

Samfunnstrender og ny teknologi

Perspektiver for fremtidens transportsystem



Samfunnstrender og ny teknologi

Perspektiver for fremtidens transportsystem og dets rolle i samfunnet

Jørgen Aarhaug

Tale Ørving

Niels Buus Kristensen

Forsidebilde: Shutterstock

Transportøkonomisk 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: Samfunnstrender og ny teknologi - Perspektiver for fremtidens transport

Forfattere: Jørgen Aarhaug,
Tale Ørving,
Niels Buus Kristensen

Dato: 10.2018

TØI-rapport: 1641/2018

Sider: 49

ISSN: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2154-4

Finansieringskilde: NTP-sekretariatet
(Vegdirektoratet,
Jernbaneverket, Kystverket og
Avinor)

Prosjekt: 4564 – TeknoAtferd

Prosjektleder: Jørgen Aarhaug

Kvalitetsansvarlig: Tom Erik Julsrud

Fagfelt: Reisevaner og mobilitet

Emneord: Innovasjon
Teknologi
Trender
Utviklingstrender i Norge

Sammendrag:

Det finnes mange nye teknologier som kan påvirke samfunnsutviklingen og transportetterspørselen radikalt. Denne rapporten ser på hvordan samfunnet påvirkes av ulike innovasjoner innenfor eller med stor betydning for transportsystemet.

Rapporten konkluderer med at kombinasjonen økt miljø- og klimabevissthet, kombinert med digitalisering er trendene som har størst potensial for å resultere i en radikal samfunnsendring. Andre trender, beskrevet i rapporten, kan påvirke transportvolumene i vel så stor grad, men forventes å gjøre dette i form av økt etterspørsel og dreining i etterspørselen, men innenfor det eksisterende transportsystemet.

Title: Transport sector innovation and societal changes

Authors: Jørgen Aarhaug,
Tale Ørving,
Niels Buus Kristensen

Date: 10.2018

TØI Report: 1641/2018

Pages: 49

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2154-4

Financed by: The Norwegian National
Transport Plan, (NPRA, NRA,
NCA and Avinor)

Project: 4564 – TeknoAtferd

Project Manager: Jørgen Aarhaug

Quality Manager: Tom Erik Julsrud

Research Area: Reisevaner og mobilitet

Keywords: Information technology
Long time trends,
MLP
Social trends
Technology
Transport technology
Trends

Summary:

There are many new technologies which have the potential to radically influence society and the transport sector. This report study how society is affected by different trends and innovations that in some way is related to the transport system.

The report conclude by pointing towards the combination of increased environmental concern and digitalization as particularly interesting as a combination that can result in radical change. Other innovations and trends may be expected to change the level of demand and the distribution between modes to a greater extent, but within the existing sociotechnical regime, not as a "de-alignment and re-alignment" transition path.

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

Det finnes mange nye teknologier som kan påvirke samfunnsutviklingen og transportetterspørselen radikalt. Denne rapporten ser på hvordan samfunnet påvirkes av ulike innovasjoner innenfor eller med stor betydning for transportsystemet.

Rapporten er skrevet i april og mai 2018, på oppdrag for NTP-sekretariatet ved Ragnhild Wahl. Ragnhild Wahl og Camilla Berntzen har vært oppdragsgivers kontaktpersoner. Arbeidet har også hatt nytte av et seminar med NTP-sekretariatet hvor det kom en rekke relevante innspill. Rapporten er skrevet av Tale Ørving, Niels Buus Kristensen og Jørgen Aarhaug, med sistnevnte som prosjektleder. Tale Ørving har hatt hovedansvaret for delene av rapporten som omhandler gods. Tom Erik Julsrud har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, oktober 2018
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Silvia J Olsen
Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Forståelsesramme	1
1.2	Leseveiledning.....	3
2	Metode og teoretisk tilnærming	4
2.1	Teori	5
3	Trender og endringer i transportsystemet	13
3.1	Landskapstrender	13
3.2	Teknologiske innovasjoner som påvirker transportsystemet - nisjer.....	19
3.3	Oppsummering trender og nisjer.....	25
4	Forventede samfunnsmessige endringer av overordnede trender og teknologiske endringer	27
4.1	Samfunnsmessige trender og omveltninger - landskapsnivå.....	27
4.2	Teknologiske endringer - nisjenivå	30
5	Konsekvensene av trendene for atferd og transportetterspørsel i NTP 2022-2033	38
5.1	Konsekvenser for persontransporten.....	38
5.2	Konsekvenser for godstransporten	39
5.3	Modellfremskrivningene	41
6	Diskusjon / Oppsummering	43
	Referanser	46
	Vedlegg: Eksterne intervjuobjekter gods	49

Sammendrag

Samfunnstrender og ny teknologi - Perspektiver for fremtidens transportsystem

TØI-rapport 1641/2018

Forfattere: Jørgen Aarbaug, Tale Ørving og Niels Buus Kristensen

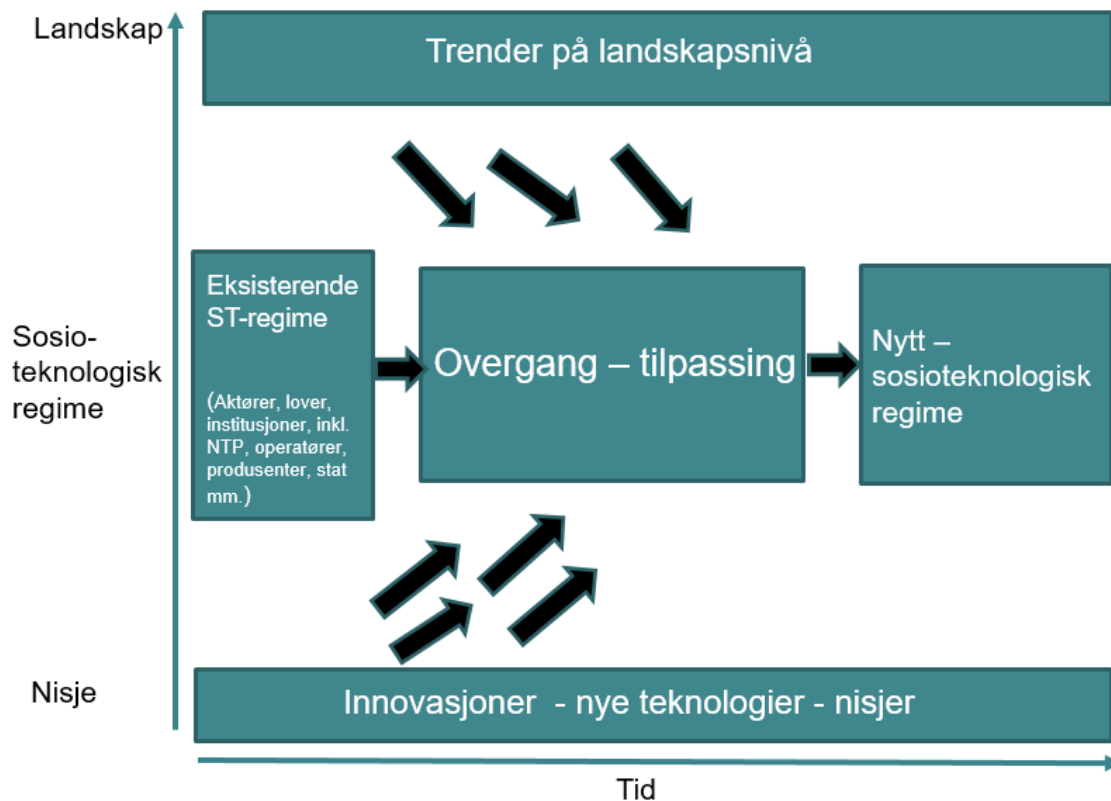
Oslo 2018 49 sider

Digitalisering og økt klima- og miljøbevissthet fremstår som trendene som har størst sannsynlighet for å endre samfunnsutviklingen radikalt. Trender som en større og eldre befolkning, økonomiske utviklingstrekk og globalisering er alle trender som i stor grad forventes å påvirke transportvolumene og fordelingen av transportarbeidet på ulike transportmidler, men de forventes i mindre grad å påvirke de samfunnsmessige strukturene rundt transporten, som hvordan transporten blir tilbudt og av hvem. Det finnes en rekke innovasjoner som er på markedet i dag, eller forventes komme på markedet fram mot 2030, som har stort potensial for å endre måten vi reiser på og måten transport blir tilbudt på. Radikale endringer forventes først når ulike slike nye teknologier virker sammen. Hver for seg peker de fleste nye teknologiene i retning av mer mobilitet for flere, som en forlengelse av den historiske utviklingen. I kombinasjon kan det tenkes at de kan resultere i en alternativ utviklingsbane.

Bakgrunn for rapporten og metodisk tilnærming

Denne utredningen, som er utarbeidet for NTP-sekretariatet, peker på at samfunnstrendene digitalisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene er de trendene på landskapsnivå som har potensial til å påvirke transportsystemet radikalt. Andre trender, som en større og eldre befolkning, økonomisk vekst og økt internasjonal interaksjon gjennom globalisering, forventes å fortsette i fremtiden og vil kanskje få vel så mye å si på utvikling i transportvolum, men innenfor rammene av dagens transportregime. Altså forventes det ikke at disse trendene i seg selv presser frem kvalitative endringer i samfunnet. Digitalisering, automatisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene kan derimot legge press på dagens aktører og derigjennom åpne opp for nye aktører og videre resultere i nye samfunnsstrukturer.

I denne utredningen er det benyttet en teoretisk innfallsvinkel i form av et *flernivåperspektiv* (Multi-Level Perspective – MLP) illustrert i figur S1, i kombinasjon med bruk av *utviklingsbaner* (transition pathways) for å gjøre vurderinger av ulike trender opp mot hverandre og se på hvordan transportsektoren og det øvrige samfunnet blir påvirket av de aktuelle trendene. I det følgende bruker vi et begrepsapparat strukturert rundt dette. Vi beskriver store utviklingstrekk som påvirker samfunnet på overordnet nivå som «landskapstrender», mens vi beskriver innovasjoner og ny teknologi som «nisjer». Det betyr at vi bruker begrepet nisjer, både på teknologier som ikke er modne og på fullt utviklede teknologier som ikke har nådd en dominerende posisjon i det eksisterende sosio-teknologiske regimet.



Figur S.1 Flernivåperspektiv (MLP).

Flernivåperspektivet gir et rammeverk for å se på sammenhengen mellom trender som påvirker samfunnet i stor grad, men utvikler seg sakte og innovasjoner som har en mye kortere tidshorisont. Samspillet mellom disse to ulike fenomenene gir opphav til endringer i samfunnsstrukturen. Avhengig av hvordan dette samspillet skjer kan utviklingen følge ulike baner.

Utviklingsbanene vi benytter oss av er;

- *Vanlig* endring, som er utvikling gjennom en rekke mindre forbedringer. Et eksempel på dette er utviklingen av stadig sikrere biler.
- *Transformasjon*, som er en utviklingsbane som kommer som et resultat av et ytre press, men uten at det finnes noen etablert alternativ teknologi som kan tas i bruk. Dette presser fram en innovasjon hos de eksisterende aktørene. Et eksempel på en slik utvikling er overgangen til miljøvennlig motorteknologi på tunge kjøretøy.
- *De-alignment re-alignment*, som er en utviklingsbane som kan komme når det oppstår et stort ytre press, samtidig som det er store utfordringer knytte til det eksisterende systemet og det heller ikke foreligger noe umiddelbart klart alternativ, det er flere konkurrerende alternativ. Et eksempel på dette er overgangen fra et transportsystem bygget rundt hester som kraftkilde til et transportsystem bygget rundt privatbilen.
- *Teknologisk substitusjon*, som er en utviklingsbane som finner sted som følge av et ytre press, men hvor det foreligger en klar moden alternativ teknologi. Et mye brukt eksempel på dette er hvordan dampskipene overtok for seilskip på transport mellom Europa og Asia når Suez-kanalen åpnet.
- *Rekonfigurasjon*, er en utviklingsbane som kommer når de eksisterende aktørene responderer aktivt på ytre press og ny teknologi, slik at sammensetningen av regimet over tid endres, uten at det har skjedd et direkte eller tydelig brudd. Disse

utviklingsbanene kan også virke sammen. Et eksempel på dette kan være jernbanesystemets utvikling fra damplokk og vogner til elektriske høyhastighetstog.

- *Sekvensiell transformasjon*, som er en utviklingsbane hvor utviklingen følger flere av de ovenfor nevnte utviklingsbanene på ulike tidspunkt. Her kan et eksempel være tilpasning til klimaendringer.

Videre har vi trukket frem tre spørsmål som vi ser som sentrale:

Hvilke av trendene som slår inn over samfunnet har mulighet til å endre transportsystemet radikalt?

Hvordan påvirkes transportbehovet i samfunnet av ny teknologi og de rådende samfunnstrendene?

I hvilken grad kan ny teknologi og nye organiseringsformer bidra til radikale endringer i dagens transportsystem og hvilken betydning kan dette ha for det fremtidige transportbehovet?

Store trender (trender på landskapsnivå)

Landskapstrendene vi har valgt å fokusere på i dette arbeidet inkluderer:

- *Globalisering*, som vi i første rekke ser på som økt intensitet i interaksjon mellom mennesker på et globalt nivå.
- *En voksende og aldrende befolkning*, som består av hvordan befolkningssammensetningen endrer seg over tid.
- *Økonomisk vekst*, som går på forventningene om en økning i produktiviteten og økt arbeidsdeling.
- *Urbanisering*, som går på at en stadig større del av befolkningen bor i byer og bynære områder.
- *Digitalisering*, som er en trend som drives fram av teknologiske framskritt knyttet til digital teknologi. Dette gir et stadig større mulighetsrom for tjenesteinnovasjon.
- *Økt arbeidsmobilitet*, som går på at stadig flere arbeidsoppgaver kan løses uavhengig av tid og sted.
- *Bedre transportsystemer*, som peker på trenden om gradvis forbedring av transportsystemene over tid, og påvirkningen dette har i form av redusert ulempe ved å reise.

Felles for disse trendene er at de påvirker både transportsystemene og det øvrige samfunnet. I denne rapporten har vi i første rekke sett på hvordan påvirkningen på transportsystemet og dernest på hvordan trendene virker på samfunnet for øvrig, altså ser vi på atferdsendringer på samfunnsnivå relatert til transport.

Vi finner at alle disse trendene har påvirkning på folks transportrelaterte atferd, men trendene virker gjennom ulike mekanismer og med ulik grad av mulighet for å påvirke hvordan transportsystemet og samfunnet blir seende ut i fremtiden.

Ny teknologi som påvirker samfunnet og transportsektoren

Rekken av nye teknologier og idéer som kan tenkes å påvirke samfunnet generelt og transportsektoren spesielt er lang. Vi har valgt å fokusere på fire grupper slike innovasjoner *Elektrifisering*, *Automatisering*, *Delingsøkonomiske forretningsmodeller* og *sammirkende ITS*.

- *Elektrifisering*, betyr i denne sammenhengen overgang fra en mekanisk til en elektrisk drivlinje for kjøretøy, uavhengig av energibærer.

- *Automatisering* handler her om at transportmidlene i større grad blir selvkjørende.
- *Delingsøkonomiske forretningsmodeller* går i hovedsak ut på forretningsmodeller som muliggjøres av teknologi som kobler tilbydere og etterspørrere uten fysiske mellommenn, slik at produksjon av tjenester i større grad kan utføres mellom likemenn (*peer-to-peer*).
- *Samvirkende ITS*, teknologier og applikasjoner som utnytter effektiv datautveksling mellom enheter, aktører og infrastruktur i transportsystemet.

I tillegg til disse har vi sett på et utvalg av enkeltteknologier som kan være særlig interessant for transportsektoren. Dette dreier seg om: *Kombinert mobilitet* eller *Mobility-as-a-Service* (MaaS), *Hyperloop*, *E-handel*, *Droner* og endringer i flyteknologien.

Samvirke mellom trender og teknologi

En kompliserende faktor i å tolke samfunns- og transportkonsekvensene av at trendene på landskapsnivå og innovasjonene (nisjer), virker sammen. Hver for seg, kan trenden, eller innovasjonen, være for liten til å påvirke regimet i særlig grad, men sammen kan de være del av en årsakskjede som resulterer i et radikalt annerledes regime.

Vurderingene som gjøres i rapporten er at hverken trendene, teknologiene eller nye forretningsmodeller, hver for seg og på kort sikt, kommer til å påvirke transportsystemet i særlig. Forventningen er imidlertid at mange av trendene og teknologiene som er nevnt i denne rapporten vil virke sammen, og at dette i sum kan resultere i radikale og uoversiktlige endringer på mellomlang og lang sikt. Her kommer særlig kombinasjonen med store trender som økt klima- og miljøbevissthet, sammen med digitalisering inn. Dette er endringer på landskapsnivå som påvirker regimet og gjør at mulighetsrommet for nye innovasjoner endres. Disse trendene kan resultere i en utviklingsbane som skiller seg fra de utviklingstrekkene vi har observert så langt.

Vi ser for oss at innovasjoner knyttet til gruppen av nye teknologier vi har behandlet i felleskategorien automatisering, samt E-handel har særlig potensiale til å påvirke samfunnet radikalt. Hendelsesforløpet i en slik prosess er forventet være: 1) trendene «åpner opp regimet», ved at de dominerende aktørene innser at det ikke lenger er gjennomførbart å fortsette som før. 2) Videre kommer det en periode hvor det er uklart hva som blir de dominerende teknologiene. På dette stadiet vil flere alternative og potensielt regimedannende teknologier eksistere sammen i markedet. På samme måte som sykkel, trikk og biler eksisterte parallelt i amerikanske storbyer over lang tid, før bilen tok over og ble dominerende. 3) Dernest er forventningen at situasjonen med flere parallelle teknologier er forbigående, og at et nytt regime på sikt etableres, basert på et mindre utvalg av teknologiene. I en slik transformasjonsprosess er forventningen altså at antall teknologier i markedet øker i en overgangsfase, før en ny teknologi blir dominerende, og antallet alternative teknologier faller. Denne transformasjonen er en motsats til en utvikling hvor det blir stadig flere nye teknologier på markedet.

Godstransporten blir påvirket av trender både på landskapsnivå og nisjeinnovasjoner, men ut ifra det datamaterialet vi har hatt tilgang på i denne utredningen virker det som godstransporten i langt mindre grad enn persontransporten vil bli utsatt for radikale omstruktureringer. Innovasjonene medfører en dreining i etterspørselen, antagelig i retning av mer differensierte tilbud. Dette betyr kortere distribusjon av ferdigvarer i mindre kvanta, noe som kan peke i retning av lavere kapasitetsutnyttelse.

Hvilke av trendene som slår inn over samfunnet har mulighet til å endre transportsystemet radikalt?

Denne utredningen peker på at samfunnstrendene digitalisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene er de trendene på landskapsnivå som har størst potensial til å påvirke samfunnet og transportsystemet radikalt. Andre trender forventes å kanskje få vel så mye å si på utvikling i transportvolum, men innenfor rammene av dagens transportsystem. Digitalisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene kan derimot åpne opp for nye aktører og derigjennom resultere i et transportsystem med en annen struktur enn dagens.

Hvordan påvirkes transportbehovet i samfunnet av ny teknologi og de rådende samfunnstrendene?

Transportbehovet forventes i all hovedsak å øke. Dette gjelder både som en konsekvens av at ny teknologi forventes å redusere ulempene knyttet til transport og som følge av overordnede trender som peker i retning av økt etterspørsel. Miljøkonsekvensene av en ekstra enhet transport forventes å falle, mens den negative påvirkningen i form av økt trengsel og nedsatt mobilitet forventes å øke, særlig i de største byområdene. Samtidig er forventningen at antallet enheter transport forventes å øke, om det ikke innføres restriktive tiltak. Mulige slike tiltak inkluderer mobilitetsprising og restriktiv arealbruk.

I hvilken grad kan ny teknologi og nye organiseringsformer bidra til radikale endringer i dagens transportsystem og hvilken betydning kan dette ha for det fremtidige transportbehovet?

Hver for seg ser det ikke ut til at teknologiene eller nye forretningsmodeller kommer til å påvirke transportsystemet i særlig grad, med unntak av teknologiene under samlebetegnelsen automatisering. Forventningen er imidlertid at mange av teknologiene som er nevnt i denne rapporten vil virke sammen og at dette i sum kan resultere i radikale og uoversiktlige endringer. Her kommer særlig kombinasjonen med store trender som økt klima- og miljøbevissthet, sammen med digitalisering inn. Dette er endringer på landskapsnivå som, sammen med nye innovasjoner, kan resultere i en utviklingsbane som innenfor et MLP-perspektiv kan karakteriseres som en «de-alignment re-alignment»-bane. Dette innebærer at trendene gir et mulighetsrom for ny teknologi, ved at de legger et press på regimet. Utviklingen forventes da å være at det kommer en periode hvor det er uklart hvilke teknologier som blir de dominerende. Flere alternative og potensielt dominerende teknologier, kan eksistere sammen i markedet. Innenfor denne teoretiske forståelsen av utviklingen er da forventningen at en slik mellom-situasjon er forbigående. Et nytt regime vil etableres basert på et mindre utvalg av teknologiene, men det tar noe tid før det blir klart hvilke teknologier blir de dominerende.

Parallelt med en slik analyse på overordnet nivå, med hele transportmarkedet som ett regime. Kan hvert enkelt transportmiddel analyseres som et eget regime. Ved en slik illustrasjon kan en se for seg en serie med regimer som blir utsatt for landskapstrendene og da særlig digitalisering og økt miljø- og klimabevissthet. Begge trendene medfører risiko for 'sjokk' som politiske vedtak eller nye teknologiske muligheter. Her vil det enkelte regime stå overfor en utviklingsbane av typen teknologisk substitusjon, transformasjon eller rekonfigurering. Et dagsaktuelt eksempel er en teknologisk substitusjon i form av endret motor- og drivstoffteknologi innenfor veitransporten. Substitusjonen skjer fra svært forurensende forbrenningsmotorer, til langt mindre forurensende forbrenningsmotorer og elektrisk fremdrift. Dette skjer som følge av en utvikling som har blitt presset fram av

landskapstrender som økt bevissthet om klima- og miljøutfordringene kombinert med en serie med mindre innovasjoner. Endringen har fulgt en utviklingsbane tilsvarende vanlig endring i form av inkrementell teknologiforbedring og transformasjon som følge av sjokk, i form av politiske vedtak om utslippskrav.

