskraft. Denne teknologien fungerer igjen som en driver for større datamengder. Dette legger til rette for samvirkende ITS og konnektivitet som er med på å knytte transportsystemene sammen (Bakken mfl., 2017a).

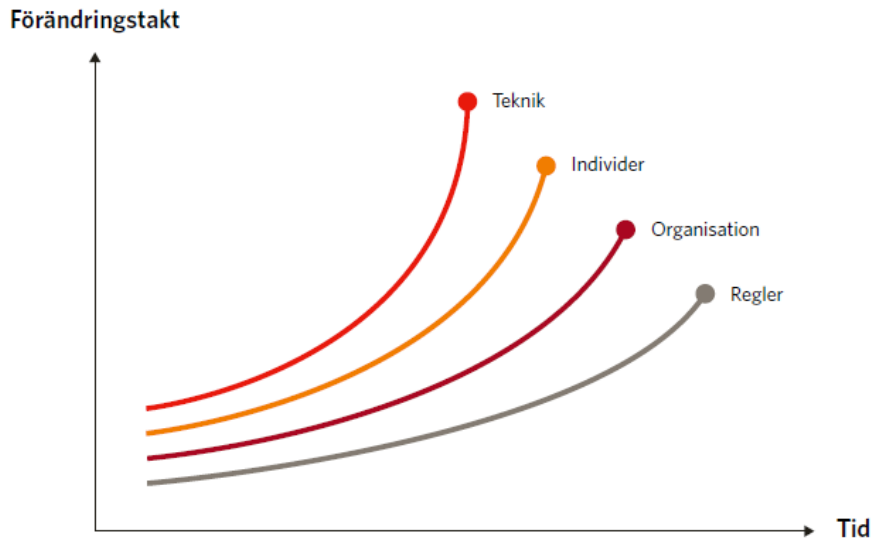
Samvirkende ITS er teknologi som utnytter effektiv datautveksling mellom kjøretøy og mellom kjøretøy og veg (utstyr langs vegen og baksystemer) (Statens Vegvesen, 2018).

Samvirkende ITS er sammenkoblingen mellom IKT-systemer installert i bl.a. kjøretøy og infrastruktur og brukerne av disse systemene. Konnektivitet beskriver et transportsystem der transportmidlene alltid er på nett, og kommuniserer med hverandre og med infrastrukturen. Konnektivitet gir mulighet for bedre kobling mellom transportsystem og brukere. Samvirkende ITS er en teknologisk innovasjon som kan få stor betydning for koordineringen av transportsystemet og gi effekter på kapasitetsutnyttelsen, effektiviteten og sikkerheten i transportsystemene. ITS krever både ny fysisk og digital infrastruktur (Aarhaug mfl., 2018, Lunde mfl., 2017).

Motkrefter til teknologiske innovasjoner

Det stilles større og større krav til håndtering av informasjonssikkerhet og personlig integritet, og det er et raskt økende behov for utvikling av regelverk og standardisering. Ulykker med selvgående kjøretøy og frykt for at noen tar over kontrollen på kjøretøyet kan påvirke folks aksept for automatisering i veitransportsystemet. Vanskeligheter med å håndtere trafikk med ulike grader av automatisering kan bidra til å øke denne frykten. Disse aspektene kan begrense bruken av den økende mengden informasjon i transportsystemet og påvirke innføringen av nye tekniske løsninger. En annen faktor som kan påvirke utviklingen innen teknologi er ulikheten i endringstakten mellom ny teknologi, individer,

organisasjoner og lovverk. En tendens er at teknologien som muliggjør digitalisering har en eksponentiell endringshastighet. Enkeltpersoner tar i bruk teknologi raskt, mens tilpasninger hos organisasjoner og regulatoriske endringer går langsommere, og påvirker dermed evnen til å utnytte mulighetene til teknologi fullt ut. Dette er illustrert i Figur 3.1 (Hårskog mfl., 2018).



Figur 3.1. Endringstakt for teknologi som muliggjør digitalisering, samt hvor raskt individer, organisasjoner og lovverk tilpasser seg denne teknologien. Hentet fra (Hårskog mfl., 2018).

3.2 Forretningsmodeller muliggjort av digitalisering

Som nevnt innledningsvis kan bruk av digitale verktøy skape nye former for forretningsmodeller som vil få stor betydning for transportsektoren til tross for at selve teknologien ikke er ny. Videre kan utviklingen av teknologi i seg selv legge til rette for nye forretningsmodeller. For eksempel kan autonome kjøretøy med utviklet sensorteknologi muliggjøre nye former for bildeling som ellers ikke hadde vært mulig. Shared-mobility i transportsektoren er et eksempel der ny anvendelse av eksisterende teknologi ved utarbeidelse av nye digitale løsninger gir opphav til helt nye måter å tenke og utføre mobilitet på. Shared-mobility som trend går ut på en endring i fokus fra å eie til å leie. I hovedsak dreier det seg om nye forretningsmodeller som kobler tilbydere og etterspørere uten fysiske mellommenn. Det er flere spørsmål knyttet til bildelingens rolle i transportsystemet. Delingstjenester har et stort potensial for å effektivisere transportsystemet og være med på å frigjøre veikapasitet. Dette fordrer at tjenesten ikke blir en direkte konkurrent til eksisterende kollektivsystem, men kan benyttes i kombinasjon med disse. Dersom tilbudet kun blir benyttet av tidligere «ikke-brukere» av bil vil det føre til økende andel bilister. Større utbredelse av slike tilbud gjør løsningen mer effektiv og attraktiv for de reisende (Østli mfl., 2017).

En annen forretningsmodell som er muliggjort av nyutviklede digitale løsninger er *Mobility as a Service* også kjent som MaaS. MaaS er en alternativ måte å formidle transport på. I stedet for å se på transportmidlene som individuelle produkter, ser en på mobilitet som en integrert tjeneste. Dette kan gjøres på flere ulike måter. Fellesbetegnelsen er at den reisende i stedet for å forholde seg til en rekke aktører som utfører transport, eller tilgjengeliggjør transportmidler, forholder seg til en mobilitetstilbyder. Denne mobilitetstilbyderen fungerer som et mellomledd mellom den reisende og tilbyderne av transport. Fordelen med en slik løsning er at reisebeslutningene kan frikobles fra transportmiddelvalg (Aarhaug mfl., 2018).