Det er svært vanskelig å anslå sannsynlighet eller tidshorisont for når og hvordan ulike utviklingsbaner kommer til å inntreffe. Dette avhenger i stor grad av samspillet mellom landskapstrendene, regimeaktørene og innovasjonene på nisjenivå.

Summary

Transport sector innovation and societal changes

TØI Report 1641/2018

Authors: Jørgen Aarbaug, Tale Ørving og Niels Buus Kristensen

Oslo 2018 49 pages Norwegian

Digitalisation and increased awareness of climate change and the environmental impact of the transport sector are singled out as the societal trends that have the highest probability of creating a new and different transport sector. Other trends, such as population growth and demographic changes, economic developments and globalisation are all trends, that will have an important effect on the transport volumes and the modal split. Still, these trends are more likely to have their effect without radically restructuring the sector. At the same time as these societal trends are evolving a wide range of new technology is developed. This include many innovations that attempt to enter the transport system, by providing new solutions to existing or new issues. Each of these innovations may only have a limited direct impact on the market, but when bundled together their potential impact increases radically.

Context and methods

This report has been written as part of the preliminary work for the Norwegian National Transport Plan 2022 – 2033. The report focuses on identifying trends that can cause a radical change in the relationship between the transport system and society. The analyses that leads up to this prioritising and discussing of different societal trends and technologies is based upon the Multi-Level Perspective (MLP) and transition pathways.

Previous research on adjacent topics have provided the starting point for selecting relevant trends and technologies for this study. In particular we have used the report *Teknologiendringer og nullvekstmålet* (Østli mfl., 2017), that looks at the Norwegian policy objective of having zero-growth in car traffic in urban areas is affected by new technology, with an emphasis on Automated Vehicles, Mobility-as-a-Service, and Sharing Economy related modes. The report *Teknologitrender som påvirker transportsektoren*, (Bakken mfl., 2017) which describe different new transport- and related technologies. *Fremsyn 2050* (KPMG mfl., 2018), that present and describe a selection of trends. In addition we have also used the Danish report *Mobilitet for fremtiden* (Kristensen mfl., 2018), which looks at the consequences of a selection of new technologies and trends on mobility behaviour and travel patterns in a Danish context.

A simplified version of MLP is presented in figure s1.

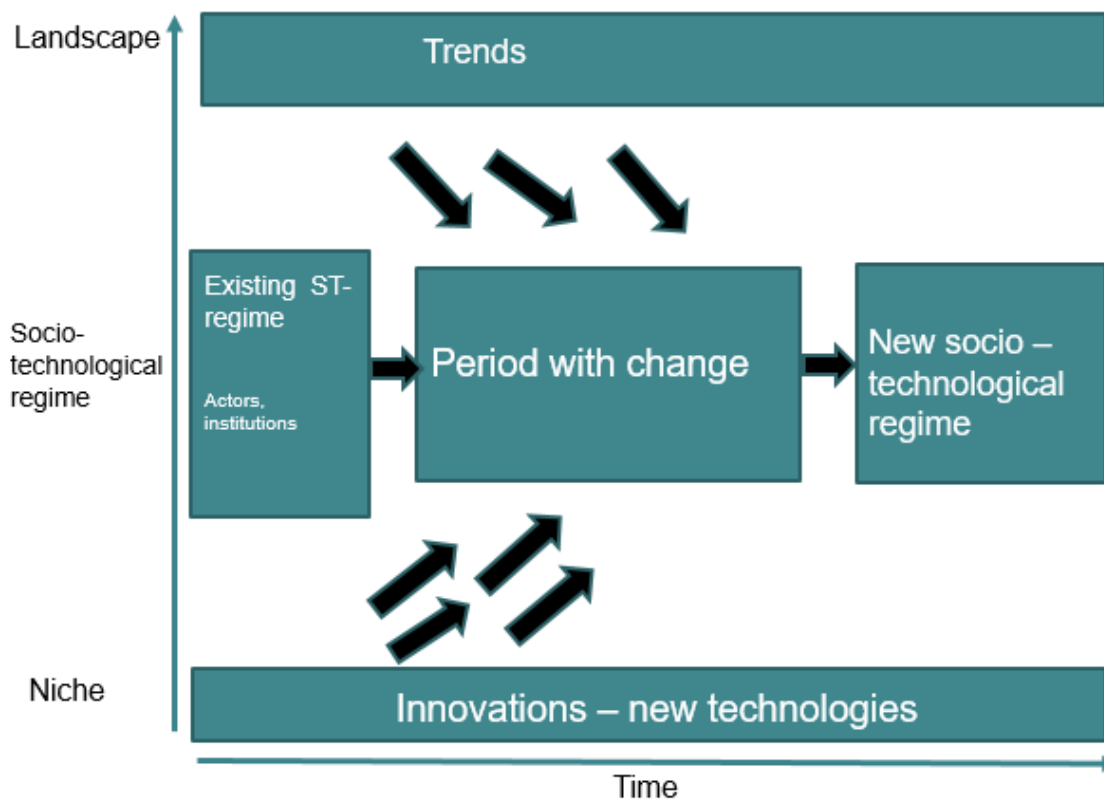


Figure S1: the Multi-Level Perspective (MLP) in a simplified form, adapted from (Geels, 2002).

In this report the MLP framework is used as a tool to study the interaction between trends that affect society through slow and deep changes and innovations that appear much more frequent, but with much less force. The interplay between these two phenomena gives rise to changes in the socio-technical regime. Depending on how the interaction between trends and innovations play out, the development can follow different transition pathways. In this report we utilize the following pathways adapted from (Geels og Schot, 2007).

- Reproduction process (regular change), when the sociotechnical regime remains dynamically stable and reproduce it-self. New innovations come, but within the existing sociotechnical regime. The continuing evolvement of safer cars, can be seen as an example of this.
- Transformation pathway. Where there is moderate landscape pressure for change, but the innovations have not yet fully developed so that the regime actors respond by modifying the direction of their activities. An example of this is the development towards ever less emissions from heavy vehicles.
- De-alignment and re-alignment path. Where the regime is faced by external pressure that lead to the regime collapsing before an alternative is ready, this create a situation where multiple niches evolve into competing niches. An example of this is the transition from a horse based city transport system to a system based upon the private car.
- Technological substitution, where there is a combination of external pressure on the regime and the existence of an alternative technology. The large scale implementation of steam technology on goods shipping following the opening of the Suez-canal serves as an example of this.

- Reconfiguration, where symbiotic innovations develops in niches and are adopted by the regime to solve specific problems. This further results in adjustments in the regime and over time results in a new regime. An example here is the transition from steam powered rail transport to high-speed electric power for intercity passenger transport.
- Sequential transition, where different pathways are followed at different points in time.

For this study we have formulated three key questions:

Which of the trends have the possibility to change the transport system radically?

How is the demand for transport in society affected by new technology and the existing trends?

To what extent can new technology and new ways of organizing contribute to radical changes in today's transport system and which impact does this have for the future transport demand?

Landscape level trends

The trends selected in this analyses include:

- *Globalization*, which we primarily see as increased intensity in the interaction between individuals at global level.
- *Growing and aging population*, which is describing how the population is changing over time.
- *Economic growth*, which is a result of an expectation of increased productivity and increasing division of labor.
- *Urbanization*, which is a reflection of the increasing share of the population living in urban areas.
- *Digitalization*, which as a trend is a sum of new technologies available through progress in digital technology and infrastructure.
- *Increased labor mobility*, increase in the number of tasks that can be provided independent of time and place.
- *Improved transport systems*, ever decreasing disutility from transport as a result of incremental increases in infrastructure quality and technology.

These trends both impact the transport systems and society. In this study we focus on the intersection between transport and society, in particular behavioral changes at societal level related to changes in the transport sector.

New technologies that influence society and the transport sector

The number of new technologies and ideas that can have an impact on society and the transport sector is long. In this report we have focused on four groups of innovations. *Electrification, Automatization, Sharing Economy and Cooperative Intelligent Transport Systems.*

- Electrification, is in this context exemplified by the transition from mechanical to electric powertrain for vehicles, independent of energy carrier.
- Automatization, which is exemplified by ever increasing levels of autonomous vehicles

- Sharing economical business models, which is used as a term describing peer-to-peer transactions facilitated by new technology.
- Cooperative Intelligent Transport Systems, which is technology and applications that utilize efficient data exchange between units, actors and infrastructure within the transport system.

In addition to these technologies, we have included a selection of specific innovation that can be specially relevant for the transport sector. These include *Mobility-as-a-Service*, *Hyperloop*, *E-commerce*, *Drones* and changes in airplane technology.

Trends and technology are working together

A complicating factor in studying and analyzing the different transition pathways is that the trends and technologies are correlated. Each trend, or technology, when analyzed on its own have a very limited impact on the sociotechnical regime. However, as these trends and technologies are evolving in parallel they form more complex causal relations and can together result in a radically different regime.

This report conclude that neither of the trends, technologies or new business models, discussed will affect the transport system significantly by its own and in the short term. The expectation is rather that these trends and technologies together will have a great impact, resulting in complex chains of events and societal changes in the medium to long term. In particular we find that the combination of increased environmental awareness and digitalization has the potential to change the regime.

Looking at technology we conclude that innovations treated under the umbrella automation, can together with e-commerce have the potential to change society radically. In this we perceive a development along these lines. First, the trends undermine the existing regime, where the main actors no-longer think that business as usual is a viable policy option. Second, there is a period when it is unclear which technology is the most promising and viable, many technologies will exist in parallel. Third, there is a period where one, or a few, of the alternative technologies become dominant, and a new regime based upon this technology is established. This is a development along the “de-alignment and re alignment path”. In this transformation proseecco the expectation is that the number of new alternative technologies increase as part of the transition process. This number will later be reduced as one or a few new technologies become dominant. This is contrasting the common expectation of an ever increasing diversity in transport modes.

Freight transport is also affected by trends at landscape level and niche innovations, however from the data available to this study, it seems that freight transport is less likely to experience the same regime-level transformations as passenger transport. Both the trends and innovations point towards a change in demand, probably in the direction of more differentiated services. This means shorter distribution of processed goods, packaged in smaller units. Similarly, but to a smaller extent the underlying heavy and long transport of un-processed raw materials will become less centralized as production become less centralized. Iron will still be mined at the same location, but it will be processed at more locations. Pointing towards increased demand for shipping, but utilizing smaller ships.

Which of the trends have the possibility to change the transport system radically?

This study point to digitalization and increased environmental awareness as the two landscape level trends that have the potential to change society and the transport system radically. Other trends are expected to contribute to changes in transport volumes, and may as such result in a greater volumetric impact, but within today's sociotechnical framework. Digitalization and increased environmental awareness on the other hand opens up the regime for new actors and new solutions, which again can result in a different sociotechnical regime.

How is the demand for transport in society affected by new technology and the existing trends?

We expect that the demand for transport will continue to increase. This is both as a consequence of new technology, which we expect will reduce the experienced disutility related to transport and as a consequence of landscape level trends that point towards increased demand. Expected environmental impact from each unit of transport is expected to be reduced while the negative externalities, in the form of congestion and reduced mobility is expected to increase, particular in the urban areas. At the same time the amount of transport is expected to increase, if this is not mitigated with restrictive policy.

To what extent can new technology and new ways of organizing contribute to radical changes in today's transport system and which impact does this have for the future transport demand?

Each of the technologies or business models described in this report is not expected to have a radical influence on the transport system on its own, with the possible exception of the technologies grouped under the label automation. The expectation is rather that the technologies and trends mentioned in the report will act together and that this in sum will result in radical changes and changes where the causal relations will be complex to follow. We identify the combination of the trends digitalization and increased environmental awareness, as trends which are likely to result in a transition that can result in a "de-alignment and re-alignment" transition pathway, with a new and different regime as an outcome.

In parallel with this analyses on aggregate level, the transport system can be subdivided into regimes focusing on each transport mode. Using this approach as a point of departure and retaining the MLP-framework this results in a picture where there is a series of regimes being affected by the landscape level trends, in particular digitalization and increased environmental awareness. Both of these trends result in an increased risk for 'chocks' such as political decisions and new technological possibilities. Using this approach each regime will face the possibility for a transition following either a transformation pathway, technological substitution pathway or a reconfiguration pathway, depending on the type chock, the available technology and how the regime actors respond to the changes. In the Norwegian context this development can be exemplified by the technological substitution from internal combustion engines with high levels of local emissions to much cleaner

engine technology and electric drivetrains. This transition has been made possible by a combination of landscape level trends, in particular increased awareness of the negative externalities of using old internal combustion engines on heavy vehicles in city traffic, combined with incremental technological innovations. The transition has followed a pathway combining the properties of regular change and reconfiguration in terms of technological innovation and transformation in terms of chocks, in the form of political decisions on compulsory environmental standards.

It is very difficult to predict the probability or time horizon for when and how different transition pathways may accrue. This is highly dependent on the interplay between the landscape level trends, the regime actors and the innovations.

1 Innledning

Denne rapporten skal beskrive forventede endringer på samfunnsnivå som følge av ny teknologi med betydning for transportarbeidet. Arbeidet med denne rapporten er del av en større prosess i NTP-sekretariatet. Rapporten skal levere input til Teknologikutredning for NTP 2022-2033.

Rapporten bygger på tidligere utredninger og da særlig *Teknologiendringer og nullvekstmålet* (Østli mfl., 2017), som ser på hvordan arbeidet med å nå nullvekstmålet påvirkes av ny teknologi. *SINTEF – teknologitrender som påvirker transportsektoren* (Bakken mfl., 2017), som beskriver ulike teknologier som forventes å komme og når disse forventes. *KPMG – Fremsyn 2050* (KPMG mfl., 2018), som presenterer et utvalg trender som kan slå inn. Vi har også benyttet oss av en studie gjennomført av den danske ekspertgruppen *mobilitet for fremtiden* (Kristensen mfl. 2018), som ser på konsekvenser av ny teknologi for atferdsendringer både på individ og samfunnsnivå i en dansk kontekst. Formålet er å gjennomføre en kartlegging av hvilke trender på samfunnsnivå som sammen med forventede teknologiendringer kan endre transportsystemene i vesentlig grad.

Denne rapporten viser til følgende punkter i en bestilling fra NTP-sekretariatet:

Det skal gjennomføres en utredning som beskriver forventede atferdsendringer på samfunnsnivå som påvirker transporttettersspørsmål for både persontrafikk og næringstransport. Det må skilles mellom større omveltninger og mindre endringer, og en grov vurdering av tidsperspektiv.

Dette oppdraget er videre delt i to deler hvorav denne rapporten svarer til punktet:

Identifisere og beskrive konkrete samfunns- og næringsmessige endringer som følge av ny teknologi. Rapportene «Trender og utviklingstrekk», «Teknologitrender som påvirker transportsektoren», foreløpig rapport «Teknologikutredning for NTP 2022-2033» og pågående smarte-byer-konsepter vil danne et viktig grunnlag for arbeidet.

Med bakgrunn i denne bestillingen har vi valgt å ta utgangspunkt i samfunnstrender som tidligere utredninger har identifisert som potensielt viktige for transportmarkedene, samt teknologiendringer som påvirker både transportmarkedene og transportens rolle i samfunnet. Trender og teknologier som ikke opplagt påvirker både transportsystemet og samfunnsstrukturen rundt dette er ikke tillagt vekt i denne rapporten. Med atferdsendringer på samfunnsnivå, forstår vi endringer som påvirker samfunnsstrukturene, altså utviklingsbaner som utfordrer de eksisterende samfunnsinstitusjonene knyttet til transportsystemet.

1.1 Forståelsesramme

Rapporten bygger som nevnt på tidligere utredninger av teknologi og teknologianvendelser som har blitt utarbeidet som grunnlag for arbeidet med Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2033. I disse beskrives teknologitrender og andre utviklingstrekk og drivkrefter, og det analyseres hvilke muligheter og konsekvenser som følger av ny teknologi i et langsiktig perspektiv. Spesielt relevante er

- SINTEF: *Teknologitrender som påvirker transportsektoren* (Bakken mfl., 2017), som beskriver ulike teknologier som forventes å komme og når disse forventes.

- KPMG: *Fremsyn 2050 trender innen samferdsel frem mot 2050* (KPMG mfl., 2018), som gir en oversikt over generelle samfunnstrender, utviklingstrekk og drivkrefter frem mot 2050.
- TØI: *Teknologiendringer og nullvekstmålet* (Østli mfl., 2017), som ser på hvordan arbeidet med å nå nullvekstmålet påvirkes av ny teknologi.

SINTEF-rapportens Del 1 beskriver en rekke globale nøkkelteknologier, herunder informasjons- og kommunikasjonsteknologier, som forventes å kunne få stor innvirkning på samfunnet, men uten å gå i detaljer med hvordan samfunnet vil bli påvirket. Del 2 fokuserer på hvordan disse nøkkelteknologier kan tenkes å endre transportsystemet.

KPMG-rapporten beskriver generelle samfunnstrender, utviklingstrekk og drivkrefter bak og gir bud på mulige innvirkninger på livsstil, bosetning, nærings- og arbeidsliv og skisserer hvordan det kan påvirke transport- og mobilitetsbehov.

Vi har også benyttet oss av studien gjennomført av den danske ekspertgruppen *Mobilitet for fremtiden* (Kristensen mfl., 2018), som ser på forventede konsekvenser av ny teknologi for transportsystemet og transportatferden i en dansk kontekst. Disse konsekvenser vurderes i forhold til de generelle samfunnstrender som drivkrefter i transporttettersspørsele på lengere sikt med spesielt fokus på hvordan det vil *endre* denne utviklingen.

Disse innsiktene vil også bli benyttet her. Det legges til grunn at de generelle samfunnstrendene uansett hvilke nye teknologier som slår igjennom vil gi anledning til stor vekst og forandringer i det generelle transportmønsteret i Norge. Dette diskuteres med utgangspunkt i et flernivåperspektiv (Multi-level perspective MLP), hvor ulike kombinasjoner av samfunnstrender og teknologiske nyvinninger peker i retning av ulike utviklingsbaner. De nye teknologiene, som presentert i (Bakken mfl., 2017), kan få svært ulike konsekvenser i samfunnet avhengig av hvordan de innføres, og hvordan de virker sammen med de overordnede trendene. Derfor er det viktig i denne utredningen å peke på sammenhengene mellom innovasjoner, trender og overordnede atferdsendringer.

Sentrale spørsmål er:

Hvilke av trendene som slår inn over samfunnet har mulighet til å endre transportsystemet radikalt?

Hvordan påvirkes transportbehovet i samfunnet av ny teknologi og de rådende samfunnstrendene?

I hvilken grad kan ny teknologi og nye organiseringsformer bidra til radikale endringer i dagens transportsystem og hvilken betydning kan dette ha for det fremtidige transportbehovet?

I rapporten bruker vi begrepet «trender» på samme måte som gjort i tidligere utredninger (Bakken mfl., 2017) og (KPMG mfl., 2018), som synonymt med drivkrefter på overordnet nivå, tilsvarende det engelske «societal mega-trends», ikke i den mer vanlige betydningen «mote».

Vi skriver heller ikke om 'smarte byer' som en egen trend, men har det som en del av 'digitalisering'.

1.2 Leseveiledning

Denne rapporten er strukturert som følger:

- Metode og teori presenteres i kapittel 2.
- Trendene presenteres i kapittel 3, her skilles det mellom overordnede trender, dvs. trender på landskapsnivå, og enkelt-innovasjoner, dvs. endringer på nisjenivå.
- Hvordan de ulike trendene kan tenkes påvirke atferdsendringer på samfunns- og næringsnivå diskuteres i kapittel 4 i lys av den teoretiske forståelsen presentert i kapittel 2.
- Konsekvenser av atferdsendringer og transportetterspørsel som følge av teknologiendringer diskuteres bl.a. opp mot eksisterende framskrivinger i kapittel 5.
- Rapporten avsluttes med en oppsummerende diskusjon på overordnet nivå i kapittel 6.

2 Metode og teoretisk tilnærming

Årsak-virkningsforholdene mellom de samfunnsmessige- og teknologiske trendene, og endret atferd er ikke alltid opplagte og entydige. En hovedobservasjon fra forskning på trender og teknologiske endringer er at årsak-virkningsforholdene er uklare, ikke bare før endringene skjer, men også etter (Lyons og Davidson, 2016).

For næringstransporten er det viktig å skille mellom effekter som skyldes endringer som følge av ny teknologi og infrastruktur som reduserer transportkostnadene og endret teknologi som endrer etterspørselen etter transport. For persontransporten er et tilsvarende skille mellom effekter som peker på endringer i transportvolum og endret fordeling mellom transportmidlene. En utdypende studie av disse forholdene ligger utenfor rammene av denne rapporten. Imidlertid er det nødvendig å beskrive deler av disse forholdene for å diskutere de samfunnsmessige konsekvensene av at mulighetsrommet for romlig interaksjon endres som en følge av teknologiendringer. Det er også nødvendig å presentere et teoretisk rammeverk for å kunne se de ulike trendene og teknologiendringene opp mot hverandre. Denne rapporten er i hovedsak basert på en analyse utført etter en gjennomgang av eksisterende litteratur, og da med særlig utgangspunkt i rapportene nevnt i kapittel 1. Dette er supplert med innspill som er kommet i et seminar og supplerende informasjon som er innhentet i løpet av prosjektperioden. Det har særlig vært nødvendig med supplerende informasjon knyttet til gods, da litteraturtilfanget er begrenset.

Det ble foretatt ekspertintervjuer av fem fagpersoner innenfor transport og logistikk. Disse intervjuene er nærmere beskrevet i vedlegg 1 (tabell V.1). Der hvor det i teksten, om godstransport, ikke er henvisning til eksisterende faglitteratur er informasjonen hentet fra ekspertintervjuene.

Vi har ikke tillagt den geografiske dimensjonen av hverken teknologiendringene eller trendene stor vekt i våre analyser. Fokuset har ligget på endringstyper og beskrivelse av atferdsendringer på samfunnsnivå. Vi ser imidlertid at begge disse forholdene også har en geografisk dimensjon og at analyser på individnivå må trekke tydeligere inn disse perspektivene. Fra tidligere studier (Kristensen mfl., 2018, Christiansen mfl., 2016) ser vi at det er fornuftig å skille mellom ulike geografiske områder i mange av diskusjonene knyttet til anvendelsesområdene til ulike transportmidler og ny teknologi. Der vi har tatt med den geografiske dimensjonen har vi benyttet oss av følgende kategorier:

- De fire største byene (Oslo, Bergen, Stavanger og Trondheim).
- Forstedene til de fire største byene
- Øvrige byer, over 50 000 innbyggere
- Trafikk mellom byene.
- Resten av landet.