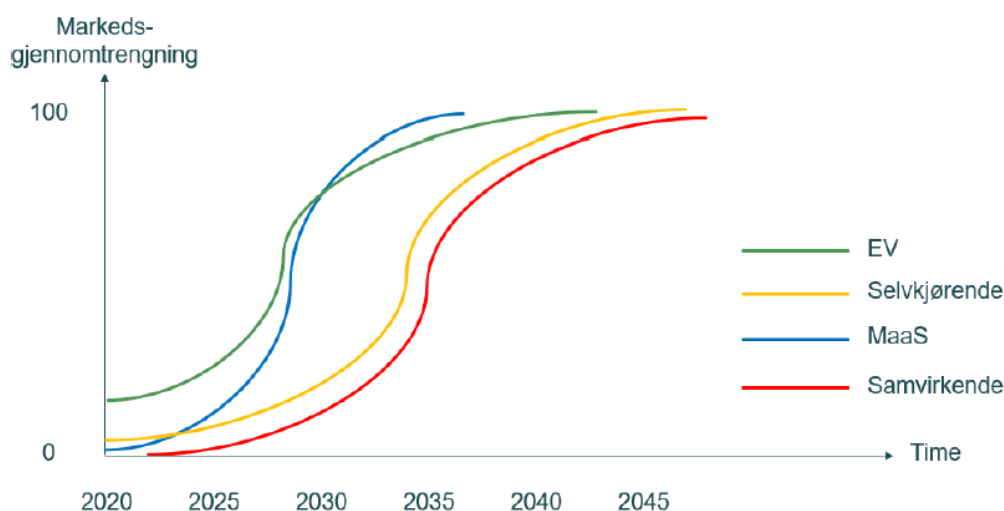
Foreløpig viser erfaringer at MaaS har et stort potensial og kan endre det eksisterende transportsystemet totalt. Mulighetene MaaS gir for å dele data på tvers av organisasjoner kan føre til bedre sanntidsinformasjon som i sin tur gir bedre muligheter for å optimalisere reisetiden. Det viser seg derimot vanskelig å få på plass en tilfredsstillende forretningsmodell. Utfordringen med utviklingen av MaaS-løsninger er ikke lenger knyttet til teknologien bak den digitale plattformen. Det handler i større grad om hvordan oppsettet av en slik tjeneste skal utformes slik at det er attraktivt for alle interessenter, dvs. brukere, offentlige transportselskaper, private leverandører og ikke minst MaaS-operatøren (Kristensen mfl., 2018).

Behov for nye forretningsmodeller innen godstransport

Utbredelsen av kommunikasjonsteknologi og internett har bidratt til en økning i *netthandel*. I Norge forventes en vekst i det totale forbruket fra norske netthandlere på 17% fra 2017 til 2018 (Nedergaard mfl., 2018). E-handel kan påvirke både passasjer- og godstransport. Som eksempel kan varer bestilt og levert hjemme erstatte eller endre turer i forbindelse med ulike ærender. Samtidig, når færre varer distribueres gjennom butikkene, men i stedet leveres individuelt til kunden, vil det påvirke hele logistikk-kjeden fra produsent til forbruker. Dette inkluderer plassering av distribusjonssentre, størrelsen på transportmidler, behov for lastekapasitet mm. Det er begrenset kunnskap om hvilken effekt netthandel har på trafikkarbeidet fra produsent til forbruker. Det er større sikkerhet rundt forventninger til at netthandel vil fortsette å øke, at det vil bli flere forsendelser og flere forsendelser som tilbakelegger større transportavstander over landegrenser (Kristensen mfl., 2018).

Forretningsmodeller og plattformløsninger gir også nye muligheter for godstransport. Slike løsninger forventes å forbedre effektiviteten gjennom bedre kapasitetsutnyttelse og lavere transaksjonskostnader. Nye forretningsmodeller kan også sette eksisterende aktører under press og gi muligheter for nye oppstartsbedrifter (Kristensen mfl., 2018).

ITS Norge mener markedsgjennomtrengningen av transportteknologiene selvkjørende kjøretøy, MaaS, elbiler og samvirkende ITS har følgende tidsforløp (se Figur 3.2).



Figur 3.2: Markeds-gjennomtrengning for smart transportteknologi. Kilde: Hovland, 2017 (ITS Norge). Hentet fra (Lunde mfl., 2017).

Samvirkende ITS er i denne sammenligningen spådd til å bli tatt opp i markedet på et senere tidspunkt enn de andre transportteknologiene. Grunnen er tidkrevende standardisering (Lunde mfl., 2017).

3.3 Tidligere teknologiendringer og omstillinger i transportsektoren

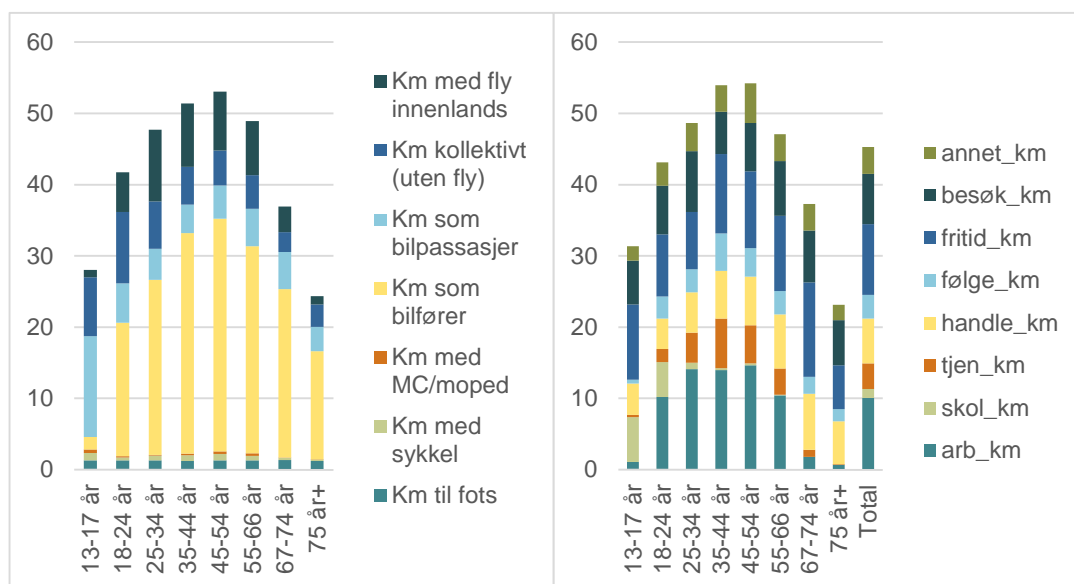
Dagens transportsystem er et resultat av de omstillingene som har kommet gjennom tidligere teknologiske endringer. I 1946 var det banetransport som sto for den største andelen av det innenlandske persontransportarbeidet i Norge, luftfart var ubetydelig og sjøtransport utgjorde om lag ti prosent. I 1970 utgjorde vegtrafikken nesten 90 prosent av transportarbeidet (Farstad, 2017). Bak denne overgangen ligger det både at privatbilteknologien ble bedre og billigere, folk ble rikere, infrastrukturen ble bedre og reguleringene ble endret. Privatbilteknologien ble foretrukket, fremfor alternativene. Overgangen skjedde i løpet av to tiår, om lag 50 år etter at teknologien nådde massemarkedene i de mest utviklede delene av verden. Det finnes flere ulike, og konkurrerende oppfatninger *om* og *hvordan* overgang til nye transportmidler vil skje. Analyser av tidligere endringer, som bl.a. Geels og Schot (2007), illustrerer at overgangen kan skje langs svært ulike utviklingsbaner, bl.a. avhengig av de samfunnsmessige forutsetningene og modenheten til de alternative teknologiene. For norsk kontekst er dette gjort i bl.a. Figenbaum og Kolbenstvedt (2015) og Aarhaug mfl. (2018).