Bakgrunnen for at dette er hensiktsmessig skille er at de største byene allerede i dag skiller seg fra de øvrige byene med et annet sett med muligheter knyttet til transportvalg og da særlig kollektivtransport for daglige personreiser. Forstedene til disse byene, har et eget reisemønster med relativt høye kollektivandeler for arbeidsreiser, men veldig lave kollektivandeler for andre reiser. Byene som er et hakk mindre enn disse er byer hvor endret bystruktur, sammen med teknologiske endringer kan tenkes å endre

utviklingsbanene. Trafikken mellom byene er de store underliggende transportstrømmene, knyttet til næringstransport, langs kysten særlig transport av bulkgoods. Disse styres av de globale produksjonsmønstrene. For persontransport er det særlig fritids- og reiser i arbeid (tjenestereiser) som skjer mellom byene.

2.1 Teori

2.1.1 Flernivåperspektiv (Multi level perspective - MLP)

MLP er et analytisk rammeverk som ble utviklet av Geels mfl. (Geels, 2002) for å analysere teknologiske innovasjoner og systemendringer på ulike områder i samfunnet. Rammeverket består av tre elementer eller analytiske nivåer; *nisjer*, *regimer* og *landskap*. Hvor utvikling av enkeltteknologier skjer på nisjenivå. Hoved nivået er regimet, hvor alle dominerende aktører befinner seg. Landskap refererer til ytre forhold. Hvilke teknologier, aktører og trender som finnes på disse nivåene endres over tid.

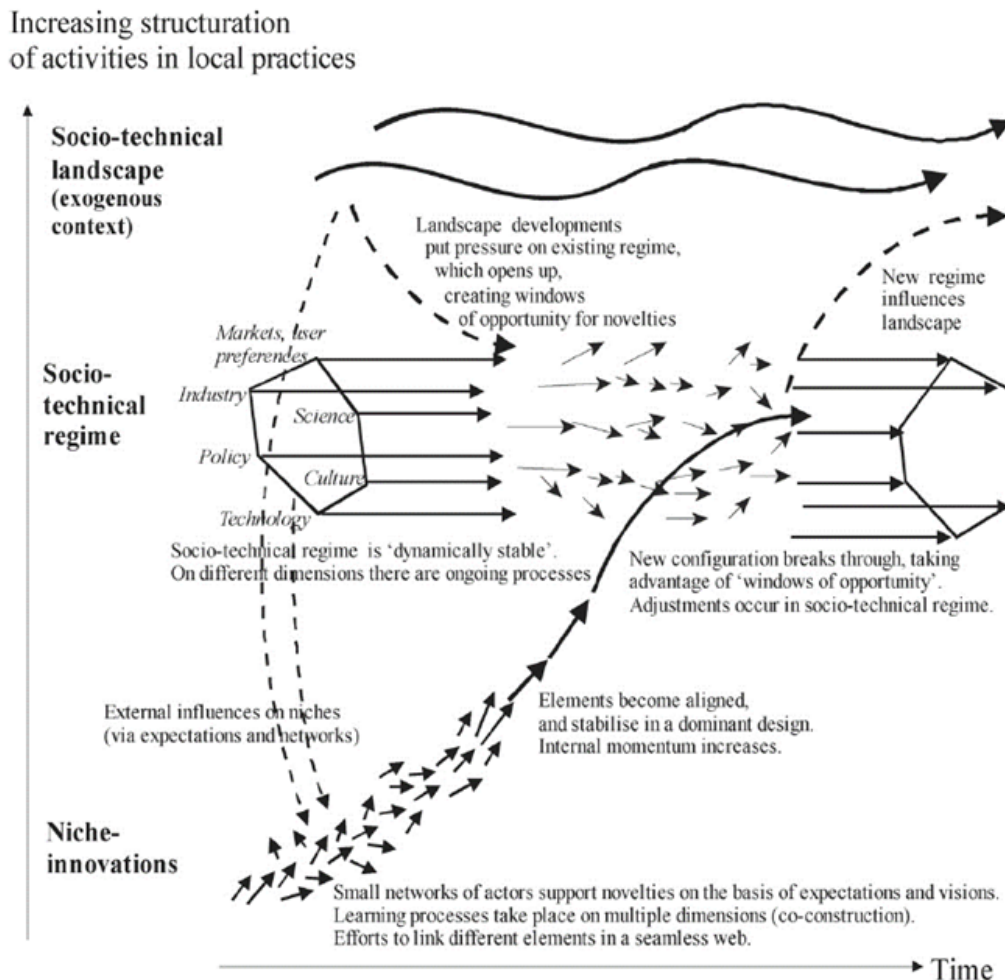
Vi bruker dette rammeverket for å se på hvordan *nisje*aktiviteter, som i MLP finner sted i utkantene av hovedmarkeder, påvirker og påvirkes av trender og regimets respons. Hver enkelt ny teknologi vil som oftes begynne som en nisjeaktivitet.

Regimer inkluderer de dominerende aktørene og institusjonene (hovedmarkedet). Innenfor dagens transportssystem vil dette være kollektivtransportsselskap som Ruter, bilprodusenter og myndigheter som er tilpasset de ulike sektorene i transportmarkedene og arbeidet med Nasjonal transportplan.

Trender er en form for endringer på landskapsnivå der eksterne faktorer påvirker regimer og nisjer. Slike trender er gjerne langsiktige endringer som slår inn i flere markeder, som demografiske endringer, og endringer i det teknologiske mulighetsrommet. Befolkningsvekst, større aldrende befolkning, digitalisering, klimaendringer og endrede verdisyn er eksempler på slike trender.

Innenfor dette rammeverket kommer endringer i regimet som følge samspillet mellom eksterne landskapsmessige faktorer (*trender*), regimets handlemåter og nisjeinnovasjon.

MLP-rammeverket kan forklare endringsdynamikk innenfor store teknologiske systemer, som transportfeltet, og betingelser for mer eller mindre radikale endringer i disse. Endring, slik det forstås i dette perspektivet, er ikke nødvendigvis jevn, sikker og deterministisk, men ofte radikal og ikke-lineær. Lange perioder med stabilitet kan avløses av hurtige endringer som følge av nye nisjer eller endringer på landskapsnivå.



Figur 2.1: Multi-level perspective on transitions, (Geels, 2012).

Figur 2.1 er en illustrasjon av sentrale elementer innenfor MLP-modellen. Figuren kan leses med utgangspunkt i dagens nisjeinnovasjoner, og hvordan disse over tid kan bevege seg opp til å bli del av det etablerte regimet. Nisjeinnovasjonene starter med små aktører som sysler med nye idéer. Disse nisjeaktørene blir påvirket av både elementer av regimet og trender på landskapsnivå. Etter hvert beveger noen deler av nisjeaktivitetene seg over på regimenivå, etter som de når større andeler av markedet, eller at regimeaktørene tar nisjeaktivitetene opp i seg. Videre fører dette til utviklingen av et nytt regime eller endringer i det eksisterende.

Innenfor et MLP-perspektiv kan dagens situasjon i transportmarkedene tolkes som et sterkt etablert regime, knyttet til de etablerte transportmidlene¹. Innenfor dette regimet i Norge er NTP en sentral premissleverandør. Transportmidlene har i stor grad sine egne deler av transportmarkedet, og konkurransen mellom dem er begrenset. De ulike transportmidlene, som bil, fly, båt og tog, opererer innenfor et etablert regelverk. Hver for seg er disse delene av transportmarkedene dominert av et fåtall aktører. I tillegg til dette etablerte regimet finnes det et stort antall mindre aktører som forsøker å utfordre ulike

¹ Samtidig kan hvert transportmiddel også tolkes som et eget regime (jf. Figenbaum, E. og Kolbenstvedt, M. 2015. *Pathways to electromobility – perspectives based on Norwegian experiences*, TØI-report 1420/2015, Oslo, Institute of Transport Economics.)

delers av regimet. Dette inkluderer både en rekke mindre aktører som tilbyr nisjeprodukter, med større eller mindre grad av innovasjon, og globale aktører.

Aktuelle nisjer er knyttet til relativt etablerte aktører som ikke ennå har nådd et større marked, som ulike bildelingsordninger. Innenfor den brede merkelappen delingsøkonomi finnes det et stort antall aktører, som har relativt moden teknologi og forretningsmodeller, som «Samme Vei», «Nabobil» og «GoMore». Mens andre nisjer, med litt mindre moden teknologi, (i alle fall relatert til persontransport) inkluderer diverse aktører involvert i ulike versjoner av autonome kjøretøy. For gods, og på lukket område, er teknologien for dette moden, men dette dreier seg om nisje-applikasjon. For hovedmarkedene, altså regimet, er det fremdeles et stykke vei å gå for selvkjørende teknologi. Lengre frem ligger det flere mulige nisjeinnovasjoner, inkludert droner, hyperloop osv. Teknologi som per i dag har et begrenset anvendelsesområde, kan i fremtiden tenkes slå inn i regimet, enten gjennom teknologisk substitusjon, eller gjennom en mer radikal utviklingsbane.

Dagens norske transportregime fremstår som relativt sterkt og stabilt, men det blir i alle fall delvis utfordret. Dette dreier seg om kritikk fra forbrukere og interesseorganisasjoner for prioritering av vegbygging i lys av miljøutfordringene. Dette inkluderer kritikk fra fagpersoner for lite kostnadseffektiv fordeling av eksisterende infrastrukturmidler og for fokus på infrastruktur og ikke tjenesteproduksjon mm. I tillegg er det kritikk for uheldig geografisk fokus og prioritering mellom transportmidler, innenfor og utenfor det etablerte regimet. Særlig aktuelt er dette knyttet til persontransport utenfor rute, og godstransport med kjøretøy under 3 500 kg.

For å se nærmere på sammenhengen mellom trender på landskapsnivå, nye teknologier og annen innovasjon på nisjenivå og hvordan det fremtidige transportsystemet kommer til å se ut og hvilke atferdsendringer som kan tenkes finner sted, er det nyttig å trekke inn analyseverk fra *transition studies*. Dette er et teoretisk rammeverk som kan kombineres med MLP for å analysere hvordan endringer på landskaps og nisjenivå kan påvirke eksisterende transportregimer.

Utviklingsbaner (Transition pathways)

Innenfor et MLP-rammeverk er hensikten ofte å se på hvordan det eksisterende regimet blir endret av ulike trender på landskapsnivå og nisje-innovasjoner. Suarez og Oliva (2005) skriver om miljøendringer og organisatoriske transformasjoner, og har utarbeidet en typologi for å se nærmere på hvordan ulike innovasjoner eller trender slår inn på samfunnet. Geels og Schot (2007) kombinerer denne typologien med et MLP-perspektiv og lager med det et rammeverk for å forstå hvordan endringer, enten gitt ved trender eller innovasjoner kan påvirke retningen for samfunnsutviklingen på ulike måter. Denne typen transformasjonsprosesser kan benyttes for å analysere endringer innenfor ulike teknologiske systemer, ikke minst innenfor energi og transport (referanser). Litteraturen definerer ulike karakteristiske utviklingsforløp innenfor teknologiske systemer (se tabell 2.1).

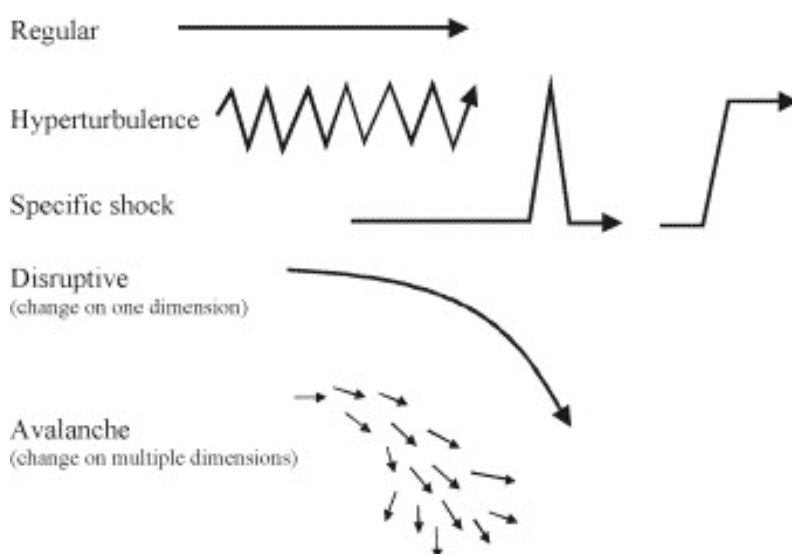
Tabell 2.1: Typologi av endringer tilpasset fra (Suarez og Oliva, 2005).

Type endring	Frekvens	Amplitude	Hastighet	Scope
Vanlig	Lav	Lav	Lav	Lav
Hyperturbulent	Høy	Lav	Høy	Lav
Sjokk	Lav	Høy	Høy	Lav
Disrupsjon	Lav	Høy	Lav	Lav
Snøskred	Lav	Høy	Høy	Høy

I denne tabellen er *frekvens* antall endringer som foregår per tidsenhet, med andre ord hvor ofte en endring finner sted. *Amplitude*, størrelsen på avviket fra normaltilstanden som forårsakes av en gitt endring. Altså hvor viktig en endring er. *Hastighet*, altså hvor raskt endringen kommer. Hvor lang tid det tar fra endringen først oppstår på et overordnet nivå til den får praktiske implikasjoner. *Scope*, antallet dimensjoner som påvirkes parallelt av en slik endring. Altså påvirkes en eller flere sektorer? Digitalisering og brenselcelleteknologi vil slå veldig ulikt ut på scope. Variasjon langs disse dimensjonene gir en typologi på fem ulike grupper av endringer.

Vanlig endring (regular change), tilsvarer lavintensitets, gradvis forandring. Dette er forandring gjennom små inkrementelle endringer, innovasjon innenfor det eksisterende regimet i et MLP-perspektiv. Som raffinering av kjøretøyteknologi. *Hyperturbulent* (hyperturbulence), som svarer til høyfrekvent rask endring i en dimensjon, lite relevant i denne sammenhengen. *Sjokk* (specific shock), viser til endringer som kommer sjeldent, men når de kommer, så kommer de raskt og i en sektor, får formen som teknologisk substitusjon, og en teknologi erstatter en annen. Som åpningen av Suez-kanalen. *Disrupsjon* (disruptive change) viser til endringer som kommer med ujevne intervaller, utvikler seg over tid, har høy intensitet, og påvirker i hovedsak én sektor. Dette resulterer gjerne i flere endringer etter hverandre. Som hvordan energimarkedene i Europa har blitt påvirket av fornybar energi. *Snøskred* (avalanche) er sjeldne hendelser som har høy intensitet, høy hastighet og treffer en rekke sektorer samtidig. En endring av typen snøskred medfører permanente endringer i samfunnet, gjerne i form av teknologisk substitusjon i flere sektorer, en får en «de-alignment re-alignment»-situasjon. Som digitalisering.

De ulike endringsformene er illustrert i figur 2.2.



Figur 2.2: Ulike typer endring basert på (Geels og Schot, 2007).

Disse kan videre benyttes for å beskrive ulike *utviklingsbaner* (Transition pathways) der systemene i større eller mindre grad gjennomgår endringer. I denne utredningen som tematisk er avgrenset til samfunnstrender og samferdsel kan vi på hyperturbulens som irrelevant. Vi vil derfor fokusere på de fire øvrige endringene og utviklingsforløpene.

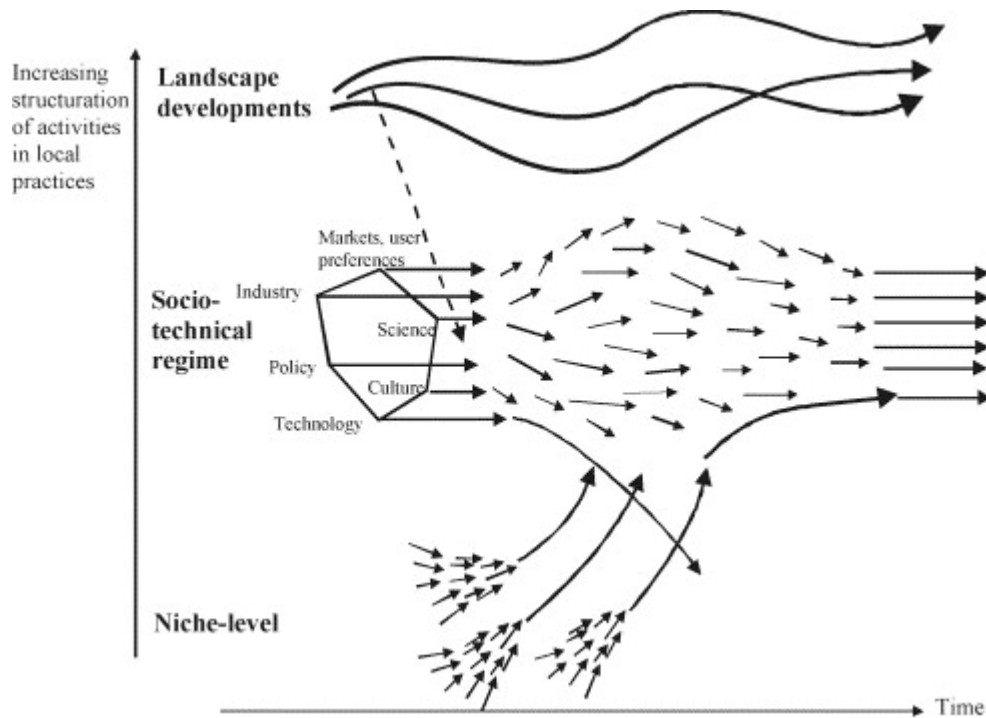
Vanlig endring (reproduction process / 'regular change') er en utviklingsbane som beskriver hendelsesforløpet når det kommer endringer på landskapsnivå og innovasjoner, i et stabilt system. Innovasjonene finnes, men de har svært liten sannsynlighet for å påvirke det eksisterende regimet i særlig grad. Innovasjonene hjelper aktørene i regimet i å bli mer effektive. Inkrementelle endringer bygger seg opp over tid. Rosenberg (1982) peker på at en stor andel av produktivitetsgevinstene i samfunnet kommer som følge av små og ofte usynlige forbedringer og modifiseringer som akkumuleres over tid (Rosenberg, 1982). Regimet reproducerer seg selv. Et eksempel på en vanlig endring er utviklingen av stadig sikrere og mer pålitelige biler. Et annet er stadig lengre godstog, som tar større godsvolumer på eksisterende, eller inkrementelt forbedret infrastruktur.

Transformasjonsendring (Transformation pathway) er et uttrykk for en utviklingsbane som kommer når det er et moderat press på landskapsnivå, altså at trendene utfordrer regimet. Men uten at det finnes nisjer som er klare til å utfordre regimet direkte med alternativ teknologi. I en slik setting tar gjerne regimet opp i seg innovasjonene, nisjene tilføyer noe til regimet, endrer kursen noe, men bidrar ikke direkte til en rask endring. Regimet består, men utviklingen følger en ny retning. Et transporteksempel på en slik endring er overgangen til mer miljøvennlig motorteknologi for tunge kjøretøy. Press fra regulerende myndigheter, med sin bakgrunn i økt bevissthet knyttet til lokal luftforurensning og årsakene bak dette, medførte pålegg som tungbilsprodusentene først ikke klarte å følge. Dette ble fulgt av en innovasjons- og utviklingsprosess hos produsentene, som resulterte i ny motorteknologi som overoppfylte de strengere kravene som kom senere.

De-alignment and re-alignment, er en utviklingsbane som kan oppstå hvis en endring på landskapsnivå har en avvikende tendens, og er kraftig og rask (snøskred-type). Dette kan resultere i at aktørene innenfor det eksisterende regime mister tiltro til regimet og uten at noe klart substitutt foreligger. I stedet er det mange mulige alternative teknologier som kan komme inn i markedet og fyller tomrommet etter det gamle regimet. Geels (2007) trekker fram eksemplet med det hestebaserte bytransportregimet i Amerika å slutten av 1800-tallet. De landskapsmessige utfordringene her var, ifølge Geels a) økt bevissthet om hygiene-problemene knyttet til hesteavføring, b) byspredning, som var vanskelig å håndtere med hestekraft og c) høye driftskostnader forbundet med heste-sporvogn.

Tre ulike teknologier fylte gapet, i første rekke elektrisk sporvogn, med biler og sykler som komplementerende nisjer. Senere (på 1920-tallet), når bilene ble vesentlig billigere, tok de over og en fikk et nytt sterkt regime, knyttet til bil som transportmiddel².

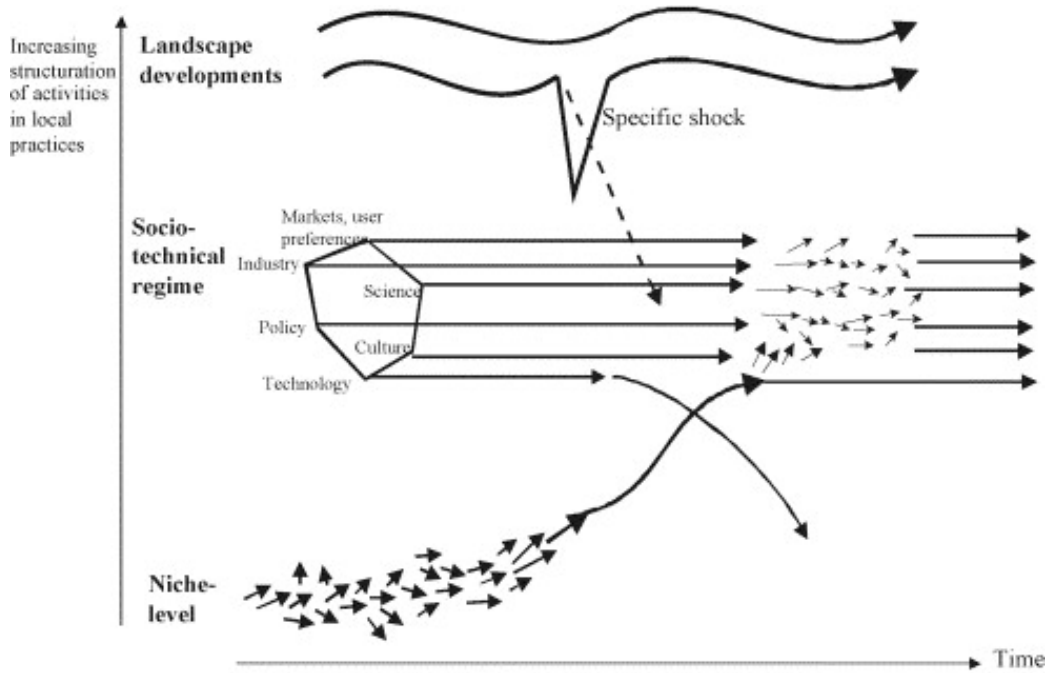
² I Norge var utviklingen noe annerledes. Ved at en etter det sterke hestedominerte regimet, fikk et regime dominert av lokale elektriske sporvogner og busser, som ble opprettholdt gjennom regulering, fram til privatbilen ble dominerende på 1960-tallet etter dereguleringen av bileierskapet.