4 Samfunnstrender

Samfunnet er i endring, og kanskje i raskere takt enn det har vært tidligere. Dette påvirker hvordan folk forholder seg til mobilitet og hvilke behov de har. Som en konsekvens er samspillet mellom teknologi og mobilitet analysert i flere rapporter på internasjonalt nivå. På nasjonalt nivå og relatert til transportnæringen er utvalgte analyser derimot mindre. Dette kapitlet trekker veksler på arbeid gjennomført i forbindelse med utredningen *Samfunnstrender og ny teknologi* (Aarhaug mfl., 2018), utført på oppdrag fra NTP-sekretariatet. I den utredningen ble samfunnstrender plassert innenfor et flernivåperspektiv-rammeverk jf. Geels og Schot (2007). Her beskrives kort noen av trendene som påvirker etterspørselen etter mobilitet.

4.1 Befolkningsutvikling

Befolkningen i Norge vokser. Dette skjer i hovedsak ved at folk lever lengre, og gjennom innvandring. Det siste henger nært sammen med andre trender, som den økonomiske utviklingen i Norge og globalisering. Store fødselskull fra tiden like etter andre verdenskrig pensjoneres. Samtidig går store årskull fra siste halvdel av 1980-tallet og fram mot 2000 over i etableringsfasen, og dette medfører en yngrebølge. Disse bølgene har ulik geografisk fordeling, og demografiske endringer påvirker altså mobilitetsbehovet på flere måter.



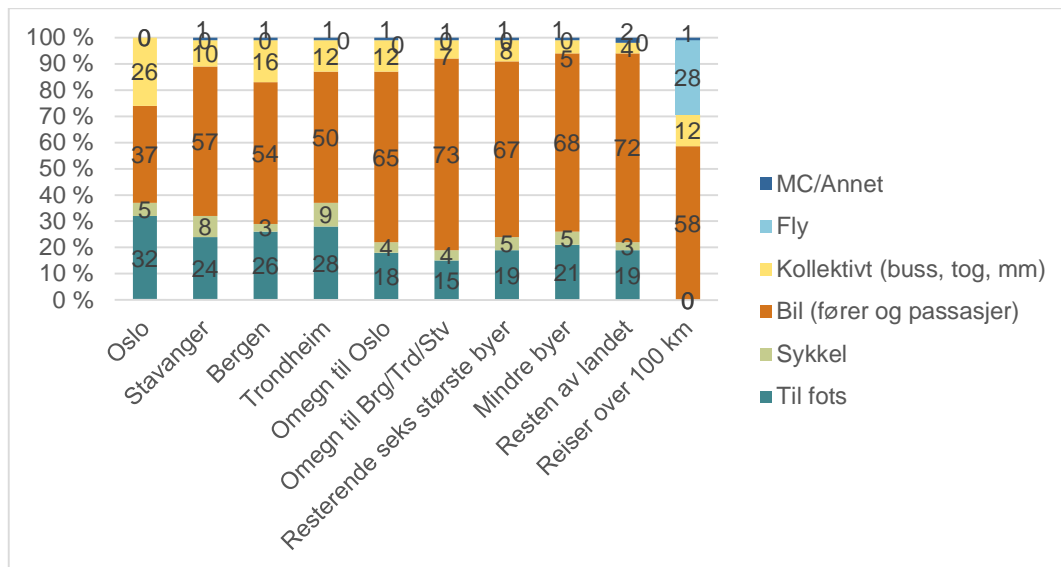
Figur 4.1: Daglige kilometer fordelt på transportmidler (a) og reiseformål (b), og alder.

Eldrebolgen slår inn på transportbehovet, med et økt behov for servicetjenester. Samtidig er dagens eldre ulike tidlige tiders eldre (høyere bilandel, høyere inntekt og bedre helse). Yngrebølgen, befolkningsvekst i storbyene og pendlingsområdet til disse byene gjør at det er usikkert hvilken retning summen av dette peker. Det store spørsmålet når vi ser på transportkonsekvensene av en endret alderssammensetning i befolkningen er å skille mellom alderseffekter, som beskrevet i Figur 4.1 og kohorteffekter, altså om personer i

samme aldersgruppe endrer atferd på samme måte som tidligere generasjoner når de blir eldre, eller om de tar med seg sine «egne» atferdsmønstre.

4.2 Geografi

En stadig større andel av den norske befolkningen bor i byer. Dette henger sammen med den demografiske utviklingen; de unge flytter til byene eller omlandet rundt byene i forbindelse med jobb og utdanning. Urbaniseringen påvirker transportbehovet på flere måter. På aggregert nivå ser vi en annen transportmiddelsammensetning i byene enn ellers i landet, med høyere kollektiv-, gang- og sykkelandeler. Det er særlig i de tette delene av de største byene at dette slår inn. Samtidig er kommunene med prosentvis raskest befolkningsvekst randsonekommuner til de store byene, og disse har et langt mer bilbasert reisemønster. I et nasjonalt perspektiv er det altså en urbanisering, i et regionalt- og transportperspektiv er ikke dette like klart.



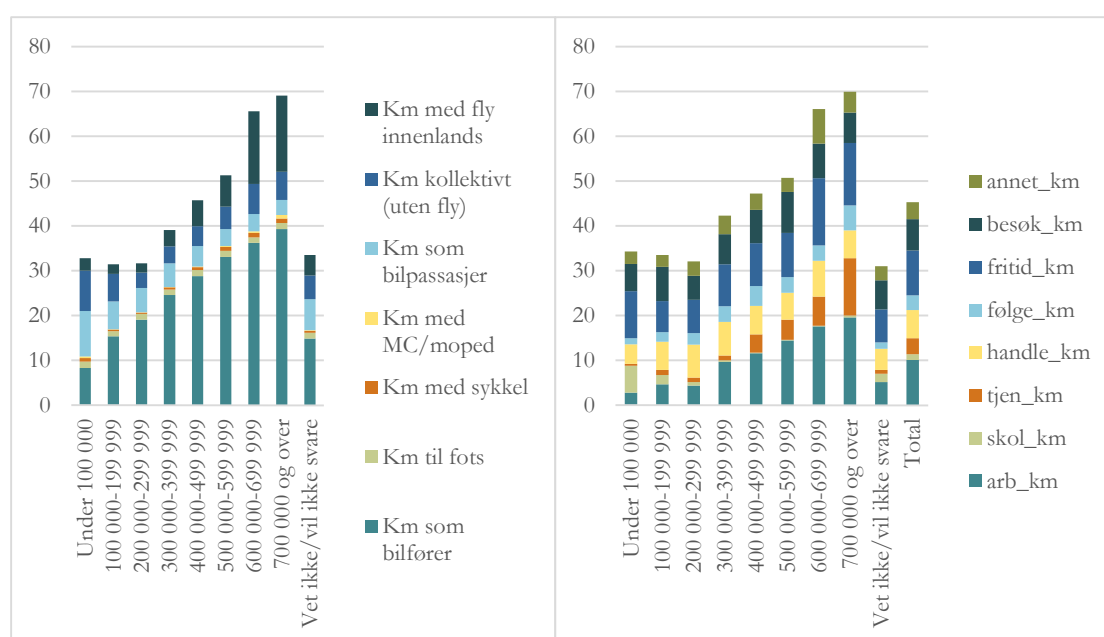
Figur 4.2: Reisemiddelfordeling, daglige reiser, etter bosted, og lange reiser. Tilpasset fra (Hjorthol mfl., 2014).