Figur 2.3: Illustrasjon av de-alignment re-alignment i et MLP perspektiv (Geels og Schot, 2007).

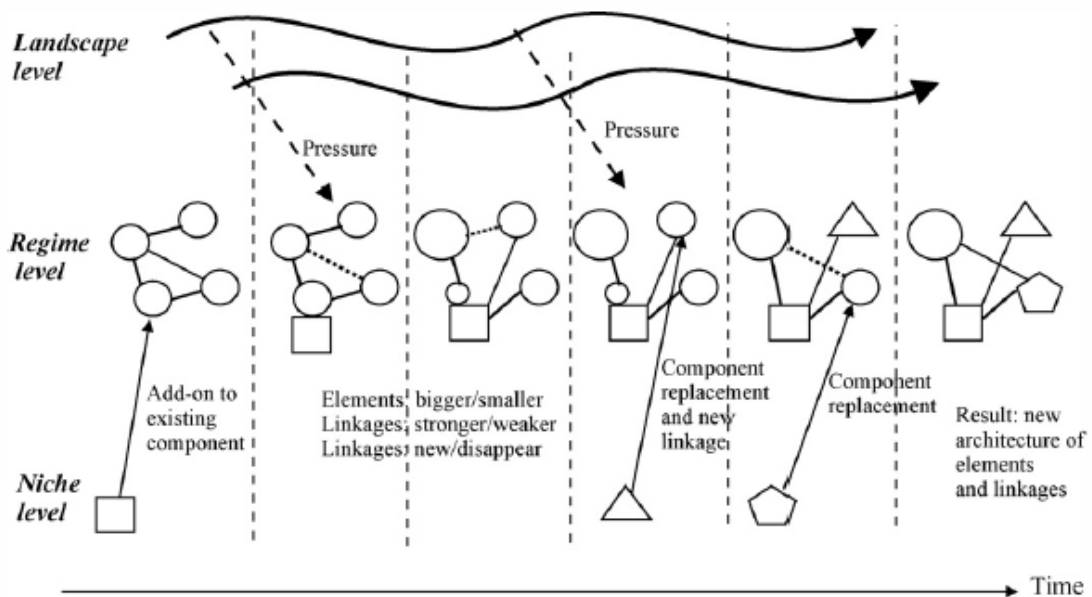
Teknologisk substitusjon (Technological substitution) er en utviklingsbane som kan oppstå hvis det er press på landskapsnivå, på samme måte som i tilfellet med de-alignment re-alignment, men der det samtidig finnes en moden alternativ teknologi som kan erstatte den utgående teknologien. Dette illustreres av Geels (2002) med overgangen fra seil til dampdrift på 1870- til 1890-tallet (for skip i britisk eie³). Dampskip som teknologi hadde allerede eksistert over lengre tid og fylt nisjer i transportmarkedet og blitt gradvis mer effektive, men først når de eksterne, landskapsmessige faktorene, som emigrasjonsbølgen fra Europa og Suez-kanalen (som endret konkurranseforholdene mellom seil og damp på godstrafikk mellom Europa og Asia dramatisk i dampskipenes favør), også kom at dampskipene ble dominerende.

³ Utviklingen i Norsk skipsfart på denne tiden var vesentlig avvikende fra denne utviklingsbanen. Ved at den vokste raskt med å fylle ut nisjene som fortsatt var mest lønnsomme å betjene med seilskip, mens fokuset i de store britiske rederiene var på overgang til damp. I norsk skipsfart var overgangen til motorskip derimot tilsvarende overgangen til damp i Storbritannia.



Figur 2.4: Teknologisk substitusjon (Geels og Schot, 2007).

Rekonfigurasjon, (reconfiguration pathway) er en utviklingsbane som kan oppstå når nisje-innovasjoner utvikler seg i symbiotiske relasjoner som blir tatt i bruk innenfor regimet i mindre skala. Som hvis innovasjoner gradvis blir tatt i bruk av store aktører. Over tid fører dette til at regimet endres. Endringen kommer ikke som følge av én teknologisk endring, men en serie mindre teknologiske endringer. Litt på samme måte som ved en reproduksjonsprosess, men ved at situasjonen etter transformasjonen er radikalt annerledes, teknologisk sett enn før. Eksempel på en slik prosess kan være overgangen fra damplokk og vogner til elektriske høyhastighetstog. En serie med innovasjoner har blitt tatt i bruk av de dominerende aktørene innenfor regimet, strukturene er gradvis endret og sluttresultatet er noe helt annet enn utgangssituasjonen, uten at det egentlig har vært et klart brudd i prosessen.



Figur 2.5: Rekonfigurasjon (Geels og Schot, 2007).

Sekvensiell transformasjon, (sequence of transition pathways) er en utviklingsbane/transformasjonsprosess som finner sted basert på en endring på landskapsnivå som ikke oppfattes som en trussel direkte av aktørene i regimet. Disse aktørene kan agere som det er en transformasjonsendring, og om situasjonen ikke får et ytterligere hendelsesforløp vil det bli en slik endring. Om derimot presset fra landskapsendringen blir sterkere, kan ulike sekvensielle hendelsesforløp finne sted. Transformasjonen får da en utvikling hvor den følger ulike transformasjonsstier på ulike tidspunkt og kan ende opp som en de-alignment re-alignment situasjon. Et eksempel på en slik utviklingsbane er hvordan transport-systemene blir påvirket av økt bevissthet om menneskets klimapåvirkning. Hvor tidlige tiltak innenfor transportsektoren var svært begrensede, mens pågående tiltakene er vesentlig mer virkningsfulle, men det fremdeles kan se ut for at det i fremtiden vil være behov for og muligheter for langt mer radikale omlegginger.

Disse ulike utviklingsbanene viser at teknologiske innovasjoner og store trender kan påvirke det eksisterende systemet på ulik måte. Det er ikke noe 'en-til-en'-forhold mellom at en ny innovasjon kommer, og at den blir tatt i bruk, selv om alle teknologier som inngår i dagens transportsystemer en gang har vært innovasjoner. En forståelse av hvordan ulike trender og innovasjoner peker mot ulike utviklingsbaner er vesentlig for å forstå hvordan dagens trender og innovasjoner kan påvirke det norske samfunnet og transportmarkedene ulikt og også ulike avhengig av hvilke valg som tas av dagens dominerende aktører.

3 Trender og endringer i transportsystemet

Teorien beskrevet i kapittel to viser hvordan samfunnet blir påvirket av ulike ytre forhold. Mange av trendene har transportkonsekvenser. Dette kapitlet er nærmere på hvordan. Kapitlet er strukturert ut i fra at trendene på landskapsnivå blir presentert i første delkapittel og nisje innovasjonene i andre. Hver trend blir beskrevet under en egen overskrift, og med et underpunkt 'tolkning' som beskriver hvordan denne trenden henger sammen med transportmarkedene.

Dette kapitlet trekker vekslers på funnene i KPMG-rapportens (KPMG mfl., 2018) samfunnsmessige trender, utviklingstrekk og bakenforliggende faktorer, men benytter en litt annerledes kategorisering. Beskrivelsen trekker også på den danske rapporten *Mobilitet for fremtiden* (Kristensen mfl., 2018). Det er lagt vekt på å tolke konsekvensene av trendene i form av forventede påvirkninger på transportetterspørsel for både persontrafikk og næringstransport i Norge.

For å vurdere betydningen av de enkelte faktorene i forhold til den samlede transportetterspørselen benyttes noen innsikter hentet fra dagens atferd⁴ til å se på hvordan dagens atferdsmønster varierer som funksjon av sentrale variabler, som inntekt, urbaniseringsgrad og alder. Dette er variabler som er relatert til en rekke generelle samfunnstrekk som har hatt stor betydning for utviklingen i transportatferden og forventes også å få det i fremtiden jf. (Bastian mfl., 2016). I et MLP-perspektiv er dette trender på landskapsnivå. Om eller i hvilken grad disse påvirker en overgang mellom ulike teknologiske regimer varierer fra trend til trend.

I andre delkapittel trekker vi inn nøkkelteknologiene, altså endingene som finner sted på nisjenivå, fra Del 1 i SINTEF-rapporten (Bakken mfl., 2017), herunder spesielt den voldsomme utvikling i digital, trådløs kommunikasjon, delingsøkonomi og veksten i e-handel.

3.1 Landskapstrender

Globalisering

Globalisering er kanskje den mest dominerende megatrenden i samfunnet nå. Globalisering kan forstås som økt interaksjon med resten av verden. Dette gjelder både økonomisk og sosial interaksjon. Det er en trend som har pågått lenge. Fire kjennetegn er særlig trukket frem; økt internasjonal varehandel, økt kapitalmobilitet, økt migrasjon og økt kunnskaps-spredning. Økonomisk og for Norge betyr globalisering flere kontaktpunkter med omverdenen, bedre tilgang på innsatsfaktorer i norsk produksjon, større markeder og mer konkurranse. Teoretisk er forventningen fra globalisering at prisene på tilsvarende varer og innsatsfaktorer blir likere hverandre. For Norges del betyr det i første rekke at prisene på ikke-spesialisert arbeidskraft forventes å falle. Globalisering kan også knyttes til økende

⁴ Dette gjøres med spesialuttak fra RVU2013/14 og om mulig RVU2017/18.

migrasjon, arbeidskraft flytter etter lønnsnivå, som økonomisk kan ses som et uttrykk for faktorprisutjevning. Dette betyr at det på sikt vil bli vanskeligere å holde et høyere lønnsnivå i Norge enn for tilsvarende arbeid i utlandet.

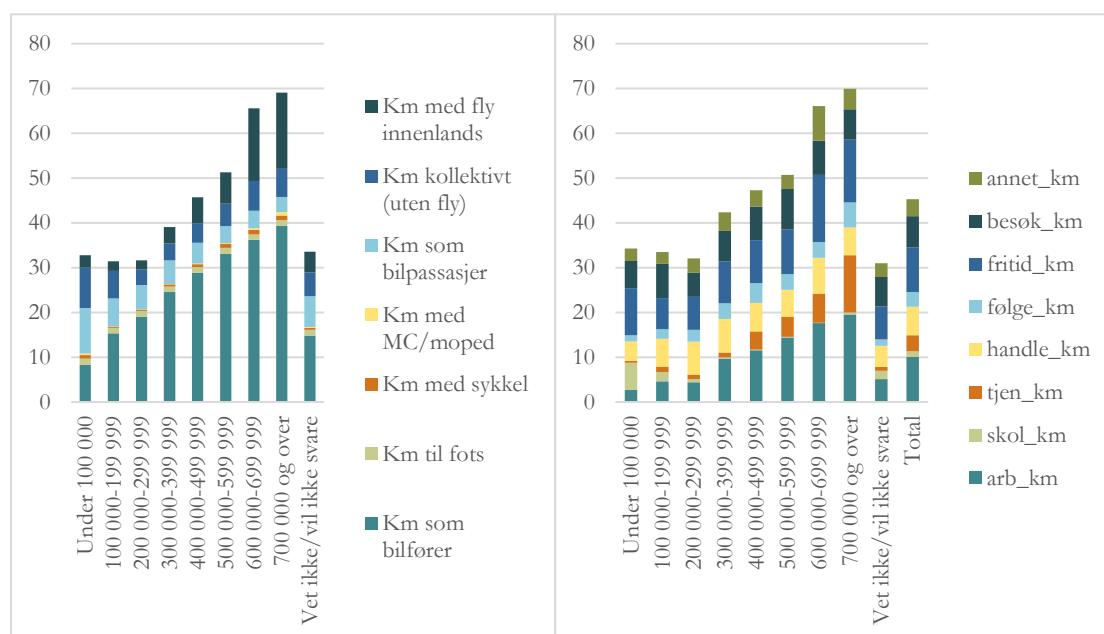
Tolkning

Globalisering påvirker transportbehovet gjennom økt etterspørsel etter lengre reiser og økt arbeidsdeling i produksjonen. Økt arbeidsdeling peker direkte i retning av mer godstransport, både med råvarer og med ferdigvarer. Samtidig peker migrasjon mot økt spredning i lønnsnivået, i Norge som videre peker i retning av at flere personer får mindre mobilitet, om ikke prisen på mobilitet også faller.

Økonomiske endringer

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 utvikling i Norge er helt avhengig av utviklingen i den globale økonomien⁵.

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 av transportsystemet, men har ingen entydig nettoeffekt med hensyn på valg av transportmiddel og transportvolum. 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 3.1: Gjennomsnittlig daglige kilometer fordelt på personinntekt og transportmiddel (a) og reiseformål (b) (RVU2013/14⁶).

⁵ Perspektivmeldingen (melding til stortinget 29 2016/17) peker på lavere, men positiv produktivitetsvekst.

⁶ Vektet med utvalgsvekt (geografi, alder osv).

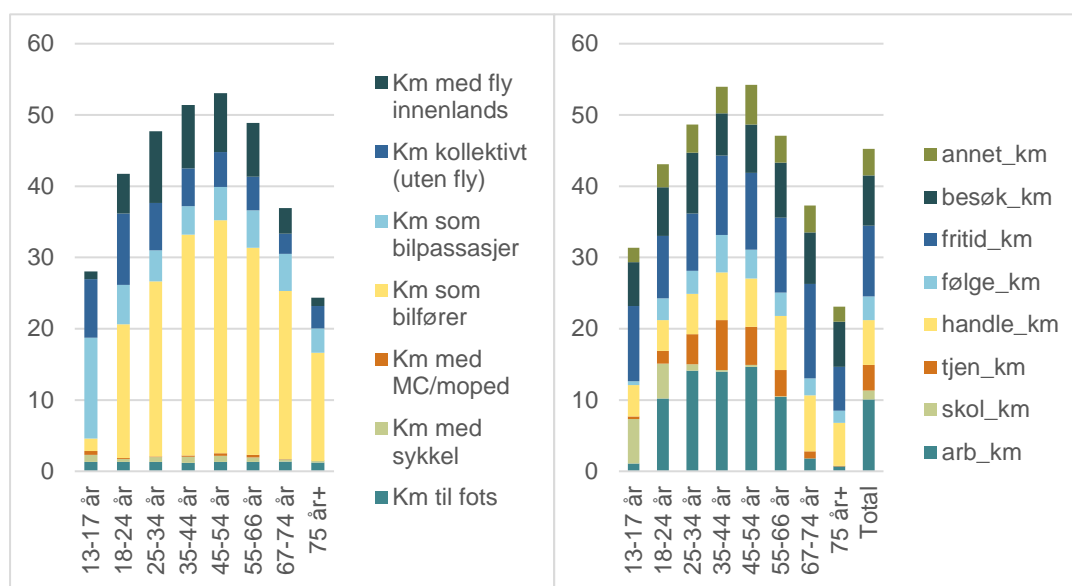
Figur 3.1 gir en enkel sammenstilling av gjennomsnittlig daglig kjørelengde med ulike transportmidler og inntekt. Dette er ikke (i seg selv) en beskrivelse av en kausalsammenheng, men illustrerer et par samvariasjoner. Daglige kilometer som bilfører øker med inntekt. Daglige kilometer som bilpassasjer er høyest for de laveste innteksgruppene, og faller videre med inntekt. Kilometer med fly (innenlands) øker klart med inntekt og er klart mest betydelig i de høyeste innteksgruppene. Selv om antall daglige kilometer i snitt er relativt lavt er det også interessant å observere at kilometer med sykkel og kilometer med kollektivtransport (utenom fly), har samme mønster, med størst antall kilometer i de laveste og høyeste innteksgruppene og lavere mellom.

Tolkning:

Forventningen om økt velstand har en direkte effekt på en forventning om økt transportomfang, både av person- og godstransport. I første rekke er økt persontransportetterspørsel rettet mot økt bruk av bil som fører, og økt bruk av fly. 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 på økt reiseomfang, og endret transportmiddelfordeling. Dette har også en geografisk dimensjon, ved at det er høyere inntekt i de større byområdene, samtidig som disse også har høyere kollektivandeler og mindre transportbehov. 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.

Voksende og aldrende befolkning

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 går over i pensjonistenes rekker. Samtidig kommer de store årskullene fra siste halvdel av 1980-tallet og fram mot 2000 over i etableringsfasen. Dette medfører en yngre bølge, men denne har en helt annen geografisk fordeling enn eldrebølgen. Altså påvirker en voksende og aldrende befolkning transportetterspørselen på flere måter.



Figur 3.2: Daglige kilometer fordelt på transportmidler (a) og reiseformål (b), og alder.

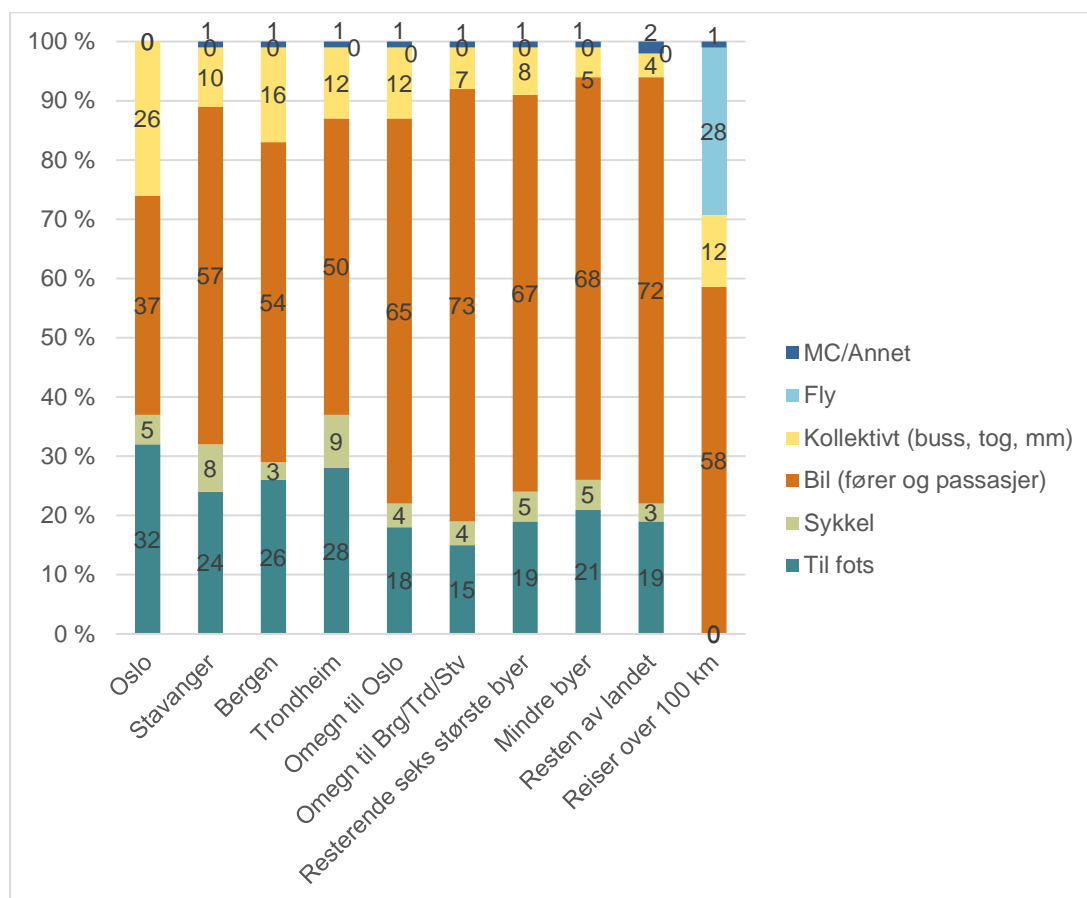
Tolkning

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 3.2 og kohorteffekter. Tar morgendagens eldre med seg den transportbruken de har i dag, eller tar de etter dagens eldre? Og tilsvarende med yngrebølgen, beholder de sin urbane transportadferd, med stor bruk av kollektiv-, gang og sykkel eller trekker de over til dagens bilbaserte forstadstilværelse?

Urbanisering

En stadig større andel befolkning 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 på landssnittet, 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 perspektiv er ikke dette like klart.



Figur 3.3: Reisemiddelfordeling, daglige reiser, etter bosted, og lange reiser. Tilpasset fra (Hjorthol mfl., 2014).

Tolkning:

Trenden med urbanisering påvirker transportetterspørselen direkte, gjennom økt etterspørsel etter urbane transportmidler, som kollektivtransport. Behovet for transport 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, disse kommunene har også den relativt sett høyeste befolkningsveksten. Så om dette regnes med i urbaniseringen kan urbanisering isolert sett både øke og redusere transportetterspørselen.

Bedre transportsystemer

Historisk har teknologiutvikling og investeringer i infrastruktur økt reisehastigheten, særlig for transport mellom byer. Dette har økt insitamentene til å reise og transportere gods. Denne effekten har kommet parallelt med økonomisk vekst. Historisk har endringen mot bedre transportsystemer bestått av lange perioder med mindre, inkrementelle forbedringer, fulgt av kortere perioder med overganger til ny teknologi, der den inkrementelle utviklingen har endret bane. Dagens utvikling er i første rekke at denne tendensen fortsetter. Vegene, jernbanenettet og havnene blir stadig bedre. Derfor peker infrastrukturinvesteringene i retning av økt transportvolum. Utfordringene er knyttet til infrastruktur i områder hvor det er knapphet på areal; altså i byer, med kø-problematikk.

Tolkning:

Den direkte effekten er økt etterspørsel etter transport. Samtidig er det en forventning om at økningen i fritidsreiser og lange arbeidsreiser og reiser i arbeid (tjenestereiser), vil være større enn økningen i dagligereiser (innkjøp, service osv.) og kortere arbeidsreiser. Denne dreiningen er forventet fordi de korte daglige arbeidsreisene i større grad blir påvirket av kø, og dermed får relativt mindre nytte av bedre infrastruktur.

Økt arbeidsmobilitet

Endring i arbeidslivet fører til *økt arbeidsmobilitet*. Denne trenden beskriver endringene som følger av at mange rutinepregede arbeidsoppgaver forsvinner når bruken av kunstig intelligens og roboter for fullt slår inn i arbeidslivet. Ny teknologi og holdningsendringer gjør at stadig flere arbeidsoppgaver kan løses uavhengig av tid og sted. Dette har store sosiale implikasjoner, med en dreining i verdiskapningen fra lønn til kapital som sentralt poeng.

Tolkning:

Trenden påvirker transportetterspørselen, men det er uklart hvordan og hva som blir nettoeffekten. Frikobling av produksjon fra tid og sted kan bidra til at transportinfrastrukturen kan utnyttes mer effektivt. Samtidig kan det bety at de store tunge godsstrømmene mellom steder fra utvinning av råstoff til produksjon av ferdigvarer brytes opp i mindre enheter. Noe som peker i retning av lavere effektivitet (flere og mindre skip, tog og biler) og mer transportarbeid. Dette avhenger av utviklingen av de relative prisene mellom produksjon og transport. Konsekvensene i persontransportmarkedene er tilsvarende usikre. Flyttes verdiskapningen fra lønn til kapital, vil påvirkningen på transportmarkedene gjennom inntektseffekten avhenge av i hvilken grad det føres en omfordelingspolitikk. Robotisering forventes å gi økt produktivitet, men konsekvensen for persontransport avhenger av hvilken politikk som føres for hvordan denne produktivitetsgevinsten tas ut. Det kan både resultere i økt og redusert fritid, og økt og

redusert medianinntekt (gjennomsnittsinntekten vil øke) avhengig av hvordan gevinsten fra økt produktivitet fordeles.

Økt klima- og miljøbevissthet

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 miljøendringene til økt bevissthet om miljøproblemene transport medfører. Eksempelvis kan økt luftforurensning i byområder medføre økt bevissthet om ulempene som kommer som følge av stor biltrafikk lokalt. Dette medfører at tiltak for å redusere biltrafikken, eller redusere utslippene fra biltrafikken, får økt legitimitet. Dette kan i forlengelsen være en trend som gjør det lettere å komme på markedet med alternativ og mindre miljøbelastende teknologier. Altså kan trenden legge til rette for innovasjon på nisjenivå. 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 teknologi.

For godstransporten vil krav om bærekraftige transportsystemer setter 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. Avgiftene som blir pålagt transportsektoren som en del av miljøtiltak kan derimot endre balansen mellom lager og transport-kostnader og bryte med denne sentraliseringstrenden.

Tolkning:

Direkte effekt av klimaendringer er at nye ruter åpnes for godstransporten. Dette fører antagelig til reduserte transportkostnader, særlig for godstrafikk gjennom Nordøst- og Nordvestpassasjen. Dette peker i retning av økt transportvolum. Lokale miljøendringer har ingen direkte kobling mot transportvolumet, men økt klima- og miljøbevissthet peker i retning av at innføring av mer miljøvennlig teknologi og reguleringer for å begrense transportomfanget.

Digitalisering

Digitalisering er en sammensatt trend. Det består både av teknologi som kan ses på som alternativ til transport (og da særlig kommunikasjonsteknologi), men også av teknologi som kan gjøre transporten mer brukervennlig (da særlig ulike former for optimeringsteknologi og nye brukergrensesnitt).

Det er en utbredt oppfattelse at moderne kommunikasjonsteknologi reduserer behovet for persontransport. Denne oppfattelsen kan ha mye rett i seg, samtidig har denne trenden funnet sted over mange tiår og likevel har trafikken økt. Det er lite fra de historiske erfaringene som tyder på at dette mønstret endrer seg vesentlig med de kommunikasjonsteknologiske innovasjoner som kommer til å skje fremover.

Ser vi på digitalisering som en fasilitator for nisjeinnovasjon direkte inn mot transportmarkedet er bildet derimot et helt annet. Digitalisering som trend er helt sentralt i både

utviklingen av nye forretningsmodeller, nye transportkonsept og omformingene av eksisterende transportmidler.

Økt bruk av digital teknologi i verdikjeden og ordreforsendelsene kan være verdifullt både for industri og detaljhandel og kan være med på å forsterke konsolideringsmulighetene og minske behovet for lagerbeholdning. For eksempel gjennom bruk av data for å prognostisere kundebestillingene før de inntreffer og dermed kunne planlegge logistikken før ordrene blir plassert. Dette kan redusere risikoen for at stadig flere spontanbestillinger og en reduksjon i lagerarealer i store byer resulterer i et økende antall leveranser med mindre kjøretøy. Smarte byer kan bidra til å løse utfordringene ved sisteleddsdistribusjon (ZF Friedrichshafen AG mfl., 2016).

Tolkning:

Digitalisering har tidligere hatt en begrenset direkte påvirkning på transportetterspørselen. Mer avansert kommunikasjonsteknologi har ikke redusert omfanget av persontransport. Det sagt, det kan godt hende at persontransportvolumet hadde økt mer uten bedre kommunikasjonsteknologi. Samtidig, det er først med bedre prosessorkapasitet, skytjenester og høyhastighets overføring, at teknologi som videokonferanser har blitt et reelt alternativ. Dermed kan digitaliseringene gjøre at vi står overfor et brudd med den historiske manglende påvirkningen av kommunikasjonsteknologi på transportetterspørselen.

De direkte effektene av digitalisering er derimot tydeligere å observere. Disse peker i retning av at det blir enklere å benytte ulike transportmidler. Ulempen faller og dermed øker transportvolumet. På samme måte peker nye forretningsmodeller, fasilitert av digitalisering, i retning av økt transportvolum, i det at det enten tilfører nye produkter, eller reduserer ulempen forbundet med å benytte de eksisterende transportproduktene.

Nybrudd som muligens kan endre trendene

Ut over de ovenfor nevnte trendene så kan det i et 2050-perspektiv komme mange mulige samfunnsmessige konsekvenser av teknologier utenfor transportsektoren, som vil påvirke samfunnet, og igjen få konsekvenser i form av endret bosetning, livsstil og andre atferdsendringer som bryter med trendene og som igjen vil ha implikasjoner for transportsystemene.

Tolkning:

Det er svært vanskelig å si noe om hvordan for eksempel et gjennombrudd i forskningen på grafén vil påvirke samfunnet og transportbehovet. Grafén er et nanomateriale som består av ett lag med karbonatomer i et sekskantet mønster. Grafén leder elektrisitet svært godt og er svært sterkt. Det kan både revolusjonere blant annet elektronikkindustrien (se bl.a. RSAS (2010) for mer informasjon).

3.2 Teknologiske innovasjoner som påvirker transportsystemet - nisjer

Dette kapitlet tar utgangspunkt i de teknologiene som er beskrevet i Del 2 fra SINTEF-rapporten (Bakken mfl., 2017) og presenterer disse som nisjeinnovasjoner. Vekten i evalueringen i kapittel 4 vil bli lagt på å utdype de atferdsmessige konsekvensene av de teknologiene som

- (a) er på markedet, men med begrenset utbredelse i dag eller med stor sannsynlighet forventes å være markedsført i løpet av de neste ti årene;
- (b) forventes å kunne få størst innflytelse på etterspørselen for person- eller godstransport.

Sentrale teknologier som oppfyller disse betingelser er særlig:

- Elektrifisering,
- Automatisering,
- Deleøkonomiske forretningsmodeller og
- Samvirkende ITS

Det høy grad av sammenheng mellom de fire områdene som fungerer forsterkende på effektene. Dette inngår også i analysen. Andre mer usikre teknologier som hyperloop og person/gods-droner vil også bli nevnt, men med mindre vekt.

Tidsperspektivet for introduksjon og utbredelse vil bli diskutert for de ulike transportformene og oppdelt på person- og gods-transportetterspørsel. Realiseringen er betinget av dels tilpasning av regelverket og dels aksept blant brukerne. Stor utbredelse, og dermed også stor effekt på transportsektoren, avhenger av lave kostnader som muliggjør masseutbredelse og at brukergevinstene oppleves som betydelige. Disse forholdene vil være påvirkelige av politiske tiltak.

Potensialet for og konsekvensene av mange av de nye teknologiene vil være vesentlig forskjellige i ulike grader av urbanisering og mellom korte, daglige turer og lange reiser. Hvor det er relevant vil analysene bli oppdelt på de forskjellige geografiske områder som beskrives i avsnitt 2.2.

Elektrifisering

Elektrifisering betyr i denne sammenhengen overgang fra en mekanisk til en elektrisk drivlinje for kjøretøy, uavhengig av energibærer. En rekke ulike faktorer bidrar til å gjøre elektrisk fremdrift attraktivt. Det inkluderer blant annet klima- og miljøutfordringene, ved at elektriske drivlinjer er mer energieffektive og at elektrisk fremdrift er utslippsfri, og tilnærmet støyfri. Elektrifiseringen, med bruk av batterielektriske kjøretøy har kommet langt for bilparken (og fergene) i Norge. Dette forventes å ville spre seg til busser og varebiler i løpet av relativt kort tid. For lastebiler, skip og fly, er det knyttet større usikkerhet til implementeringstakten. Dette er i hovedsak knyttet til utfordringene å lade raskt. Kjøretøy som er i drift store deler av døgnet og hvor personalkostandene er betydelige, kan ikke stå stille over lengre tid for å lade batteriene. Vekt er også en vesentlig utfordring for fly, for disse markedene fremstår i øyeblikket hydrogen som en attraktiv løsning for elektrifisering. Bruk av hydrogen som energibærer er mindre energieffektivt enn batterier, men mer enn diesel. Fylletiden er vesentlig kortere, og vekten lavere enn for batterier. Med hensyn til lokale utslipp og støy er hydrogen like attraktivt som batterier. En vesentlig forskjell mellom konvensjonelle kjøretøy som er batterielektriske ligger i kostnadsstrukturen. Elektrisitet er svært billig energi, men batterier er dyre energibærere. Det betyr at de faste kostnadene er betydelig høyere, mens de marginale kostnadene er lavere jf. (Hagman mfl., 2017).

Tolkning:

Elektrifisering reduserer miljølempene ved transport, samtidig som det har en rekke andre positive effekter, blant annet knyttet til støy og energieffektivitet. Et biprodukt av elektrifisering er at det endrer kostnadsstrukturen hos transportmidlene, i retning av høyere

kapitalkostnader og lavere driftskostnader. Redusert miljøpåvirkning kombinert med lavere marginale kostnader peker i retning av at elektrifisering resulterer i mer transport.

Automatisering

Automatisering er en samlekategori for mange relaterte innovasjoner. Det vi beskriver her handler om at transportmidlene i større grad blir selvkjørende. Fra tidligere er luftfarten i stor grad automatisert, med avanserte autopiloter og landingsassistansesystemer. Trenden automatisering går på at denne typen teknologi blir innført også på bakkegående transportmidler. Effekten av økt automatisering er lavere kostnader, bedre tilgjengelighet og økt sikkerhet. Bak økende grad av automatisering ligger utviklingen av kunstig intelligens. Indirekte peker automatisering på en dreining i etterspørselen mellom ulike typer tjenester (transportmidler), men det er veldig vanskelig å predikere fortegn og størrelse. På den ene siden kan automatisering resultere i privatisering av kollektive transportmidler, på den andre, kollektivisering av private jf. Enoch (2015).

Per i dag har luftfarten kommet lengst i automatisering. Selvkjørende tog er også i drift, for eksempel i Københavns Metro. Selvkjørende lastebiler er operasjonelle på lukkede områder. Alle disse teknologiene bidrar til å redusere kostnadene og bedre sikkerheten. Samtidig kan disse ses på som inkrementelle endringer med begrensede implikasjoner for samfunnet rundt.

Selvkjørende biler har større konsekvenser for samfunnet. Først og fremst ved at de gir bedre mulighet for å bo lengre fra byenes sentrum, hvor kollektivtrafikken ikke er så god, fordi grupper som i dag ikke kan reise med bil, vil kunne gjøre det i større grad; barn, unge eldre og personer med nedsatt funksjonsevne. En selvkjørende personbil blir relativt sett mer fordelaktig på lange reiser, enn på korte, grunnet redusert tidsulempe. Forventningen er at automatiseringen av bilparken først tas i bruk på motorveier og skjermede områder. Dette gjør disse vegene mer attraktive både for persontransport og ikke minst for godstransport, enn alternativene, som gjerne er andre transportmidler. Forventningen er at transportørene i tiltagende grad kan utelate sjåføren, og relativt sett betyr sjåførkostnadene mest for drosjetjenester og lokale busser. Sjåførkostnadene er tilsvarende en lavere andel av de samlede omkostningene for buss over lengre distanser og tog. I et intermodalt konkurranseperspektiv betyr dette at de tunge og lite fleksible transportmidlene, som tog og skip, relativt sett blir mindre attraktive. Dette gjelder både for persontransport og gods.

Automatisert godstransport kan fremme elektrifisering av lastebiler. Om ikke en sjåfør skal vente på oppladning under vegg på en lang tur betyr dette mindre. Et scenario for internasjonal godstransport kan være mindre, automatiserte, elektrifiserte lastebiler med høyere frekvens som kan gi enda kortere leveringstider enn i dag fra bestillingstidspunktet.

Tolkning:

Automatisering påvirker transportetterspørselen i første rekke gjennom endret kostnadsstruktur, i hovedsak i form av endrede og reduserte personellkostnader for yrkestransporten. Samtidig påvirker automatisering også behovet for infrastruktur, trafiksikkerheten, kapasitetsutnyttelsen osv. Alt dette har innvirkning på transportetterspørselen. Automatisering har allerede slått kraftig inn i luftfarten, men i hovedsak ikke knyttet til luftfartøy som har transportformål. På bakkenivå er forventningen at automatisering ført øker i skala for godstransport. Og da særlig gjennom selvkjørende lastebiler på lukket område og skip i kystfart. I neste runde forventes det at automatisering introduseres i stor skala for rutegående kollektivtransport og drosjetjenester, hvor kostnadsbesparelsene forventes å være store. For jernbane har det allerede i lang tid eksistert selvkjørende tog i kommersiell drift. Imidlertid er besparelsene relativt mindre, og

behovet for investeringer i infrastruktur stort for økt implementering, slik at automatisering forventes å ta lengre tid. Selvkjørende privatbiler (uten område begrensninger) kommer i siste rekke, i hovedsak fordi det er det teknisk mest krevende.

Delingsøkonomi

Nye forretningsmodeller som er muliggjort av ny teknologi. Delingsøkonomi er en trend som slår inn på flere samfunnssektorer, blant annet transport jf. (Delingsøkonomiutvalget, 2017). I hovedsak dreier det seg om nye forretningsmodeller som kobler tilbydere og etterspørere uten fysiske mellommenn. Dette har særlig effekter i to retninger. På den ene siden reduseres transaksjonskostnadene. Dette går både på koblingen mellom tjenestetilbydere og tjenestekjøper, men også på muligheten for å skille mellom en høy- og en lavkvalitets tilbyder, gjennom ulike systemer for tilbakemelding, ofte versjoner av stjerneskårer. På den andre siden reduseres grunnlaget for dagens skille mellom arbeid og fritid, ved at skillet mellom profesjonelle og uprofesjonelle reduseres og at kapital ikke lenger er like dedikert.

Tolkning

Delingsøkonomi påvirker ikke transportetterspørselen direkte i særlig grad. Derimot påvirker delingsøkonomien transporttilbudet, ved at nye forretningsmodeller kan endre tilbudsstrukturen og gi nye transporttjenester, både innenfor gods- og persontransport. Viktige trekk kan være å avprofesjonalisere deler av transporttilbudet jf. (Leiren og Aarhaug, 2016). Dette forventes å gi lavere priser høyere etterspørsel og resultere i en endret transportmiddelfordeling. Det er særlig dagens transport med rutegående kollektiv, drosje og budbil som blir utfordret.

Mobility-as-a-Service (MaaS) eller Kombinert mobilitet

MaaS er en alternativ måte å formidle transport på. I stedet for å se på transportmidlene og reisene som et produkt, ser en på mobilitet som en 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 formidler transport, 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. På denne måten får en ikke 'lock-in'-effekter, på samme måte som en får med å eie en privatbil, eller ha en periodebillett på kollektivtransport⁷. Hvor hver ekstra reise blir mye billigere med det transportmidlet man er låst ved, enn alternativene, selv om det fra et samfunnsperspektiv eller privatøkonomisk perspektiv kunne tenkes at den optimale løsningen var annerledes.

Som med automatisering er den forventede direkte effekten økt bruk, men da en forventning om at den økte bruken dreier seg mot kollektivtransport. Det er usikkert hvordan dette slår inn på bruken av privatbil. Ambisjonen er at etterspørselen skal dreies fra personbil til kollektivtransport, men det er foreløpig ikke dokumentert gjennom de forsøkene som har vært gjennomført (jf. Sochor mfl. 2015, Aarhaug, 2017 osv.). Den eneste sikre effekten på transportmiddelfordelingen er at bruken av drosjetjenester øker.

⁷ Samtidig vil en kunne få veldig sterke 'lock in'-effekter til MaaS-tilbyderen. Særlig hvis MaaS-tilbyderen har en abonnementstype betalingssystem.

Tolkning:

Foreløpige erfaringer peker i retning av at MaaS, eller 'kombinert mobilitet' er utfordrende å få til. Potensialet er stort, men forretningsmodellene er foreløpig ikke på plass. I kombinasjon med autonome kjøretøy, kan MaaS tenkes å resultere i en disrupsjon av det eksisterende transportsystemet, men dette er betinget av at en finner en formålstjenlig forretningsmodell. MaaS har som visjon å endre transportmiddelfordelingen i en mer miljøvennlig retning, uten at det går på bekostning av mobiliteten.

Samvirkende ITS og Konnektivitet

Samvirkende ITS er sammenkoblingen mellom IKT-systemer installert i bl.a. kjøretøy og infrastruktur med brukerne av disse systemene. Samvirkende ITS er muliggjort av stadig sterkere databehandlingskraft og at sensorer er blitt mindre og billigere. Dette betyr at flere enheter kan utstyres med sensortechnologi og at det bygges opp et stadig tettere *Internett of Things* (IoT). Dette forventes å ytterligere ta fart med utviklingen av 5G nett. 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. Konnektivitet og digitalisering blir fremhevet som veldig viktig for effektivisering av godstransporten. Samtidig medfører det å tilrettelegge for økt konnektivitet økte kostnader på infrastrukturen, både den fysiske og den digitale og utfordringer knyttet til databehandling og datasikkerhet. Det er usikkert i hvilken grad selvkjørende teknologi vil ha behov for 'smart infrastruktur', noen tilnærminger er helt avhengig av dette, mens andre er mindre avhengig av det, men mer avhengig av egen digital infrastruktur⁸ i stedet. Samtidig er det opplagt en fordel med samvirkende ITS og høy grad av konnektivitet for automatisering av transportsektoren.

Tolkning:

Samvirkende ITS har potensiale til å bedre koordineringen av transportsystemet. Det har stor betydning for effektiviteten, kapasitetsutnyttelsen og sikkerheten i transportsystemene. Det er mange uavklarte spørsmål knyttet til hvordan innfasingen av teknologiene vil skje, hvilke elementer som vil være viktige for hva, datasikkerhet, dataeierskap mm. Uavhengig av disse peker dette i retning av en bedre infrastruktur og reduserte ulemper knyttet til transport. I sum er forventningen at dette øker transportomfanget.

Hyperloop

Hyperloop er en form for rørtransport hvor transportkapsler beveger seg i et rørsystem med svært lavt trykk (tilnærmet vakuu). Dette gjør at friksjonen blir svært lav og at kapslene kan bevege seg raskt (over 1000 km/t) med et svært lavt energiforbruk. Hyperloop er foreløpig på forsøksstadiet, men utredes flere steder i verden. Siden transportsystemet ikke eksisterer ennå, er det usikkert hvordan forholdet blir mellom infrastrukturkostnader og driftskostnader, når konseptet kommer forbi forsøksstadiet. Det sagt, hastighetene og teknologien peker i retning av mellomlange, eller lange distanser, og dedikert infrastruktur.

Tolkning:

Om hyperloop blir en virkelighet i Norge vil det medføre svært rask transport mellom de punktene som blir koblet sammen, med en lav marginalkostnad. Fra et

⁸ Som digitale kartmodeller av omgivelsene.

samfunnsøkonomisk perspektiv burde dette peke i retning av (relativt) lave billettpriser, avhengig av finansieringsform. En direkte effekt av Hyperloop vil være nygenerert trafikk og overgang fra andre transportmidler på de aktuelle strekningene, særlig fra fly, tog og bil.

Droner

Bruk av droner er utbredt og teknologien er på mange måter moden. Droners bruksområder er særlig knyttet til overvåkning og media. Det dreier seg om videoovervåkning både av arrangementer, elektrisk infrastruktur og overvåkning med militære formål.

Droner blir i begrenset grad brukt til transport. Storskala utbredelse til persontransportformål virker også å ligge langt ute i fremtiden, om droner overhodet får annet enn nisjeanvendelser svarende til dagens helikoptertjenester.

Droner blir og vil i økende grad også bli benyttet til varelevering. Økt bruk av droner viser at nye forretningsmodeller er under utvikling innenfor logistikksektoren. ZF Friedrichshafen AG (2016) predikerer at innen 2030 vil droner utføre varelevering av ekspressleveranser som det for sluttkunden haster å få levert på en kostnadseffektiv måte. Det vil trolig bli benyttet som et transportmiddel for å unngå trafikkbelastede veier i store byer og først og fremst bli benyttet for frakt av nisjeprodukter. Resterende varelevering vil høyst sannsynlig fortsette å bli utført på bakkeplan (ZF_Friedrichshafen_AG mfl., 2016).