Trenden med urbanisering påvirker transportetterspørselen direkte, gjennom økt etterspørsel etter urbane transportmidler som kollektivtransport. Behovet for transport for å oppnå mobilitet er også noe mindre i de største byene enn i landsgjennomsnittet. Det sagt, transportetterspørselen, målt i daglige kilometer, er størst i randsonene rundt de største byene hvor befolkningsveksten relativt sett er høyest. Så om dette regnes med i urbaniseringen kan urbanisering isolert sett både øke og redusere transportetterspørselen. Dette bildet vil bli ytterligere komplisert med introduksjonen av nye transportmidler. Særlig koblingen mot autonome kjøretøy, elektrifisering og kombinert mobilitet (MaaS) kan få mange ulike utslag, som vi ikke har kunnskap om hverken retning eller størrelse på.

4.3 Økonomiske rammebetingelser

Man forventer en utflating i den økonomiske veksten i Norge. Denne trenden tar utgangspunkt i at Norge er en liten, åpen økonomi, og at den økonomiske utviklingen i Norge er helt avhengig av utviklingen i den globale økonomien⁷.

Hovedtendensen som forventes å påvirke transportbehovet er knyttet til økt velstand og større inntektsulikhet. Økt velstand peker direkte på økt etterspørsel etter transport, og da særlig bil og flyreiser, med arbeid, tjeneste eller fritid som formål. Større inntektsulikhet påvirker både tilbudssiden og etterspørselssiden i transportsystemet. I utgangspunktet peker redusert velstand i retning av redusert transportetterspørsel, men det er mange kompliserende faktorer, for eksempel knyttet til arealbruk i byområdene. For godstrafikk betyr økt velstand økt etterspørsel etter varer. Varehandelens andel av verdiskapningen øker med økt BNP.



Figur 4.3: Gjennomsnittlig daglige kilometer fordelt på personinntekt og transportmiddel (a) og reiseformål (b) (RVU2013/14⁸).

Figur 4.3 gir en enkel sammenstilling av gjennomsnittlig daglig kjørelengde med ulike transportmidler og inntekt. Dette er ikke (i seg selv) en beskrivelse av en kausalsammenheng, men illustrerer et par samvariasjoner. Daglige kilometer som bilfører øker med inntekt. Daglige kilometer som bilpassasjer er høyest for de laveste inntektsgruppene, og faller videre med økt inntekt. Kilometer med fly (innenlands⁹) øker klart med inntekt og er klart mest betydelig i de høyeste inntektsgruppene.

Forventningen om økt velstand har en direkte effekt på en forventning om økt transportomfang, både av person- og godstransport. Litt forenklet; jo mer vi tjener, jo mer reiser vi og motsatt jf. Bastian mfl. (2016). Det sagt, her ligger det en del nyanser. Forventningen er både økt reiseomfang, og endret transportmiddelfordeling. Dette har også

⁷ Perspektivmeldingen (melding til stortinget 29 2016/17) peker på lavere, men positiv produktivitetsvekst.

⁸ Vektet med utvalgsvekt (geografi, alder osv).

⁹ Vi har ikke tilsvarende data for utenlandsreiser foretatt av Nordmenn, antagelig er samvariasjonen enda sterkere.

en geografisk dimensjon, ved at det er høyere inntekt i de større byområdene, samtidig som disse også har høyere kollektivandeler og mindre dagligtransportbehov. For godstransporten betyr økt velstand økt etterspørsel etter varer, som igjen gir økt transportvolum. Tilsvarende forventes en reduksjon i velstanden å medføre en reduksjon i transportetterspørselen. Økt ulikhet inkluderer flere faktorer som peker i ulik retning, slik at det er usikkert hva som er nettoeffekten. Denne usikkerheten åpner opp for en rekke mulige forskningsbehov, knyttet til mobilitet og sosioøkonomiske forhold.

4.4 Klima- og miljørelaterte faktorer

Klimaendringene og økt bevissthet rundt disse, kombinert med økt bevissthet knyttet til den negative påvirkningen transport har på lokalmiljøet, påvirker transportsystemene både direkte og indirekte. Direkte når klimaendringene medfører endret vær, med utslag som ras og flom, og derigjennom endret transportinfrastruktur på land. Den viktigste direkte effekten er nok likevel issmelting som åpner nye sjøveier (nordøst- og nordvestpassasjen), som radikalt reduserer transportkostnadene mellom destinasjoner ved det nordlige Atlanterhavet og det nordlige Stillehavet. Indirekte fører eksempelvis økt luftforurensning i byområder til økt bevissthet om ulempene som kommer som følge av stor biltrafikk lokalt. Dette kan resultere i tiltak for å redusere biltrafikken, eller redusere utslippene fra biltrafikken. En slik utvikling også gjøre det lettere å komme på markedet med alternative og mindre miljøbelastende teknologier. Klimaendringer er mer utfordrende, da det er vanskeligere å se koblingen mellom lokale tiltak og resultater. Samtidig har økt bevissthet om klimaendringer medført tiltak, som på samme måte som for lokale utslipp kan medføre endringer i krav til teknologi (jf. endring i Yrkestransportloven §9 24.mars 2017, om krav til kjøretøYTEknologi).

For godstransporten vil krav om bærekraftige transportsystemer legge føringer for hvordan transportsektoren vil endre seg frem mot 2050. Tidlig tilpasning og bruk av mer miljøvennlige teknologier kan gi kostnadsfordeler for transportørene ved å redusere drivstofforbruk og utslipp. Dette kan forsterke effektene av sentralisering med opprettholdte lange transportavstander. Klimaendringer og lokale miljøutfordringer påvirker både kravene til teknologi, infrastruktur og endrer de underliggende kostnadsforholdene i det globale transportsystemet. Alt dette er forhold som endrer behovet for kunnskap om de samlede effektene og om de lokale implikasjonene av disse endringene.