Det er en rekke utfordringer knyttet til bruk av luftrom, konflikter mellom droner og bemannede fly og til bruk av energi. Rotorbaserte droner har et relativt høyt energiforbruk per tidsenhet, sammenlignet med bakkebasert transport, og droner med vinger. Dette er forhold som gjør at forventningen til droner som masse transportsystem er begrenset.

Tolkning:

Droner har i dag mye å si, men de viktigste applikasjonene ligger så langt utenfor transportmarkedene. I den overskuelige fremtiden ser det også ut til at det kommer til å forbli slik. Altså kommer droner til å ha mye å si for samfunnet, i form av at farlige og ensformige jobber blir automatisert, men dette vil ha lite å si for transportsystemet. Det sagt, droneteknologi til person- og godstransport er på forsøksstadiet, og det er opplagt at droner vil kunne utvide transportnisjene som i dag fylles av helikoptre.

E-handel

E-handel er i ferd med å endre hele vårt handelsmønster. Amazon og andre globale megakonserner setter seg stadig tyngre på hele distribusjonen og tilbyr kortere og kortere leveringstider og Amazon Prime tilbyr gratis transport på alle kjøp inklusiv dagligvarer for 10 \$ om måneden. Ryktene sier at Amazon kommer til Danmark i 2018 og ganske sikkert også til Norge snart. Dette kan ha store konsekvenser for hele logistikk- og distribusjonssystemet (disrupsjon).

Tolkning:

E-handel kan radikalt endre systemene for godstransport, særlig knyttet til distribusjon.

Flytransport på sikt

En viktig utfordring med dagens flytransport er at den er avhengig av fossile drivstoff, i større grad enn andre transportmidler. Dette henger sammen med at flytrafikk er relativt energikrevende og at energitetthet er svært viktig grunnet vekt.

Utfordringen i å nå klimamålene peker i retning av at det må tas grep for flytransporten. To opplagte muligheter ligger tilgjengelig. Enten at det skjer en teknologisk substitusjon, bort fra fossile drivstoff, eller ved at eksternalitetene knyttet til bruk av fossile drivstoff i større grad prises inn. Begge disse alternativene vil påvirke prisnivået på flytrafikk, og derigjennom etterspørselen. Det er særlig de private flyreisene hvor pris påvirker transportvolumet.

Tolkning:

Stor usikkerhet knyttet til kostnad for miljøvennlig flytransport. Påvirkningen på transportomfanget vil i første rekke avhenge av hvilke kostnader som passasjerene møter. Kommer det fram rimeligere, klima- og miljøvennlig teknologi, er forventningen at flytrafikken vil vokse kraftig. Om dette ikke skjer og ulempene i større grad prises inn, er forventningen en reduksjon i antall flyreiser, både via overgang til andre transportmidler og via andre reisemål. Det er forventet størst effekt på fritidsreisemarkedet.

3.3 Oppsummering trender og nisjer

En utfordring i bruken av flernivåperspektiv i analysene ligger i å kategorisere trender og nisjer, når fenomenene som kategoriseres kan ses både som trender og som teknologiske innovasjoner avhengig av aggregeringsnivå. I denne rapporten har vi kategorisert teknologi som nisjer, selv om teknologien er moden. Dette er for å få frem det analytiske poenget at endringer på landskapsnivå er noe kvalitativt annerledes enn summen av de teknologiske innovasjonene som til enhver tid finner sted. Utfordringen kommer når særlig når vi samtidig benytter sekkebetegnelser på innovasjonene, slik som elektrifisering, automatisering og delingsøkonomi. Sekkebetegnelsen kan både ses som en trend på landskapsnivå, men den enkelte del-teknologien er en innovasjon på nisje-nivå. Eksempelvis har vi derfor valgt å bruke automatisering som en gruppe nisjeaktiviteter, eksemplifisert med teknologi for selvkjørende biler, i stedet for å se på automatisering som en egen trend. På trendnivå inngår automatisering her i trenden digitalisering. Tabell 3.1 er en oppsummering av trendene beskrevet her.

Tabell 3.1: Trender og nisjer, oppsummert.

Fenomen	Nivå (teoretisk – geografisk)	Transportkonsekvens (fra +++ til - - -, parenteser uttrykker usikkerhet)
Globalisering – økt interaksjon og handel	Landskap – globalt	++
Økonomiske endringer – økt produktivitet, men i redusert takt	Landskap – globalt / nasjonalt	+
Voksende og aldrende befolkning – større befolkning, endret sammensetting	Landskap – nasjonalt / regionalt	+ (-)
Urbanisering – dreining i geografisk fordeling av befolkningen	Landskap – globalt / lokalt	- / ++
Bedre transportinfrastruktur	Landskap – globalt / lokalt	++
Økt arbeidsmobilitet	Landskap – globalt	- / +
Økt klima- og miljøbevissthet	Landskap – globalt	- - / +
Digitalisering	Landskap – globalt	++ / (-)
Elektrifisering	Nisje / landskap – globalt	++
Automatisering	Nisje / landskap – globalt	+++
Delingsøkonomi	Nisje / landskap – globalt	+ / -
Kombinert mobilitet / MaaS	Nisje – regionalt / lokalt	- / +
Samvirkende ITS Konnektivitet	Nisje / landskap – globalt	+ (?)
Hyperloop	Nisje – regionalt	++
Droner (til transport)	Nisje – lokalt / regionalt	++
E-handel	Nisje / landskap – globalt/lokalt	++

4 Forventede samfunnsmessige endringer av overordnede trender og teknologiske endringer

De tradisjonelle faktorene for å beskrive endringer i transportbehovet, som inntekt, alderssammensetning og pris på transport er fortsatt gyldige. I tillegg til disse er det nå en del nye trender og teknologier som kan justere kursen noe, eller bidra til radikale skift. I dette kapitlet diskuteres det først hvordan de samfunnsmessige trendene legger press på dagens transportsystem på ulike måter. Deretter hvordan teknologiene som utvikles kan tenkes å slå inn i markedet og i hvilket omfang disse teknologiene kan tenkes å endre utviklingsbanene for eksempel gjennom bosetningsmønstre, livsstilsendringer eller andre preferanseendringer blant nåtidens yngre.

Når det er snakk om effekter de nevnte samfunnsmessige og teknologiske trendene vil ha på næringstransporten vil trolig mange av de tunge varestrømmene ligge uforandret. Store transportvolumer av for eksempel papp og tømmer der millioner av tonn blir transport med jernbane, sjø og veg er ikke i like stor grad påvirket av disse trendene som for eksempel detaljhandelen, så lenge etterspørselen etter den aktuelle råvaren ligger fast.

Mange av de samfunnsmessige og teknologiske trendene har spesielt stor påvirkning på næringstransport i byer og urbane strøk. Urbanisering, delingsøkonomi og til dels nye teknologier som autonome kjøretøy/roboter i varelevering, netthandel, tingenes internett osv. vil være med å forme fremtidens bylogistikk. Det er derfor godselementene i denne studien har et større fokus på bylogistikk og sisteledds-distribusjon av varer enn massetransport.

4.1 Samfunnsmessige trender og omveltninger - landskapsnivå

Av trendene som er identifisert på landskapsnivå, vil vi trekke frem digitalisering og miljøendringer som de to trendene som potensielt kan medføre store omveltninger i dagens transportregime. Altså de som kan tenkes å i seg selv presse fram en utviklingsbane som går i retning av et nytt regime, i form av enten en *rekonfigurasjon* av det eksisterende eller som en «*de-alignment re-alignments*».

Hoveddelen av de samfunnsmessige trendene, som beskrevet i kapittel 3, forventer vi vil påvirke transportetterspørselen, som skissert i tolkningen av den enkelte trenden, men ikke føre til radikale skift.

Globalisering har vært en trend som har pågått i lang tid, og endringene skjer relativt sakte. At den **økonomiske veksten** avtar men fortsatt er positiv, peker i retning av at trenden får relativt mindre å si. Altså at vi fortsatt vil få økt transport som en konsekvens av at vi blir rikere, men at økingstakten i dette avtar. Begge disse trendene peker altså i retning av en utviklingsbane av typen *vanlig* endring. Trendene er store og betydningsfulle, og vil antagelig kunne forklare mye av endringene på samfunns- og transportmarkedsnivå fram mot 2050, men de peker i liten grad på alternative utviklingsbaner.

4.1.1 Digitalisering

Digitalisering som samfunnsmessig trend påvirker folks transportatferd på flere måter. Som trend på landskapsnivå skjer påvirkningen på transportmarkedene; det eksisterende regimet, først og fremst gjennom at digitaliseringen endrer mulighetsrommet.

Digitalisering gjør at flere transportmidler som tidligere ikke nådde til massemarkedet, nå kan bli realisert. Årsaken til at disse transportmidlene ikke tidligere har blitt utbredt i stor skala kan være enten på grunn av at forretningsmodellene gjorde de utilgjengelige, ved at brukerskelen var for høy, som for bysykler, eller fordi merverdi som tidligere ikke kunne inkluderes i produktet, nå kan inkluderes, som i tilfellet 'kombinert mobilitet' eller 'Mobility-as-a-Service' / 'Transport-as-a-Service' og lignende produkter.

Digitalisering og forretningsmodellene den muliggjør kan også bidra til at tiltroen til eksisterende regime faller. Eksempelvis kan situasjonen sies å være slik i store deler av drosjemarkedet. Idéen om hva tjenesten som leveres består i har endret seg på landskapsnivå, uten at regimet har gjennomgått tilsvarende endringer.

Når digitalisering kommer som en trend på landskapsnivå, åpner det for mye ny innovasjon på nisjenivå. Alternative produkter og tjenester utvikles, alternative aktører tilbyr eksisterende produkter og tjenester gjennom nye forretningsmodeller. Forutsetningen, både for tjenestene, produktene og forretningsmodellene er teknologi som ikke var kommersielt tilgjengelig for to tiår siden. I hovedsak bedre prosessorkraft, skytjenester og masseutbredelsen av tilgangen til disse gjennom smarttelefonen, men 'smarte analyser' og kunstig intelligens trekkes også fram som viktige faktorer. Disse ulike teknologiene virker sammen innenfor digitalisering som samfunnstrend. Fremover kan det tenkes at utviklingen av blockchain-teknologi kan ha en tilsvarende effekt i å legge premissene til rette for desentralisering av ytterligere informasjonsutveksling.

Digitalisering som trend utfordrer det eksisterende regimet gjennom å muliggjøre disse alternative produktene, tjenestene og forretningsmodellene⁹. Fra regimet kan dette møtes ved å tilpasse seg. I praksis vil det si å digitalisere selv, enten ved egen innovasjon, eller ved å trekke inn innovasjoner fra ulike nisjeaktører. Samt å lage hindringer for alternative strukturer. Slike hindringer kan være regulatoriske, eller økonomiske. Per i dag fremstår en de-alignment re-alignment utvikling som sannsynlig. Altså at digitalisering som landskapsfaktor bidrar til å åpne opp muligheter for at innovasjoner kan nå massemarkedet, og at eksisterende regimestructurer blir endret.

4.1.2 Klimaendringer og miljøbevissthet

På samme måte som digitalisering kan klimaendringene og økt miljøbevissthet ses som en trend på landskapsnivå som ikke direkte påvirker transportsektoren. Her ser vi bort ifra nye sjøruter som åpner som følge av at isen trekker seg tilbake, altså klimaendringer.

Disse trendene endrer både utfordringene transportsystemet står overfor, og det politiske mulighetsrommet.

Utfordringene blir ikke lenger å lage effektive transportløsninger, i hovedsak gjennom redusert ulempe knyttet til tid og pris, men også å redusere påvirkningen på forhold utenfor transportsektoren, som lokal luftkvalitet, energi utfordringer, støy osv. Denne typen utfordringer kan føre til endringer både innenfor det eksisterende regimet, i form av at

⁹ Dette medfører også en rekke utfordringer som ikke er spesifikke for samferdselssektoren, særlig knyttet til personvern, hvor GDPR er et eksempel på et nylig innført grep. Innenfor MLP kan innføringen av GDPR tolkes om en handling fra regimet for å styre markedsaktørene, gitt de landskapsmessige endringene som digitaliseringen medfører.

innovasjonen følger en utviklingsbane tilsvarende *vanlig endring* eller *transformasjon*. Eller at det kan komme teknologiske skift, eller en mer radikal omstrukturering av regimet. Her kan man også tenke seg en sekvensiell utviklingsbane.

En vanlig endring eller transformasjon, som følge av miljø, kan eksemplifiseres gjennom overgangene i kjøretøyteknologi, eksemplifisert gjennom stadig økt Eurostandard for tunge kjøretøy. Utslippene fra en Euro VI lastebil er noe helt annet enn utslippene fra en Euro II eller III. Dette har skjedd gjennom en gradvis utbedring av eksisterende teknologi innenfor et stabilt regime. Bilparken er byttet ut og den lokale miljøpåvirkningen er gått dramatisk ned, uten at aktørene er vesentlig endret. Produsentene av kjøretøy er de samme, eierne er de samme, i hovedsak ser bilene like ut, og drivstoffet de benytter er det samme, men utslippene er radikalt mindre (Hagman mfl., 2015, Weber mfl., 2015).

Alternativt til dette kan en se på en utviklingsbane av typen teknologisk substitusjon, som følge av miljøendringer. Dette kan dreie seg om en overgang fra diesel (petroleumsbasert) til elektrisk framdrift på busser, ferger og andre nyttekjøretøy. Her dreier det seg om kjent teknologi, som har gradvis blitt bedre, men gjennombruddet for elektriske busser har først kommet når konkurranseforholdet mot dieselteknologi er endret gjennom økt bevissthet knyttet til de negative sidene ved dieseldrift, og om beregningene fra Hagman mfl. (2017) stemmer, det privatøkonomiske kostnadsforholdet endres i favør elektrisitet.

En kan også se for seg en overgang bort fra dagens transportmidler til en helt annen reisehverdag, gjennom en utvikling tilsvarende Enoch (2015), eller noe helt annet, som en konsekvens av at de miljømessige kostnadene forbundet med dagens regime blir så høye at en, etter en overgangssituasjon med en teknologisk pluralisme, kommer over i et nytt alternativt regime som ikke ligner dagens, med hensyn på hverken aktører eller teknologi.

4.1.3 Andre trender på samfunnsnivå

Trender som **Voksende og aldrende befolkning** og **urbanisering**.

I seg selv forventes hverken en voksende og aldrende befolkning, eller urbanisering å medføre store skift i samfunnet. Forventningen er at disse trendene gir seg utslag i en utviklingsbane av typen vanlig endring. Samtidig er det flere store usikkerhetsmomenter, som kan ha avgjørende betydning for hvordan disse landskapstrendene presser på regimet, og hvilke mulighetsrom som åpnes.

Knyttet til de demografiske endringene er det viktigste spørsmålet om morgendagens eldre vil ta etter dagens eldres atferdsmønster, eller om de vil ta med seg det atferdsmønsteret de har i dag inn i alderdommen, eller i alle fall, beholde det noe lengre (altså om alders- eller kohorteffekten er sterkest). Særlig sentralt er dette knyttet til forventning om bilbruk. Dagens eldre vokste opp i et samfunn hvor bilholdet var lavt, mange særlig kvinner tok aldri førerkort (Nordbakke og Schwanen, 2015). De som derimot går av med pensjon i de kommende årene er vokst opp i et samfunn med stor biltilgang. De har også gjerne betydelig høyere inntekt enn tidligere generasjoners eldre. Muligheten for bilbasert mobilitet er altså vesentlig større.

Tilsvarende er det usikkerhet knyttet til de yngre. På den ene siden har det over tid vært pekt på et gjennomgående lavere førerkort og bilinnehav, som har blitt forklart med kulturelle faktorer. På den andre siden ser det ut til at denne tendensen snudd, og andre (økonomiske) forklaringer på det reduserte bilholdet er blitt fremmet. En av årsakene til at slike studier spriker en del, ligger i de metodologiske valgene som tas. Studier basert på registerdata viser eksempelvis langt lavere førerkortinnehav enn spørreundersøkelser. Dette er først og fremst knyttet til lavt førerkortinnehav hos ikke-vestlige innvandrere, som fanges opp i registrene, men ikke i spørreundersøkelsene (Nordbakke mfl., 2016).

Spørsmålet er om i hvilken grad dagens yngre kommer til å bevare sine urbane transportmønstre når de blir eldre, eller om de kommer til å ta etter dagens middelaldrende.

4.1.4 Diskusjon

Mange av de store trendene som vi i dag observerer, som globalisering og økonomisk vekst, vil hver for seg peke i retning av store endringer i samfunnet og store endringer i etterspørselen etter transport. Forventningen er at disse trendene, om de fortsetter på den måten som fremstår som mest sannsynlig i dag, i hovedsak vil medføre en vekst i etterspørselen. Det disse trendene derimot ikke påvirker i særlig grad er hvordan det sosioteknologiske regimet er strukturert. Strukturen på markedene forventes å være relativt konstant.

Det som kan tenkes å endre hvordan regimet ser ut, er endringer som kommer som følge av trender som digitalisering, og som følge av klimaendringer og endret miljøbevissthet. Disse trendene kan hver for seg, eller sammen, bidra til at dagens sosioteknologiske regime blir utsatt for så mye press at det åpner opp for at alternative teknologier som enten finnes som relativt modne teknologier, men kun med et begrenset marked, eller teknologier som i dag er på forsøksstadiet får en mulighet til å nå et større marked. I sum kan dette medføre at samfunnet skifter utviklingsbane fra en som er dominert av et satt antall aktører med gitte roller, til en fremtid dominert av andre aktører, altså at vi kan få et skifte i regimet. Trendene som går på urbanisering og demografisk utvikling påvirker helt klart forholdet mellom landskapet og regimet. Antagelig gir disse trendene mer press på regimet enn trender som globalisering og økonomisk vekst. Fordi disse trendene i større grad kan tenkes å endre hvilke tjenester som etterspørres. Samtidig påvirker de antagelig transportmarkedene mindre enn digitalisering, klimaendringer og økt miljøbevissthet, fordi de i hovedsak peker mot etterspørselssiden i markedet, ikke både tilbud- og etterspørselssiden.

Hver for seg legger disse utviklingstrendene på samfunnsnivå noe press på regimet, men sammen blir presset langt større, dette åpner opp for at flere ulike nisjeinnovasjoner kan komme inn i markedet og at utviklingsbanen kan endres. Hovedinnholdet i disse endringene forventes å være mer transport, men også mer miljøvennlig transport.

4.2 Teknologiske endringer - nisjenivå

Landskapsendringene går gjerne over lang tid og er dermed relativt forutsigbare. Nisjeendringer skjer mye raskere og er derfor mye vanskeligere å predikere betydningen av. Eksempelvis er det langt vanskeligere å lage presise modeller for transporteffekten av MaaS, enn det er for en årlig inntektsøkning på én prosent, eller en aldrende befolkning. Et viktig moment med nisjeinnovasjoner er at de kan virke sammen, og derigjennom forsterke hverandre, danne lappetepper («patchworks») av delvis sammenvevd innovasjon. I dette underkapitlet ser vi på ulike slike grupperinger av innovasjoner.

4.2.1 Ny mobilitet

En mulighet for et slikt lappeteppe av innovasjon, ligger i kombinasjonen av **automatisering**, **MaaS**, **delingsøkonomi** og **elektrifisering** hvor disse innovasjonene komplementerer hverandre.

I seg selv kan det tenkes at **automatisering**, i betydningen selvkjørende kjøretøy, kan introduseres gjennom en rekke ulike utviklingsbaner. En kan tenke at det kan følge en hvor

også dagens regime har en sentral rolle, ved at stadig mer autonome kjøretøy introduseres av de eksisterende bilprodusentene, til forbrukerne gjennom dagens formidlingskanaler. Slik kan automatisering komme gjennom en *vanlig* utviklingsbane. Forventningen er da at selvkjørende biler, gradvis kommer inn i markedet, og at disse erstatter dagens ikke-selvkjørende personbiler, og tilsvarende på tyngre kjøretøy. Den forventede effekten av dette er en kraftig økning i transportarbeidet og en dreining i transportmiddelfordelingen i retning selvkjørende biler, og bort fra alle andre transportmidler, på alt bortsett fra de lengste reisene. En slik utviklingsbane vil ha betydelige konsekvenser for miljø og behovet for veginfrastruktur. Kravene til standarden på infrastrukturen vil øke, og transportvolumene vil øke.

Alternativt kan en tenke seg at automatisering følger en utviklingsbane som *teknologisk substitusjon*. Per i dag virker dette som det er det som er i ferd med å skje. Forskjellen på *teknologisk substitusjon* og *vanlig endring*, er særlig at det kommer nye aktører til. I dag arbeider både tradisjonelle bilprodusenter som VW og nye aktører som Tesla, og flere lastebil- og bussprodusenter med selvkjørende teknologi, som kan erstatte dagens produkter, men med en tilsvarende forretningsmodell.

Parallelt med dette arbeides det med å kombinere automatisering med nye forretningsmodeller enten i form av **MaaS/kombinert mobilitet** eller gjennom tjenester som minner om **delingsøkonomi**. I et innovasjonsperspektiv er dette interessant fordi det muliggjør en mer radikal endringsprosess. Altså av typen *de-alignment re-alignment*, hvor dagens aktører og måte å tenke transportsystemet på blir satt til side, før et nytt transportregime, kanskje kommer. Alternativt kan en tenke seg at aktørene innenfor dagens regime er så aktive at innovasjonene inkluderes og forretningsmodellene endres gradvis slik at en får en *rekonfigurasjon* av dagens regime. I stedet for et nytt og alternativt regime. Antagelig vil det være mulig å påvirke hvilken av disse utviklingsbanene adopsjonen av innovasjonen vil følge gjennom aktive valg hos aktørene. På mange måter kan en se Enturs etablering og Møllers omlegging i 2017 til 2018, hvor begge går bort fra sine mer tradisjonelle virksomhet¹⁰ som henholdsvis billettformidler og bilforhandler i retning av å bli mobilitetstilbydere. Altså at regimeaktører posisjonerer seg for en rekonfigurasjon, hvor aktørene blir nødt til å tilby nye produkter eller tjenester i fremtiden.

Elektrifisering, altså overgangen til elektriske kjøretøy (batteri- eller hydrogen), vil det være mest naturlig å se på ut ifra en forventning om *teknologisk substitusjon*, i alle fall om elektrifisering analyseres alene.