5 Perspektiver fra sektorrepresentanter

I dette kapittelet reflekterer vi over noen sentrale funn fra de intervjuene som har blitt gjennomført i sammenheng med oppdraget. Intervjuanalysen som gjennomgås her er del av en større undersøkelse knyttet til utvikling av kunnskapsgrunnlaget. Analysen vil senere knyttes til en kartlegging av næringslivsutvikling i norsk transportsektor (del 2). Den endelige analysen vil etter avtale med NFR presenteres i samarbeid med strategigruppens arbeid. I del 1 inngår 13 enkeltintervjuer med totalt 17 deltakere (informanter). Tabell 5.1 gir en oversikt over deltakernes tilhørighet.

Tabell 5.1: Deltakere i intervjuene, status uke 37/2018

Tilhørighet	Totalt 17 informanter
Næringsliv (bil, kollektiv, luftfart, infrastruktur)	7 intervjuer (hvorav ett med 2 deltakere)
Transportforskning	2 intervjuer (hvorav én fokusgruppe med 4 deltakere)
Politiske representanter / offentlig sektor	4 intervjuer

Intervjuene har blitt gjennomført med referanse til en intervju-guide og denne er vedlagtrappen. Selve intervju-guiden er strukturert i fire deler (teknologi, næringsliv og forretningsmodeller, samfunn og politikk, forskning) og følger en felles struktur. Informantene blir først bedt om å reflektere åpent rundt omstilling i transportsektor. Videre fokuserer spørsmålene på å spesifisere denne problemstillingen i norsk kontekst og definere mer konkrete utviklingsforløp. Resultatene som presenteres her gjengir fagekspertenes samlede vurderinger om aktuelle utviklingsforløp i transportsektoren, mulige utfordringer i norsk kontekst og relasjoner mellom forskning, næringsliv og teknologiutvikling.

For gjennomføring av analysen har vi valgt kvalitative forskningsmetoder (Bryant og Charmaz 2007, Bogner et al. 2009, (Mjøset, 2009). Intervjumaterialet har blitt analysert med formål om å identifisere fagekspertenes mest sentrale uttalelser. Disse uttalelsene har blitt isolert som enkeltstående kategorier. Som et eksempel kan *Mobility as a Service (MaaS)* trekkes fram som én kategori som har blitt nevnt av flere eksperter. I neste steg i analysen har vi forsøkt å bygge relasjoner mellom de enkelte identifiserte kategoriene og deres mangfoldige dimensjoner og tilknytning til andre viktige forhold innenfor feltet. Et eksempel er *betydningen av data*. Problemstillinger knyttet til data i framtidens transportsystem har blitt utpekt som viktig av ekspertene og det er diverse relasjoner mellom MaaS og data. Til slutt har vi benyttet enkeltuttalelser fra intervjukandidatene til å utforme en generalisering av resultatene. Denne generaliseringen ble foretatt ved å reflektere rundt de ulike kategoriene og deres relasjoner i lys av teoretiske innsikter fra innovasjonsforskningen (jf. kapittel 2). Tabell 5.2 viser den tredelte forskningsstrategien i denne analysen.

Tabell 5.2: Forskningsstrategi i rapporten – fra ekspertuttalelse til generalisert kunnskap

1. Identifikasjon av kategorier	2. Relasjon til andre kategorier	3. Generalisering ved hjelp av innovasjonslitteratur
(eks.) MaaS	(eks.) Data - Personvern / security - Forretningsmodeller - Eierskap som konkurransefortrinn	Strukturere og generalisere ekspertenes uttalelser ved hjelp av eksisterende kunnskap på feltet. Identifisere kompleksitet, dilemmaer, utfordringer

Vi har samlet fagekspertenes informasjon i fire kategorier og disse betegner vi som parallelle tidslinjer (5.1), data i framtidens transportsystem (5.2), teknologiutvikling og -innfasing (5.3) og geografi (5.4).

5.1 Parallele tidslinjer

I analysen av intervjumaterialet har vi identifisert og verifisert informasjon som beskriver kompleksiteten i transportsektorens omstillingsprosess knyttet til parallelle innovasjonsprosesser. Informantene skisserer at disse følger ulike tidslinjer. Vi har derfor valgt å samle sektorrepresentantenes informasjon i en kategori som vi betegner som *parallelle tidslinjer*. En informant skisserer faren for en bruktbilkrise i Norge, flere informanter ser ulike utviklingsforløp for sosial aksept av teknologi, institusjonell tilpasning og delingskultur, og én informant gir uttrykk for ulike tidslinjer for forskning og næringslivets R&D.

❖ Bruktbilkrise

En representant for næringslivet skisserer en situasjon der innføring av nye elektrifiserte biler vil skape problemer for bruktbilmarkedet. Informanten regner med en bølge av nye elektrifiserte biler i løpet av de nærmeste fem årene og antyder en fare for store verditap, både for næringslivet (bruktbilmarkedet) og privatpersoner som eier brukte, fossildrevne, biler. Ifølge informanten vil en mulig bruktbilkrise oppstå som følge av at nye modeller presses inn i markedet i løpet av de nærmeste årene i kombinasjon med dagens avgiftspolitik. To forsterkende effekter vil kunne påvirke en bruktbilkrise, nemlig større volum og modellutvalg som begge vil presse prisen på elektrifiserte biler ned. Settes nybilprisen ned sammen med at avgiftsfritakene for elektrifiserte biler består, så kan det ifølge informanten oppstå situasjoner hvor enkelte elbiler blir billigere enn nye fossildrevne. Kombinasjonen av billigere produktpris og norsk avgiftspolitik vil øke presset på bruktbilmarkedet. I tillegg til den økonomiske risikoen for næringslivet, så vil dette også kunne føre til økonomiske tap og negative holdninger blant privatpersoner.

❖ Sosial aksept, institusjonell treghet og delingskultur

Flere informanter uttrykte at det er forskjellige tidshorisonter mellom de teknologiske mulighetene som faktisk eksisterer i dag og de mer sosiale prosessene for å implementere dem i større skala. En representant for luftfartsbransjen uttaler for eksempel at det allerede i dag ville vært teknisk mulig å drive fjernstyrte fly eller droner for persontransport, men at disse teknologiene neppe ville vært akseptert blant brukerne. Et annet eksempel som ble brukt i denne sammenheng er delingskulturen knyttet til shared-mobility og MaaS-løsninger. Det er ifølge eksperten en relativ stor avstand mellom de tekniske mulighetene som finnes allerede i dag og brukernes

holdninger rundt å dele en bil istedenfor å eie. Flere representanter gir også uttrykk for at teknologiutviklingen i transportsystemet går fort og at det er mange politiske og regulative prosesser (sertifisering, standardisering, tilpasning av avgiftssystemet, sikkerhet) som ikke kan følge med i samme tidslinje. Sistnevnte gjelder ifølge én næringslivsrepresentant i særdeles stor grad for bruk av droner i byområder.

❖ **Forskningsprosjekter og næringslivets R&D – to tidshorisonter**

Flere representanter fra næringslivet som er involvert i forskjellige nasjonale og europeiske forskningsprosjekter skisserer forskjellige tidshorisonter mellom næringslivets R&D og offentlig finansierte forskningsprosjekter. Det er ifølge informantene veldig tid- og ressurskrevende å være med i NFRs eller EUs FoU prosjekter. Både teknologiutviklingen generelt og næringslivets egen R&D ville følge mye tettere på markedsutviklingen og foregår med dette mye raskere. Deltakelse i offentlig finansiert forskning derimot er tidkrevende når en ser på prosessen fra idé til søknad og videre til bevilgning. Denne prosessen utvides betydelig når en tar med at forskningsresultatene også skal videreformidles og implementeres i egen organisasjon. Det ble også gitt uttrykk for uklarerheter knyttet til NFR sine forskningsprogrammer. En representant for FoU i transportrelatert næringsliv peker på sammenheng mellom transportforskning og infrastruktur. Sistnevnte er oftest er knyttet til bygg- og anleggssektoren og det er ifølge informanten uklart hvordan sammenhengen er organisert i NFRs programmer.

Fra et overordnet perspektiv representerer fagekspertenes uttalelser kompleksiteten ved parallelle innovasjonsprosesser i transportsystemet. Problemstillingen som er skissert med tanke på innfasing av elbiler er først og fremst en vurdering ut fra informantens hverdag. Allikevel gir vurderingen, fra et overordnet perspektiv, også en indikasjon på omstillingshastigheten i transportsystemet. En mulig bruktbilkrise er etter vår oppfatning et uttrykk for kompleksiteten mellom innfasing av teknologi, det eksisterende avgiftssystemet (og annet regelverk) og privatbilistenes utfordringer og holdninger. Det tyder på at det er et komplekst bilde av aktører og nettverk (næringsliv, privatbilister, miljøorganisasjoner, osv.) som er involvert i akkurat denne situasjonen. Punkt to knyttet til sosial aksept og delingskultur kan bedre forstås med begrepet ko-evolusjon (jf. kapittel 2). Fra innovasjonsforskningen vet vi at komplekse transisjonsprosesser ikke bare handler om teknologi, men nettopp om samspillet mellom forskjellige sosiale, teknologiske og økonomiske sfærer for å støtte prosessen. Det samme gjelder det tredje kulepunktet som peker på forskjellige tidslinjer mellom forskning og næringslivets R&D. Samlet sett finner vi i intervjumaterialet informasjon som peker på at norske fagekspertene ser utfordringer knyttet til kompleksiteten og de mangfoldige parallelle innovasjonsprosessene i det norske transportsystemet.

5.2 Data i framtidens transportsystem

Det er en gjennomgående forståelse blant fagekspertene at data vil ha en stor betydning i framtidens transportsystem. Implementering av konsepter som MaaS eller shared-mobility vil kreve datatilgjengelighet slik at forskjellige aktører vil kunne organisere multimodale transportløsninger. Vi har i dette delkapittelet samlet forskjellige perspektiver rundt betydningen av data. Det er vårt overordnede inntrykk at dette temaet er bredt og lite strukturert blant fagekspertene.

❖ **Eierskap til kundedata er et konkurransefortrinn**

Flere representanter for næringslivet skisserer betydningen av eierskap til kundedata og at disse fremstår som et konkurransefortrinn ovenfor mulige konkurrenter. De nye

digitaliserte forretningsmodellene knyttet til MaaS eller shared- mobility er avhengige av tilgang til kundedata. Eierskap til slike kundedata fremstår dermed som et konkurransefortrinn for utvikling av bredere og mer helhetlige produkter. De delene av næringslivet som har en tilstrekkelig kundebase og eierskap til kundenes digitale data (stor-data og sanntidsanalyser) har med dette en genuin interesse av å ikke dele disse dataene. Dette eksempelet er ifølge ekspertene også relevant for relasjonen mellom transportinfrastruktur og bilprodusentene. Det ble gitt uttrykk for to alternative teknologiscenarier knyttet til data og ITS infrastruktur. I det ene scenariet er alle kjørelaterede data sentralisert i selve bilen (der bilprodusenten eier dataene) og i det andre et scenario der ITS og infrastrukturrelaterede data er åpen tilgjengelig og forvaltet av offentlige myndigheter. Det er ifølge informanten en pågående konkurranse om de to alternative scenarier og disse har betydelig innflytelse på teknologi- og næringsutvikling i Norge. Standardisering på dette området nevnes igjen som et viktig verktøy for videre prosess.

❖ **Personvern, cyber-security og internasjonale tech-selskaper**

Det ser ut å være en felles forståelse blant fagekspertene om at personvern og cyber-security vil være avgjørende for intelligente transportsystemer. Samtidig virker denne forståelsen lite strukturert. Flere fagekspertene relaterer diskusjonen om hvordan vil skal håndtere, dele og sikre digitale data til de kjente utfordringer fra dagens kommunikasjonsplattformer (Google, Facebook, Amazon). En representant fra forskningen informerer om at Amazon er i ferd med å bygge et eget logistikk-nettverk og dermed mest sannsynlig vil være en aktør i framtidens transportsystem. En problemstilling som også kan tenkes å påvirke slik utvikling er om og i hvilken grad utenlandske teknologiselskaper vil få tilgang til data fra norsk lokal transport-infrastruktur.

❖ **Forskning har behov for tilgang til data**

En representant for norsk transportforskning informerer om begrensinger i tilgang til transportrelaterede data. Forskningen og dermed samfunnet kunne hatt stor nytte av bedre tilgang til slike data.

Sett fra et innovasjonsperspektiv vil en begrensning i datatilgjengelighet generelt kunne virke som barriere for utforming av intelligente transportsystemer. Eksempelet som beskriver eierskap til data som et konkurransefortrinn kan føre til dilemmaer og viser veldig godt hvordan motstridende interesser må justeres i bredere transisjonsprosesser. Det er påfallende at flere fagekspertene fra sitt ståsted skisserer usikkerhet (eller manglende forståelse) knyttet til håndtering av data i framtidens transportsystem. Vi identifiserer i den sammenheng usikkerhet knyttet til datatilgjengelighet, eierskap til data og spørsmål om hvilke aktører som vil ha tilgang til norske transportrelaterede data. Usikkerheten som er skissert, og som virker lite strukturert så langt, kan potensielt påvirke aktørenes strategier i transisjonsprosessen. Utforming av personvern (myndigheter), så som utvikling av forretningsmodeller (næringsliv) og sosial aksept (brukere) er faktorer som kan påvirke samspill mellom forskjellige aktører og interesser.