Elektrisk drift er i og for seg ingen innovasjon, det har eksistert lenge, men grunnet bedre teknologi for lagring av elektrisitet (i hovedsak bedre batterier og hydrogen) og landskapsmessige endringer, økt bevissthet knyttet til de negative sidene forbundet med forbrenningsmotoren og høy oljepris, har elektrisk drift bedret konkurranseforholdet mot forbrenningsmotoren.

Fra et regimeperspektiv er elektrifisering en mindre endring, det meste av regimets aktivitet kan foregå som før, men deler av aktiviteten må rekonfigureres noe.

4.2.2 Ny mobilitet sammen

Hvis innovasjonene, automatisering, MaaS, delingsøkonomi og elektrifisering kombineres, peker disse sammen i retning av et helt nytt regime. En slik overgang vil ha dramatisk påvirkning på samfunnet, med økt mobilitet som en klar konsekvens. Utfordringene ved

¹⁰ Entur ble opprettet som eget selskap i 2017. De ble opprettet med utgangspunkt i NSBs tidligere billettformidler.

en slik utvikling vil antagelig i stor grad henge sammen med i hvilken geografisk setting den plasseres.

Utfordringen med automatisering er først og fremst (når en ser bort ifra de tekniske utfordringene) knyttet til en forventning om overgang til mindre kjøretøy med lavere kapasitetsutnyttelse og som en konsekvens av dette arealbruk og økning i transportarbeid i og rundt de største byene. For trafikk mellom byene, og i mindre byer og tettsteder er denne overgangen mindre problematisk. Spørsmålet som gjenstår for dagens regimeaktører, og da særlig regulerende myndigheter, er hvordan utforme et regime hvor en får nytte av automatisering, samtidig som en begrenser de eksterne ulempene. Det er her kombinasjonen med MaaS, delingsøkonomi og elektrifisering er særlig interessant.

MaaS, fordi det kan frikoble forholdet mellom valg av transportmiddel og transportbehov. Dette kan redusere den komparative fordel en selvkjørende privatbil har over et kollektivsystem. Utfordringene knyttet til MaaS, er per i dag å dekke tynne markeder, tilbud i distriktene og lange reiser, dette kan løses gjennom automatiserte kjøretøy, som reduserer ulempen forbundet med det at det ikke nødvendigvis finnes et tilbud på akkurat det stedet den reisende skal til eller fra. Delingsøkonomi, ved at en kan se for seg desentralisert eie- og bruksstrukturer for de autonome kjøretøyene, og at en gjennom MaaS-løsningene inkluderer samkjøringsprodukter av ulike slag. Dette bidrar til å redusere kapitalkostnaden, og derigjennom brukskostnaden for transportsystemet. Altså gjennom at en ikke bare deler på eierskap, men også på bruk. Utfordringen så langt med delingsøkonomiske forretningsmodeller, er i likhet med MaaS at det er vanskelig å tilby tjenester der markedet er relativt begrenset. Dette løses, i alle fall delvis, av automatisering. Elektrifisering bidrar til å redusere miljøulempene ved økt bruk av motorisert transport. Dette går både på økt energieffektivitet, men i denne sammenhengen like viktig, redusert støy, økt pålitelighet og komfort.

En slik løsning, som på mange måter kombinerer de beste elementene fra de ulike nisjeinnovasjonene, er imidlertid ikke den eneste mulige løsningen. Disse trendene kan virke hver for seg også (som beskrevet i kapittel 3) og da er det forventede utfallet et helt annet.

4.2.3 Automatisering og relaterte innovasjoner for gods

Automatisert og selvkjørende teknologi -vegtransport

Automatiserte og selvkjørende kjøretøy har lenge vært en del av den interne logistikken i mange produksjonsbedrifter. På denne måten blir økt innfasing av automatiserte kjøretøy en form for *vanlig* endring. Selve transporten av en vare gir ingen merverdi til varen og roboter har i større og større grad tatt over den interne materialtransporten innad i slike bedrifter. Spørsmålet er om fullautomatiserte kjøretøy også kan være aktuelt for vegtransport ved bruk av offentlig infrastruktur. *Og hvordan vil i så fall logistikken, verdikjedene og varetransporten endre seg som resultat av å introdusere denne teknologien?* (Maurer mfl., 2016).

Selvkjørende lastebiler kan gi en stor effektivisering av logistikken frem mot 2050. Lønnskostnader står for ca. 30 prosent av transportkostnaden. Ved bruk av selvkjørende lastebiler vil transport på veg bli enda mer attraktivt fremfor andre transportmidler og det vil bli stadig viktigere å sørge for bærekraftig vegtransport.

På grunn av de mange juridiske spørsmålene knyttet til bruk av autonome kjøretøy og manglende aksept blant den generelle befolkningen og til en viss grad logistikkaktører er det nødvendig med gradvis innføring av et autonomt trafikksystem. Det er derfor avgjørende å fortsette testing innenfor avgrensede områder for å overvinne skepsisen knyttet til teknologien og manglende standardisering, men også for å utvikle selve

teknologien. Autonom platooning med en sjåfør kun i den første lastebilen kan være et steg på veien. For at et autonomt trafikksystem skal fungere optimalt er det også viktig at passasjertrafikk og godstrafikk blir håndtert på en mye mer integrert måte i fremtiden enn hva tilfellet har vært til nå. I et mikroperspektiv er det flere grunner til å implementere autonome systemer i godstransport; ingen behov for sjåfører, en energibesparende kjøring, høy pålitelighet og potensiell reduksjon av antall ulykker. På den andre siden er det en del utfordringer ved implementering av selvkjørende kjøretøy blant annet den tekniske kompatibiliteten til infrastruktur og til andre kjøretøy.

I et makroperspektiv kan selvkjørende systemer være med på å forbedre strukturelle mangler som eksisterer i dagens transportsystem. Automatisert kjøring kan være med på å bedre kapasitetsutnyttelsen på veger tatt i betraktning det reduserte behovet for plass og muligheten for like hastigheter for kjøretøyene. En slik effektivitetsforbedring i vegtrafikken kan konkurrere med annen massetransport. For eksempel kan automatisert *platooning* være en direkte konkurrent til jernbane (Maurer mfl., 2016). På den andre siden kan autonome og selvkjørende kjøretøy øke attraktiviteten for bruk av lastebil og resultere i flere kjøretøy på vegene og dermed en økning i trafikkarbeidet totalt sett. Selvkjørende lastebiler vil også kunne benyttes mer over døgnet ved å unngå bestemmelser for kjøre- og hviletid, dette trekker i retning av mer trafikkarbeid. Denne effekten vil øke behovet for veginfrastruktur som er tilpasset denne utviklingen.

I motsetning til hva tilfellet er for persontransporten så vil ikke selvkjørende teknologi være koblet mot noen form for radikal omstrukturering av næringen. Dette er fordi aktørene i stor grad forventes å være de samme. Koordineringen skjer gjennom et fåtall aktører. Ikke som i tilfellet for persontransporten gjennom desentraliserte beslutninger (for persontransporten er ofte den som produserer transporttjenesten og den som har et transportbehov samme person).

Automatisert og selvkjørende teknologi -sjøtransport

Hoveddelene av godstransportomfanget forventes utført med tilsvarende transportmiddel som i dag, men det er en tendens mot at sjøfart brukes mer i innenlands transport. Ny teknologi kan på flere måter få mye å si på kostnadssiden til sjøfart og dermed endre dette bildet noe, spesielt for innenskjærs sjøtransport. Teknologi, som autonome skip med avanserte sensorer vil redusere behovet for los,¹¹ ved å kunne styre fartøyene inn i havneløpene. Dette vil både redusere kostnadene ved- og effektivisere transporten. Sammenlignet med lastebiltransport er det ikke like mye å hente på spart arbeidskraft i og med at det er langt lavere personalkostnader per flyttet tonn i sjøtransport. Samtidig vil det fortsatt være behov for bemanning knyttet til vedlikehold av skip som går over lange distanser.

Videre kan autonomi i sjøtransport også resultere i at behovet for store fartøy blir mindre. Dette medfører at frekvensen på transportene kan økes og det blir dermed mulig å redusere hastigheten på rutene. Dette vil føre til lavere drivstofforbruk. Over store avstander forventes dette ikke å bli aktuelt før 2050. Derimot kan den siste leveransen inn mot havnene erstattes med mindre autonome fartøy med høyere frekvens. En stor utfordring med logistikken i dag er at det går mye tid i havner slik at det er behov for å kjøre fortere for å rekke oppsatt leveransetidspunkt, denne hastighetsøkningen er med på å øke både

¹¹ En skipslos er en navigatør med spesiell lokalkompetanse om et bestemt område og som bruker denne kunnskapen til å rettlede skip i havneområder og ukjente farvann. Dette er en kunnskap som er nødvendig når større skip skal seile innenskjærs.

kostnadene og utslippene. Utviklingen av autonome båter i Norge er allerede i gang og vil kunne gi effekter frem mot 2050.

Sjøtransport har ikke like høy omstillingshastighet som vegtransport og jernbane. Et sjøfartøy vil være i drift mye lenger enn for eksempel en lastebil og investeringen er så stor at levetiden er lang før fartøyet byttes ut i en nyere modell. Utviklingen innen teknologi og drivstoff går derfor saktere i sjøfarten enn veg- og jernbanetransport.

Automatisert og selvkjørende teknologi -jernbanetransport

Teknologisk utvikling øker også potensialet for økt bruk av jernbane i godstransport i fremtiden. Det har vært en tendens til at jernbanetilbudet i størst grad er utviklet for persontrafikk. Teknologiu utvikling kan muliggjøre bruk av mindre lokomotiv og bidra til å øke attraktiviteten til jernbanetransport. Mindre og selvkjørende vogner kan settes opp ganske dynamisk slik at det ikke blir nødvendig å transportere tusenvis av tonn for å kunne benytte tog. Mindre lokomotiv kan i tillegg gi muligheter for å komme nærmere avlastere. Jernbane er et enkelt system å automatisere i fremtiden. Mer fleksibilitet og høyere frekvens i jernbanetransport vil gjøre at jernbane i større grad kan konkurrere med lastebiltransport. Startkostnaden for jernbane ved igangsetting av toget er veldig høy, og det er derfor avgjørende å kunne transportere store volum ved hver transportforsendelse. Et annet problemet med store tog er at de kun kan trafikkere mellom visse strekninger. Mindre enheter som kan komme nærmere sentrumsområder vil sannsynligvis føre til sterkere konkurransekraft for jernbane. En tendens er at lastebil og tog nærmer seg hverandre i utforming. Drivkreftene på lastebilsiden er at det skal være lange belter med lastebiler i elektrisk drift, gjerne autonomt ved for eksempel platooning. Dette minner mye om jernbanetransport.

Roboter og automasjon

Bruk av roboter og autonomi i lager- og varehåndtering kan også potensielt gi betydelig effektivitetsøkning i logistikkssystemer. Det vil derimot være et behov for store volumer for at investering i denne teknologien skal være lønnsom. Økt bruk av denne teknologien kan både gi stordriftsfordeler i lagerfunksjoner og dermed føre til ytterligere sentralisering frem mot 2050, men det kan også trekke i motsatt retning ved økt fleksibilitet på lokalt nivå (Grønland mfl., 2014), avhengig av kostnadsutviklingen. Hvilken effekt robotisering og automasjon vil ha på arbeidsmarkedet kommer i kapittel 5.2.3.

Oppsummering -automatiserte og selvkjørende kjøretøy i nærings-transport

Forventningen er at roboter og automatisering medfører reduserte kostnader i godstransporten på samme måte som i persontransporten, men det er en vesentlig forskjell i det at store deler av persontransporten skjer ved at personen med et transportbehov transporterer seg selv, med et selveid transportmiddel. Dette er ikke tilfellet for gods. Dermed blir gods mer å sammenligne med kollektivtrafikk. I forlengelsen av dette ligger det en forventning om at automatisering medfører en teknologisk substitusjon, uten at det medfører store endringer i regimet. Autonome skip tar over for skip med fullt mannskap, autonome lastebiler tar over for lastebiler med menneskelig fører osv. ikke ulikt substitusjonen som allerede har funnet sted i disse bransjene vekk fra arbeidskraft fra høykostnadsland. Altså er det en forventning om endringer, etter hvert som nye og billigere transportløsninger kommer, men ikke at disse transportløsningene endrer strukturen i

markedet i særlig grad. Noen nye produsenter og reguleringer forventes å komme til, men ikke vesentlig forskjellig fra om vi hadde opplevd en vanlig endring.

4.2.4 Andre mulige nisjer

3D-printing

Introduksjon av **3D-printing** kan føre til skift i produksjonen av produkter. Dette er en nisjeinnovasjon i produksjonsprosessen som kan føre til en *de-alignment re-alignment* - utviklingsbane i produksjonen av varer. Produsentene vil ikke lenger konsentrere produksjonen sin til ett eller noen få store produksjonslokaler, men heller flere små. Dette vil være med på å redusere transportdistansene fra produksjon- og lagerlokasjoner til sluttkunden (ZF Friedrichshafen AG mfl., 2016). Ny produksjonsteknologi kan gjøre det konkurransedyktig å produsere lokalt. 3D-printing vil nok i størst grad bli utbredt for typiske kompliserte produkter og reservedeler frem mot 2050. 3D-printing kan redusere kostnader knyttet til utvikling av prototyper og produksjon av reservedeler betraktelig og gir et stort potensiale for økt oppetid for virksomheter. Dette gir store muligheter innenfor industri. For alle virksomheter som på en eller annen måte benytter seg av fysiske deler, kan det bety reduserte kostnader ved lagerhold og kostnader ved bestilling av dyrebare spesialdeler. Ny produksjonsteknologi kan også potensielt redusere stordriftsfordeler ved produksjon, men denne utviklingen vil variere etter bransje.

Det er ikke bare 3D-printing som er viktig, men også annen digitalisering av produksjonen. Denne utviklingen kan føre til at det blir lettere å produsere nasjonalt eller lokalt istedenfor globalt eller sentralisert. Det er viktig utvikling for forsyningsmønstre. Det kan trekke tilbake noe av den sentraliseringseffekten som har vært til nå, grunnet fallende transportkostnader. For eksempel at tekstilproduksjon kan flyttes tilbake til Norge. Denne tendensen kan føre til tøffere økonomiske tider i andre mer vanskeligstilte land med lavere lønninger som har vært lokasjon for mye produksjon. Det er vanskelig å si om 3D-printing vil forme produksjonssystemene. Det er mye usikkerhet knyttet til å vurdere hvilke effekter 3D-printing vil ha på næringstransport og logistikk tatt i betraktning utviklingen av denne teknologien per i dag.

Dersom 3D-printing blir en utbredt teknologi vil den kunne føre til en økende overgang fra persontilpasset masseproduksjon til fleksible produksjonsløsninger nær sluttkunden. Dette vil resultere i at flere produkter kan distribueres lokalt og dermed gi en økning i kortreiste varer (Grønland mfl., 2014).

3D-printing vil, som innovasjon, kunne påvirke produksjonsregimet for varer radikalt, og dermed ha en stor samfunnskonsekvens, men vil medføre mindre endringer i transportsektoren. En dreining fra lang transport av store kvanta, med relativt lav frekvens, til kortere transport av mindre kvanta med høyere frekvens. Dette påvirker transportregimet, men det forventes ikke medføre en radikal endring for transportregimet. Snarere kan det bidra til at flere nisjer, knyttet til spesialleveranser og små kvanta, kan få større utbredelse enn i dag.

Delingsøkonomi (alene)

Delingsøkonomi som trend går ut på en endring i fokus fra å eie til å leie. Dette har gitt opphav til en rekke nye nisjer innen transportmarkedet, og særlig innenfor privattransportmarkedet. Delingsøkonomi kan ses på både som en landskapstrend og en samlebetegnelse for et knippe enkeltinnovasjoner eller tjenester. I delingsøkonomiinnovasjonene er fokuset

gjærne på formidling av tjenester produsert og konsumert av enkeltpersoner eller i liten skala gjennom en digital plattform.

Per i dag er delingsøkonomiske modeller mer utbredt innenfor persontransport enn næringstransport. Noe av dette kan antagelig forklares av markedsstrukturene. Ved at en stor del av persontransporten utføres av de personene som reise selv, og har mer kapasitet, mens gods i større grad blir transportert av dedikerte foretak. Det snakkes likevel om at de overnevnte trendene vil øke det fremtidige behovet for å dele på ressurser, arealer og kjøretøy også innenfor næringstransport.

Logistikkaktørene er rasjonelle, dersom mer deling av utstyr og ressurser gir en økt kostnadseffektivitet vil de nok være villige til å dele på mer i fremtiden. Et eksempel er deling av terminalutstyr. Bane Nor eier og drifter terminaler der det allerede foregår deling av terminalutstyr som skiftelok. Konsekvensen av jernbanereformen er at det skal deles på togmateriellet gjennom «leasing». Flere aktører på samme terminal gir muligheter for kostnadseffektivisering gjennom deling av eksempelvis trucker, bruken av utstyr og terminalarbeidere. Graden av deling innenfor næringstransport og logistikk vil i stor grad komme an på hva logistikkaktørene konkurrerer om og hva det er lov å dele med tanke på konkurranseloven. Delingsøkonomi har en annen innfallsvinkel for privatpersoner enn for næringsaktører.

Som en ren logistikkeffekt frem mot 2050 kan økt grad av delingsøkonomi både for privat- og næringsaktører føre til mindre varevolumer ved at varer i større grad blir delt mellom aktører heller enn kjøpt nye. Dette gir isolert sett mindre transportbehov, men kan samtidig føre til mer lokal transport for å transportere det som skal deles, dersom vi sammenligner med situasjonen uten deling.

Altså forventes ikke delingsøkonomi å påvirke strukturene i godstransportsystemet i særlig grad. Her skal det nevnes at det finnes en rekke «delingsøkonomigodsaktører» som kan tenkes å betjene nisjer i godsmarkedet, særlig innen lokal distribusjon.

E-handel

I de siste årene har det vært en voksende trend at fysiske butikker erstattes med netthandel. Frem mot 2050 kommer økt bruk av e-handel til å resultere i færre fysiske butikker og flere såkalte visningsrom (show-rooms). E-handel kommer til å vokse raskt og føre til at leveranser av varer i større grad blir utført direkte hjem til sluttkunden eller via en pakkestasjon. Det vil bli transportert mindre volum til butikker og kjøpesentre og flere transporter direkte fra lager til privatpersoner eller pakkestasjoner. Dette vil føre til økt varetrafikk i bo- og sentrumsområder. Hvilken effekt dette vil få på lokasjon av produksjons- og distribusjonsfasiliteter avhenger av flere faktorer, men først og fremst av type bransje og produktportefølje. En spådom er at varer som kommer til å få mer lokal lagerstruktur er ferskvarer med sisteledds-distribusjon via et sentrumsnært lager. Det er et spørsmål om volum når det kommer til hvor nær produksjonen bør være sluttkunden. Amazon for eksempel har sentrallager rundt om i verden. Det er en tendens til at sentrallagrene blir mer lokale og nærmere sluttkunden, men tendensen er mer på nasjonalt nivå enn at det kommer til å bli plassert flere lagerlokasjoner ved hver by.

Vi ser og kommer til å fortsette å se et økende skifte i lokalisering av logistikkfasiliteter som resultat av utviklingen innen e-handel og økende etterspørsel etter *levering samme dag*. Omkring år 2000 startet en trend der logistikkfasiliteter ble flyttet ut av byer og urbane områder. Nå ser det ut til å bli en ny runde med lokasjonsendringer der logistikkaktører igjen ønsker å benytte indre by i større grad. Spesielt for aktører innen detaljhandel og netthandel. Det er fremdeles ikke attraktivt å flytte masseproduksjon av varer inn i byene. Denne lokasjonsendringen kommer derfor trolig til å bestå av en deling mellom store

fasiliteter for masseproduksjon, som fortsatt er plassert utenfor byområder, og mindre distribusjonsfasiliteter som i større grad lokaliserer seg i byer for å sørge for kort leveringstid.

Oppsummering - andre mulige nisjer

Godstransporten vil fortsatt i hovedsak være knyttet sentralisert produksjon, sentrallagre noe mer lokalt plassert, flere distribusjonssentre og smålagre mer lokalt (spesielt innenfor detaljhandel). Intervjuobjektene trekker alle frem ulike trender i godstransport og logistikk. I hovedsak i form av dreining i etterspørselen. Ut ifra responsen til intervjuobjektene ser det ikke ut til at noen av de ser for seg radikale endringer i hvordan godset transporteres, eller av hvem, men snarere at store endringer i strukturene rundt vareproduksjon medfører en dreining av etterspørselen i godstransporten.

De teknologiske endringene direkte knyttet til transport ser også intervjuobjektene for seg at kommer til å bli tatt i bruk av de etablerte aktørene, slik at en får en *vanlig endring*, eller en *rekonfigurasjon*, av regime snarere enn et brudd. For persontransport er det særlig delingsøkonomi som kan få mye å si for det fremtidige transportsystemet, men forutsetningen for at det skal komme ut av enkeltsegmenter, eller som en nisjeaktivitet, virker i øyeblikket å ligge i at delingsøkonomien kombineres med andre innovasjoner. Vi forventer ikke at transportsystemet, eller samfunnet for øvrig, endres dramatisk av en aktør som Nabobil, men dette vil kunne være en av mange innovasjoner som sammen kan bidra til at en slik endring finner sted.

5 Konsekvensene av trendene for atferd og transportetterspørsel i NTP 2022-2033

I dette kapitlet sammenfattes og syntetiseres konsekvensene av de tidligere-analyserte samfunnstrendene og nye teknologiene for atferd- og transportetterspørsel.

5.1 Konsekvenser for persontransporten

Globalisering, økonomisk vekst, demografiske endringer og urbanisering, er alle viktige trender på landskapsnivå som i stor grad kommer til å påvirke etterspørselen etter persontransport i fremtiden. I midlertid er det ingen av disse trendene som i seg selv peker på en radikal omstrukturering av hvordan transporten vil tilbys. Disse trendene lar seg også i stor grad modellere innenfor eksisterende modellrammeverk.