5.3 Teknologitrender i utvikling og -innfasing

Vi identifiserer mange forskjellige sider rundt teknologitrender og -innfasing. Dette er ikke bare et spørsmål om teknologi i seg selv, men også om hvem som utvikler den, hvordan og hvor. Disse spørsmålene er også relevante for utforming av Norges forskningsstrategi. Det virker å være en felles forståelse blant fagekspertene om at noen av de mest sentrale teknologiene ikke utvikles i Norge.

❖ **Norge er ledende på autonome skip, ellers er nisjer viktige**

Det er flere aktører som peker på Norges ledende rolle innen utvikling av autonome og elektrifiserte skip. Ifølge informantene må Norge ha en klar strategi for å ta lederrollen på dette området framover. Fagekspertene har også et tydelig bilde av at norske næringslivsaktører er aktive på dette feltet. Fagekspertene har derimot ikke en like tydelig forståelse av teknologimiljøer i Norge utenfor maritim sektor. Ifølge flere fagekspertene skulle Norge kunne fokusere på teknologiske nisjer for eksempel knyttet til infrastruktur. Elektrifisering og autonomi utvikles i andre land med eksisterende bilindustri. Norsk teknologiutvikling, samt forskning på området, bør ifølge flere eksperter velge en strategi med fokus på nisjeteknologier og her for eksempel infrastruktur. Ifølge én informant kan Norge bygge på erfaringer fra innføring av elbiler. En slik nisjestrategi ble også nevnt av en annen fagekspert som uttaler at Norge kunne utvikle og teste intelligente transportsystemer knyttet til tunneler, i fjellområder og under vanskelige klimatiske forhold.

❖ **Europeisk FoU-samarbeid ved utenlandske teknologier**

Representanter fra norsk transportforskning peker på deltakelse i større EU prosjekter som en mulig strategi for overføring av teknologi og kunnskap som ikke utvikles i Norge. Videre ble det nevnt at varetransport bør få større oppmerksomhet i framtidig transportforskning. Dette fordi mange av de teknologiene som nå utvikles vil ha betydning for hvordan industri og logistikksystemer utformes.

❖ **Vi forstår teknologiene, men ikke forretningsmodellene**

Et annet moment er mangel på kunnskap rundt de nye forretningsmodellene. Én fagekspert uttaler at det egentlig allerede eksisterer en overordnet forståelse av de enkelte teknologiene som vil inngå i MaaS løsninger. Det som ifølge denne eksperten mangler, er en mer helhetlig forståelse av de komplekse forretningsmodellene som er i ferd med å vokse fram. Ifølge informanten eksisterer det mange enkeltstående forsøk på å bygge forretningsmodeller (start-ups), men det mangler kunnskap om en helhetlig forståelse. Det er «en hel industri som er i ferd med å vokse fram».

❖ **Standardisering koordinerer teknologiutvikling**

Standardiseringsprosesser er ifølge flere fagekspertene et viktig instrument for å kunne koordinere datadrevne omstillingsprosesser, slik som intelligente transportsystemer. Standardiseringsprosesser kan hjelpe til å redusere usikkerhet. Merk at regelverk og sertifiseringsprosesser tidligere har blitt nevnt som en mulig barriere av en annen ekspert. Ifølge denne informanten må forskningsprogrammene begynne å inkludere og etterspørre standardiseringsarbeid i sine strategier. En annen informant påpeker at standardiseringsarbeid også er viktig for å holde innovasjonsprosessene åpne og sørge for at ikke enkeltaktører i nøkkelposisjoner får mulighet til å begrense teknologikonkurransen (jf. eierskap til data).

Vi har valgt å inkludere flere av fagekspertenes innspill i et delkapittel om teknologiutvikling og -innføring. I de perspektivene som er skissert ovenfor inngår både forskningsstrategier, idéer om teknologiske nisjer og sammenheng med forretningsmodeller. Dette er et veldig komplekst bilde og vi kommer ikke fram til entydige svar om hvordan Norge bør posisjonere seg framover. Det som derimot kan sies å komme tydelig fram fra flere aktører er tanken om å satse på teknologiske nisjer der Norge kan utvikle sterke posisjoner. Deltakelse i internasjonale FoU prosjekter nevnes i tillegg ofte som mulighet for kunnskapsoverføring.

5.4 Geografi – forhold mellom by og land

I våre intervjuer prøvde vi å utforske om respondentene ser forhold i Norge som kan påvirke innovasjoner og omstilling for fremtidens transportsystem. Det ser foreløpig ut til å være en tendens knyttet til by-land forskjellen og ikke nødvendigvis mellom Norge og andre land.

❖ **MaaS, så langt egnet for storbyområder**

Flere næringslivsaktører vi har snakket med har begynt å implementere MaaS-forretningsmodeller eller bildeling. Det viser seg at disse aktørene så langt fokuserer på Norges storbyområder. Dette begrunnes da med høyere etterspørsel og lettere overgang til og tilgjengelighet av transportalternativer. Tilbakemeldingene fra respondentene tyder ikke på en klar forståelse av hvilke muligheter og utfordringer dette kan medføre for transportsystemet utenfor de store byene. Forskjellen mellom by og land er ikke spesifikk for Norge, men gjelder også for andre land med variasjon i bosettingsmønstrene. Én fagekspert nevnte at det også utvikles såkalte rurale ITS-teknologier og at det i utgangspunktet også vil være mulig å inkludere rurale områder i intelligente transportsystemer. Det er vårt overordnede inntrykk at næringslivsaktørene så langt ikke har fullstendige MaaS-strategier som dekker hele landet.

❖ **Konsesjonslover mellom fylker**

Et mer praktisk eksempel for innfasing av helhetlige MaaS-løsninger ble uttrykt av én fagekspert. Eksperten nevner konsesjonslover i transportsektoren, og administrativ forvaltning på fylkesnivå, som en mulig barriere. Disse kan virke som barrierer for nye næringslivsaktører som vil etablere seg med MaaS-forretningsmodeller på tvers av fylkesgrensene. Dette problemet adresseres i de to høringene Samferdselsdepartementet har ute for øyeblikket, det ene knyttet til drosjenæringen hvor løyvemyndigheten foreslås flyttet fra fylke til Statens Vegvesen. Det andre knyttet til ekspressbussler hvor definisjonene foreslås endret slik at all kjøring over en viss distanse (50km) blir fritatt fra løyvebestemmelsene.

❖ **Teknologinøytralitet og satsninger med regionalt preg**

En representant for norsk samferdselspolitikk gjør oppmerksom på at innovasjonspolitikken må fremstå som teknologinøytral, dvs. rammebetingelsene må tilrettelegges for at de beste teknologiene vinner fram. Det ble også påpekt at det eksisterer forskjellige satsninger med regionalt preg som for eksempel for elbiler, hydrogen eller biogass.

Vi kommer i våre intervjuer generelt ikke fram til forhold som skiller Norge fra andre land når det gjelder framtidens transportsystem. Fagekspertene ser et vesentlig skille mellom by og land, men ikke mellom Norge og andre land generelt. Det trekkes fram at kostnadsnivået i Norge gjør at samfunnet generelt er åpent for å adoptere nye teknologiske utviklinger. Klimatiske og geografiske forhold tyder på at framtidens transportsystem må tilpasses norske forhold, noe som ble beskrevet med innovasjonsforskningens begrep 'stivhengighet'.

6 Referanser

- Aarhaug, J., Ørving, T. og Kristensen, N. B. 2018. *Samfunnstrender og ny teknologi - Perspektiver for fremtidens transportsystem og dets rolle i samfunnet*, TØI-rapport 1641/2018, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Andersen, L. og Bakkeli, M. 2015. *Big Data Hva er Big Data, og hva betyr Big Data for deg?*, Rapport, PwC Consulting.
- Bakken, T., Carlin, M. S., Bjerkan, K. Y., Westerheim, H., Nordlander, T., Bahr, R., Rødseth, Ø. J., Myklebust, T., Holmstrøm, S. og Transeth, A. 2017a. Teknologitrender som påvirker transportsektoren. *SINTEF Rapport*.
- Bakken, T., M Carlin, K Y Bjerkan, H Westerheim, T E Nordlander, R Bahr, Ø J Rødseth, T Myklebust, S Holmstrøm, A Transeth, T Foss, M Natvig, I Herrera, T Mokkelbost, J Suul, R Khalil, A Ødegård, T Kristensen, F Zenith, T Reitaas, N Aakvaag og Skjetne, J. H. 2017b. *Teknologitrender som påvirker transportsektoren*, SINTEF.
- Bastian, A., Börjesson, M. og Eliasson, J. 2016. Explaining “peak car” with economic variables. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 236-250.
- Bogner, , A. and Littich, B. and Menz, W. 2009. Interviewing experts. *Palgrave Macmillan*
- Botta, A., De Donato, W., Persico, V. og Pescapé, A. 2016. Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.
- Bryanr, A. and Charmaz, K. 2007. *The Sage Handbookk og Grounded Theory*. Sage
- Callon, M. 1998. *The laws of the markets*. Wiley - Blackwell
- Farstad, E. 2017. *Transportytelser i Norge 1946-2016*, TØI-rapport 1613/2018, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Figenbaum, E. og Kolbenstvedt, M. 2015. *Pathways to electromobility – perspectives based on Norwegian experiences*, TØI-report 1420/2015, Oslo, Institute of Transport Economics.
- Geels, F. 2005. Technological transitions and system innovations - A co-evolutionary and socia-technical analysis. *Edward Elgar Publishing*
- Geels, F. W. og Schot, J. 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. og Uteng, T. P. 2014. *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport*, TØI-rapport 1383/2014, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hårskog, C., Magnusson, U., Hammarlund, S., Tufvesson, E., Henriksson, J., Nylander, A. og Lundgren, R. 2018. *TRAFIKVERKETS OMVÄRLDSANALYS 2018*, Form och event.
- Jasanoff, S.; Markle, G.E.; Petersen J.C.; Pinch, T. 2002. *The handbook of science and technology studies*. Sage
- Kristensen, N. B., A Enemark, K Hauxner, M Wass-Danielsen, M Fosgerau, O Anker Nielsen og Riis, S. 2018. *Mobilitet for fremtiden*, Transport-, Bygnings- og Boligministeriet.
- Kuhn, T. S. 2012. *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press
- Latour, B. 2005. *Reassembling the social - an introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press

- Lunde, G., Berg, H., Pedersen, G., Wikum, M. og Fiksen, K. 2017. *Digitalisering og morgendagens mobilitet*, THEMA Rapport 2017 - 32.
- Mjøset, L. 2009. The contextualist approach to social science methodology. In: BRYNE, D. & RAGIN, C. (eds.) *The Sage Handbook of case-based Methods*. Sage.
- Mahoney, J. 2000. Path dependence in historical sociology. *Theory and Society*, Vol. 29
- Nedergaard, L. L., Mailund, D. M. og Münster-Swendsen, T. 2018. *Norsk e-handel 2018*, DIBS AS.
- Perez, C. 2003. *Technological revolutions and financial capital*, Edward Elgar Publishing.
- Pierson, P. 2000. Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *American political science review*, 94, 251-267.
- Ravlum, I.-A. 2005. Oppgavefordeling i samferdselssektoren. *TØI-rapport*, 804, 2005.
- Samferdselsdepartementet 2017. *Nasjonal Transportplan (2018-29)*, Melding til Stortinget, Regjeringen.
- Schumpeter, J. A. 1942. *Capitalism, socialism and democracy*, Routledge.
- Statens Vegvesen. 2018. *Intelligente transportsystemer (ITS) – mer enn selvkjørende biler* [Online]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/its> [Accessed].
- Østli, V., Ørving, T. og Aarhaug, J. 2017. *Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet - En litteraturstudie*, TØI-rapport 1577/2017, Oslo, Transportøkonomisk institutt.

Vedlegg: Intervju-guide

Intervju-guide strategiarbeid NFR

1. Hvilke generelle utviklingstrekk ser du i transportsektoren globalt og i Norge? (*Sett fra din faglige bakgrunn og utfordringene i din arbeidshverdag!*)

Teknologi

2. Kan du beskrive teknologitrender som preger transportsektoren innenfor ditt fagområde?
3. Hvilke mer konkrete teknologiske innovasjoner ser du nå, i den nærmere framtid og på lang sikt?
4. Ser du forhold i Norge som kan påvirke selve teknologi eller innføring av disse i Norge generelt? Ser du alternative teknologiske utviklingsforløp eller mot-trender i Norge?

Næringsliv og forretningsmodeller

5. Kan du identifisere norsk næringsliv innen transportsektor og beskrive nyere og framtidige forretningsmodeller innenfor ditt fagområde?
6. Kan du avgrense transportrelatert næringsliv i Norge og forhold til internasjonale selskaper/ forretningsmodeller?
7. Ser du forhold i Norge som kan påvirke norsk næringsutvikling og/eller forretningsmodeller? Ser du alternative næringsmessige utviklingsforløp eller mot-trender i Norge?

•

Samfunn og politikktutforming

8. Ser du sosiale, politiske og/eller kulturelle betingelser som påvirker transportsektoren i Norge framover?
9. Kan du avgrense slike betingelser i Norge og i forhold til andre land, samfunn, markeder?
10. Tror du at geografi, klimatiske forhold, bosettingsmønstrene i Norge har noe å si for framtidige transportsystemer?

•

Forskningsaktivitet og FoU aktører

11. Kan du identifisere norske FoU-miljøer på feltet og skissere grovt hva det forskes på?
12. Kan du avgrense norsk forskning på feltet i forhold til internasjonal?
13. Hvilke forskningsutfordringer ser du helt konkret innenfor ditt fagfelt?
14. Hvilke anbefalinger vil du gjerne formidle til Transport 21-strategigruppen?

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no