Dette er også trender som fint håndteres innenfor det eksisterende transportregimet. Felles for globalisering og økonomisk vekst er at de peker i retning av økt transportvolum og en dreining i retning av mer privat transport og mer flyreiser. Imidlertid vil en resesjon kunne medføre et kraftig, trafikkreduserende, sjokk. Endringene i transportetterspørselen som kommer som følge av demografiske endringer er mer usikre, fordi det er vanskelig å skille mellom alderseffekter og kohorteffekter. Urbanisering peker i retning av økt bruk av kollektivtransport, gange og sykkel, men om transportvolumene går opp eller ned avhenger av om befolkningsveksten kommer i sentrumskommunene, eller omlandskommunene rundt de største sentrene. De korteste daglige reisene finner vi i dag blant de som bor i Oslo, Stavanger og Trondheim, de lengste blant de som bor i omlandskommunene rundt disse byene (Hjorthol mfl., 2014).

Digitalisering og miljøbevissthet er derimot trender på landskapsnivå, som potensielt kan endre persontransporten radikalt. De direkte effektene på transportregimet er begrensede, men de indirekte effektene gjennom å endre konkurranseforholdene mellom ulike typer aktører kan legge til rette for at transportprodukter og tjenester som i dag kun dekker mindre nisjemarkedssegmenter kan nå ut til et bredere marked og utfordre de etablerte aktørene. De forventede effektene på transportomfanget av disse trendene er imidlertid motsatt. Digitalisering peker i retning av at ulempene ved å tilby transport går ned, og at etterspørselen dermed stiger, mens miljøbevissthet bør peke i retning av mindre transport, eller dreining mot transportmidler med mindre negative miljøkonsekvenser. Digitalisering er i dag såpass uoversiktlig og lite enhetlig som trend, at det er vanskelig å gi en geografisk tolkning. De ulike delkomponentene i digitalisering har ulik geografisk profil, alle områder blir berørt, men på ulike måter.

For nisje-innovasjonene er bildet langt mer sammensatt. I hovedsak knyttet til at endringene er mer spesifikke og direkte knyttet til hvordan transport blir produsert.

Eksempelvis vil automatisering slå veldig ulikt ut med hensyn på transportarbeid, avhengig av hvordan transportregimet ser ut. Dette har også en klar geografisk dimensjon. Den direkte effekten av automatisering er redusert ulempe, og dermed en forventning om økt bruk, men om det er økt bruk av private eller delte transportmidler vil avhenge av hvordan transportsystemet organiseres, og gi helt ulike resultat i form av endret forhold mellom personkilometer og vognkilometer jf. (Østli mfl., 2017). I hvilken grad disse eksterneffektene er negative, vil avhenge av geografisk setting. I de store byene vil de negative eksterneffektene av selvkjørende private biler være betydelige, mens de for transport internt i småbyer, i distriktene eller mellom de store byene er langt mindre.

Delingsøkonomi kan tilsvarende slå veldig ulikt ut, avhengig av hvordan de aktuelle tjenestene blir tilbudt. Det er en vesentlig forskjell mellom samkjøring og drosjevirkosomhet med privatbil. Samkjøring er en ren effektivitetsgevinst som burde øke mobiliteten og redusere transportarbeidet (målt i vognkilometer). Drosjevirkosomhet med privatbil har en stor nytteside, ved at drosjetjenester tilbys til en lavere kostnad, men medfører nygenerert trafikk, eller overgang fra andre transportmidler med høyere kapasitetsutnyttelse. Tilsvarende vil delebilsordninger som Nabobil medføre at den eksisterende bilparken kan utnyttes bedre, samtidig som det gir flere tilgang på bil.

Delingsøkonomi er særlig interessant å se i et geografisk perspektiv, fordi tjenesteproduksjon innenfor delingsøkonomien ofte er avhengig av en viss tetthet for å kunne fungere. Dette betyr at en kan forvente at delingsøkonomibaserte transporttjenester i hovedsak vil finne sted i store og mellomstore byer og omlandet til disse. Er transaksjonskostnadene relativt høye, slik som i enkelte samkjøringsprodukter som er på markedet i dag, (som BlaBlaCar, og GoMore), blir tilbudet kun aktuelt å benytte for lengre reiser, altså transport mellom byer.

5.2 Konsekvenser for godstransporten

5.2.1 Globalisering

Globalisering har vært og vil fortsette å være en viktig faktor for handel verden over. Nedgang i logistikk- og transportkostnader har vært med på å sette fart på denne utviklingen. De siste årene har veksten i global handel bremsset noe. Det er imidlertid andre fremvoksende økonomier som kommer til å trekke opp absolutte handelsvolumer. Asia, Sør Amerika og Afrika er aktører som kommer til å få mye å si for global handel i årene fremover (Müller mfl., 2012). Utviklingen innenfor internasjonal handel er en viktig driver for hvordan logistikksystemene vil endre seg frem mot 2050. Kreftene som styrer transportutviklingen i Norge er i stor grad sammenfallende med resten av verden (Grønland mfl., 2014).

Effekten av globalisering vil i stor grad avhenge av politikken som utspiller seg. Verdigrensen på toll har som eksempel stor påvirkning på veksten i internasjonalisering fordi en økning av denne grensen kan gi fordeler for norske butikker. Samtidig dersom grensen heves, forventes det at netthandelen fra utenlandske nettbutikker øker. Det er store usikkerhetsmomenter knyttet til handelspolitikk som kan få stor påvirkning på behovet for atferdsendringer i næringstransport frem mot 2050. I dette prosjektet har vi derimot ikke hatt mulighet til å gå i dybden på effekter av potensielle politiske hendelser. På globalt nivå er det nå en trend mot en kraftig konsentrasjon innen e-handel, dominert av et fåtall aktører som Amazon. Dette kan få radikale konsekvenser.

Overordnet vil økt globalisering føre til mer produksjon globalt, og en velstandsutvikling i mange land vil føre til en større etterspørsel etter varer. Økt verdenshandel vil igjen føre til flere logistikkstrømmer og lengre transportavstander totalt sett. Produksjonen vil skje flere steder enn i dag. Globalisering trekker i retning av sentralisering av produksjon med store volum og stordriftsfordeler. En viktig styrende faktor for lokasjon av produksjons- og lagervirksomhet er lønn i forskjellige verdensdeler og land.

Dersom utviklingen i Norge fortsetter mot liten grad av egenproduksjon og høy grad av import vil effekten på transportmiddelfordeling ved grensepassering og innenriks distribusjon av varer i stor grad avhenge av hvor i verden produksjonen vil skje (Hovi & Eidhammer, 2013). Fremvoksende økonomier i Asia, Sør Amerika og Afrika utvikler seg raskt og dette kommer til å øke handelsstrømmer til, fra og mellom disse områdene. OECD estimerer at innen 2050 vil en tredjedel av verdenshandelen skje mellom ikke-OECD land, sammenlignet med 15 prosent i dag. Denne utviklingen vil få store effekter på internasjonal godstransport og verdikjeder (Gerhardt mfl., 2017). Økt handel med land i Asia, Sør Amerika eller Afrika vil i større grad føre til økt sjøtransport og mulighet for direktedistribusjon av import til en havn nær endelig destinasjonssted, enn om det er handel med Øst-Europa som øker mest. Dersom handel med Øst-Europa vil vokse mest vil det trolig føre til mer vekst i landtransport og det blir da enda viktigere å sørge for sømløse jernbaneløsninger. Dersom utviklingen går mot mer egenproduksjon og høy eksport kan dette være med på å redusere presset på Osloregionen og dets rolle i overgangen mellom utenrikstransport og innenriks distribusjon (Hovi og Eidhammer, 2013).

5.2.2 Urbanisering

Urbanisering vil ha en stor innflytelse på logistikk og næringstransport. En økende andel av befolkningen bor i byer, estimert til å være 75 prosent i 2050, noe som fører til et behov for endringer. Dynamikken i utviklingsprosessen krever langsente logistiske beslutninger for å kunne sørge for forbyggende handlinger (Müller mfl., 2012). Etterspørselen etter transport av varer øker betraktelig. Innen 2050 er det forventet at fraktvolumene i byer kommer til å vokse med 40 prosent. Kundernes forventinger er også i stadig endring, spesielt med tanke på varelevering samme dag.

For å møte disse trendene og samtidig ta hensyn til stadig mer fremtredende kundeforventninger og økte transportvolum vil leveransene i byer trolig bli mindre og mer frekvente frem mot 2050. Denne utviklingen vil ha en direkte effekt på lokasjoner av logistikkarealer. Ettersom ordrene blir mer frekvente og mindre i størrelse må logistikkaktører plassere distribusjonsanlegg nærmere bysentrum og sluttkunden for å dekke transportkostnadene og redusere leveringstiden (Deloitte og MHI, 2017). En utfordring i mange byer er plassmangel og økende kamp om arealer. Det blir i den sammenheng stadig vanskeligere å finne ledige arealer til ulike logistikkformål og logistikkarealer (Müller mfl., 2012).

Det er ikke nødvendigvis slik at urbanisering i seg selv vil føre til lokal produksjon. Tilgjengelighet på arealer er et problem for lokal produksjon og det er kamp om arealer i mange store byer. Det er mange krefter som kjemper mot hverandre.

Økt urbanisering fører også til at nye leveringsmetoder innenfor næringstransport blir presset frem. I den sammenheng vil det trolig bli økt grad av varelevering utenom normale arbeidstider, for eksempel sen kveld, tidlig morgen eller natt.

5.2.3 Endring i arbeidsliv

Endringer i arbeidsliv som konsekvens av ny teknologi (roboter, automatisering osv.) vil kunne påvirke logistikkindustri, men trolig ikke logistikkstruktur. Det vil bli autonome administrasjonsprosesser og fysiske prosesser (roboter til plukking og autonome lagre). Dette vil ikke føre til en omveltende endring på logistikkstruktur og lagerbeliggenhet, men kan dramatisk endre arbeidshverdagen til personene som i dag er ansatt i logistikkbransjen jf (Veryard mfl., 2017).

Det er vanskelig å predikere hvordan arbeidskraften vil forflytte seg som en effekt av endringer i arbeidsliv. Den fremvoksende digitaliserings- og automasjonsprosessen, som kommer til å fortsette å vokse frem mot 2050, vil trolig bli betydelig kostnadseffektiverende. Robotisering av produksjon- og lagervirksomhet vil kreve mindre manuelt arbeid i årene frem mot 2050, og det vil ikke spille så stor rolle hvor produksjonen vil skje når det er roboter som skal gjøre jobben. Det vil heller ikke spille like stor rolle hvor i verden produksjonen vil finne sted med tanke på lønnsforskjeller.

Det er flere diskusjoner vedrørende automatisering, kunstig intelligens og robotisering av industrien og hvordan denne utviklingen vil påvirker arbeidsmarkedet. Det vil bli en restrukturering av arbeidsmarkedet som krever forebyggende tiltak. Robotisering og kunstig intelligens vil være ødeleggende for mange arbeidsmarkeder og noen jobber vil bli erstattet eller endret fundamentalt i fremtiden. Samtidig vil det bli skapt mange nye jobber som kan bidra til at nettoeffekten blir positiv for økonomien som helhet (Hawksworth mfl., 2018). Dette fordrer imidlertid en stor endringsvillighet (utvikling av ny kunnskap og videreutdanning) blant arbeidsstyrken. Norge med en raskt aldrende befolkning vil for eksempel få et stort behov for flere ansatte i helsevesenet.

En annen dimensjon i diskusjonen om ny teknologi er spørsmålet om det er tilstrekkelig med kvalifisert arbeidskraft som kan møte den raskt voksende teknologiske utviklingen. Teknologisk innovasjon innenfor transport- og logistikksektoren er avhengig av kompetent arbeidskraft. Denne utviklingen fører med seg nye krav om integrering av flere typer teknologisk innovasjon og nye forretningsmodeller som baserer seg på blant annet e-handel, skyløsninger og tingenes internett -og krav til ny type kunnskap og kompetanse blant logistikkpersonell. Kompetansegapet vokser ettersom anvendelsen av teknologiene øker raskt. Dette er en stor utfordring for dagens logistikkledere (Deloitte & MHI, 2017).

Ytterligere en dimensjon ligger i koblingen mellom arbeidskraft og delingsøkonomi. I dette ligger det en forventning om en overgang fra faste ansettelser med regulerte arbeidsgiver-arbeidstaker relasjoner til selvansettelse (Cohen og Sundararajan, 2017). Dette gir utfordring knyttet til å opprettholde lønns- og arbeidsvilkår. Samfunnsmessig gir det også en utfordring knyttet til at insentivstrukturen i produksjonen endres fra produksjonseffektivitet til overflødig kapasitet. Foreløpig har det kun vært i drosjemarkedene internasjonalt dette har slått kraftig inn i transportsektoren (Leiren og Aarhaug, 2016), men det er en internasjonal trend med en overgang hvor stadig nye yrker går over til å bli 'crowd work' jf (Felstiner, 2011).

5.3 Modellfremskrivningene

Trendene som er beskrevet i denne rapporten blir bare delvis tatt hensyn til i det eksisterende rammeverket for beregning av fremtidig transportarbeid som benyttes innenfor NTP-arbeidet, de nasjonale transportmodellene.

Persontransportmodellen NTM6 (Madslien mfl., 2017), som er den nyeste versjonen av det nasjonale transportmodellsystemet inkluderer følgende trender i sine trafikkframskrivninger:

Befolkningsvekst. Variabelen hentes fra SSB MMMM alternativet fylkesfordelt. Befolkningen er videre fordelt på aldersgrupper, som en konsekvens av at aldersgruppene har ulik transportatferd. I dette ligger det en forutsetning om at den aldersspesifikke transportatferden opprettholdes, altså ingen kohorteffekter. Befolkningen er fordelt på grunnkretser etter dagens mønster, altså ingen endret struktur i urbaniseringen. Det er ikke tatt hensyn til parkeringsknapphet som følge av større befolkning. Dette gjør at trendene knyttet til endret befolkningsstørrelse og alderssammensetning delvis er med i eksisterende trafikkfremskrivninger.

Økonomisk vekst. Variabelen som benyttes i NTM6 er basert på perspektivmeldingen som publiseres av Finansdepartementet og ser på forventet produktivitetsvekst.

Forhold som blir trukket fram som viktige, av de som ikke er modellert, inkluderer at relative prisforhold mellom transportmidler holdes konstant. Dette er forenkling som er lite realistisk gitt forventninger om endrede konkurranseforhold mellom transportmidlene, som følge av endrede kostnadsstrukturer knyttet til nye forretningsmodeller og ny teknologi og endret avgiftsstruktur, grunnet endret bevissthet om de negative eksternalitetene knyttet til transport.

Det er heller ikke tatt hensyn til ny teknologi som endrer kapasiteten eller transporttilbudet dramatisk.

For godstransporten (Hovi mfl., 2017) ligger utvikling i BNP, privat konsum, basert på DEMEC og perspektivmeldingen, samt brutto produksjon, import og eksport.

Befolkningsutvikling er beskrevet på samme måte som i NTM6, det samme gjelder antagelsen om relative prisforholdet mellom transportmidlene.

Forhold som i liten grad fanges opp av transportmodellene gjelder: skillet mellom elektriske og andre biler. Observasjonen er at man kjører mer med elektriske biler enn med biler med forbrenningsmotor. Dette kan antagelig ses i sammenheng med lavere marginalkostnad. Mange av endringene som kommer sammen med teknologiendringer kommer som følge av politiske beslutninger knyttet til implementeringen av teknologiene snarere enn de teknologiske endringene i seg selv. Eksempelvis er introduksjonen av el-biler i Norge et resultat av politisk prioritering (fritak fra avgifter, og andre direkte og indirekte tiltak) snarere enn egenskapene ved el-bilene, lavere marginalkostnad ved bruk. Tilsvarende vil det antagelig også være knyttet til selvkjørendeteknologi.

For gods er modellene basert på sektorfordelt vekst. Denne veksten blir omformulert til volumer fordelt på de samme sektorene. Det er utfordringer knyttet til denne omformuleringen. En hovedutfordring i denne modellstrukturen er at endret forbruketatferd i liten grad er tatt med. Det er i noen grad med i perspektivmeldingen, men ikke ut over det. Det er heller ikke med endringer i relative priser som påvirker forbruket. I og for seg gir ikke dette noe stort problem for framskrivingene så lenge de blir brukt til deres hovedformål, altså å fungere som basis for politiske beslutninger. Forhold knyttet til organisering av lager osv er i hovedsak satt likt, men det er gjort enkelte tester på konsekvensene av alternativ organisering.

6 Diskusjon / Oppsummering

De tunge trendene i samfunnet peker i retning av mer transport, men ingen radikal endring i hvordan transporten tilbys og reguleres. Radikale endringer kan komme av teknologiske skifter, samspill mellom flere ulike teknologier. Her er det en klar forventning om at særlig digitalisering og miljøfokus er samfunnstrender som har potensial til å endre transportsystemet. Samtidig virker det som om kombinasjonen av flere ulike trender på landskapsnivå kan resultere i langt kraftigere påvirkning på samfunnet enn det hver av disse trendene forventes å få hver for seg.

Digitalisering har potensial til å endre transportsystemet radikalt. Dette skjer først og fremst gjennom at økt prosessorkapasitet og overføringskapasitet muliggjør en serie med nye produkter, som igjen muliggjør mange nye tjenester. Dette gjør at digitaliseringen endrer mulighetsrommet på landskapsnivå. Slik sett kan effekten på samfunnet illustreres med et snøskred. Hvert snøfugg, som representerer den enkelte innovasjonen eller nisjeproduktet har i seg selv liten betydning, skredet av digitalisering er en utviklingsbane som endrer landskapet totalt og kommer raskt.

Trender som påvirker transportsystemet direkte, som tilkomsten av *nye forretningsmodeller og transportmidler* kan også endre transportsystemet radikalt. Av betingelsene for at slike innovasjoner når et bredere marked, ligger blant annet de overordnede trendene digitalisering og miljøfokus. Slike trender kan også slå kraftig inn på andre sektorer, selv om innovasjonene en ser på er fokusert på transport. Forventningen er at nye transportmidler og nye forretningsmodeller hver for seg, og sammen bidrar til å redusere ulempene med transport og derigjennom legge til rette for et samfunn med mer transport.

Litt forenklet kan en se på *økonomisk vekst* som inntektsøkning. Forventningen er at dette medfører mer transport, både gjennom at personer som får en inntektsøkning reiser mer, men ikke minst via næringstransport ved at vedkommende forbruker mer varer og tjenester. Samlete effekt av økt inntekt på økt transport er større enn den direkte effekten. Dette er imidlertid en trend som i seg selv er godt kjent og beskrevet.

Urbanisering samvarierer med økt inntekt, gjennom det som i økonomien kalles agglomerasjonseffekter. Tar vi utgangspunkt i dagens reisemønster peker økt urbanisering i retning av økt bruk av kollektivtransport. Men denne sammenhengen er langt mer bestemt av lokale forhold, enn den overordnede trenden. Kollektivandelene er høye for reiser til de tette områdene i byen, ikke i hele byområdet. Forutsetningen for at urbanisering skal resultere i økt bruk av kollektivtransport, er at veksten skjer i de områdene som lar seg betjene kollektivt. Denne forutsetningen settes under press av digitalisering og nisjeinnovasjoner som automatisering og elektrifisering.

Trendene virker sammen

En kompliserende faktor i å tolke samfunns- og transportkonsekvensene av trendene på landskapsnivå og innovasjonene (nisjer), er at de virker sammen. Hver for seg kan trenden, eller innovasjonen, være for liten til å påvirke regimet i særlig grad, men tilsammen kan det være del av en årsakskjede som resulterer i et radikalt annerledes regime.

Godstransporten blir påvirket av trender både på landskapsnivå og nisjeinnovasjoner, men ut ifra det datamaterialet vi har hatt tilgang på i denne utredningen virker det som

godstransporten i langt mindre grad enn persontransporten kan bli utsatt for radikale omstruktureringer. Innovasjonene medfører en dreining i etterspørselen antagelig i retning av mer differensierte tilbud. Dette betyr kortere distribusjon av ferdigvarer, i mindre kvanta, noe som kan peke i retning av lavere kapasitetsutnyttelse.

Hvilke av trendene som slår inn over samfunnet har mulighet til å endre transportsystemet radikalt?

Denne utredningen peker på at samfunnstrendene digitalisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene er de trendene på landskapsnivå som har potensial til å påvirke transportsystemet radikalt. Andre trender forventes å kanskje få vel så mye å si på utvikling i transportvolum, men innenfor rammene av dagens transportregime. Digitalisering og økt bevissthet på klima- og miljøutfordringene kan derimot åpne opp dagens regime for nye aktører og derigjennom resultere i et nytt regime med en annen struktur enn dagens.

Hvordan påvirkes transportbehovet i samfunnet av ny teknologi og de rådende samfunnstrendene?

Transportbehovet forventes i all hovedsak å øke. Dette gjelder både som en konsekvens av at ny teknologi forventes å redusere ulempene knyttet til transport, og som følge av overordnede trender som peker i retning av økt etterspørsel. De negative konsekvensene av en ekstra enhet transport forventes å falle. Samtidig er forventningen at antallet enheter transport forventes å øke, om det ikke innføres restriktive tiltak. Mulige slike tiltak inkluderer mobilitetsprising og restriktiv arealbruk.

I hvilken grad kan ny teknologi og nye organiseringsformer bidra til radikale endringer i dagens transportsystem og hvilken betydning kan dette ha for det fremtidige transportbehovet?

Hver for seg ser det ikke ut til at teknologiene eller nye forretningsmodeller kommer til å påvirke transportsystemet i særlig grad. Forventningen er i midlertid at mange av teknologiene som er nevnt i denne rapporten vil virke sammen, og at dette i sum kan resultere i radikale og uoversiktlige endringer. Her kommer særlig kombinasjonen med store trender som økt klima- og miljøbevissthet, sammen med digitalisering inn. Dette er endringer på landskapsnivå som, sammen med nye innovasjoner, kan resultere i en utviklingsbane som de-alignment re-alignment. Hvor trendene åpner opp regimet, det kommer en periode hvor det er uklart hva som blir de dominerende teknologiene, flere alternative, potensielt regimedannende teknologier, eksisterer sammen i markedet. Forventningen er da at denne situasjonen er forbigående, og at et nytt regime på sikt etableres, basert på et mindre utvalg av teknologiene.

Alternativt, kan en i stedet for å analysere hele transportmarkedet som et regime, tenke på hvert enkelt transportmiddel som utgangspunkt for et regime. En kan ved en slik illustrasjon se for seg en serie med regimer som blir utsatt for landskapstrendene og da særlig digitalisering og økt miljø- og klimabevissthet, som begge medfører 'sjokk' i betydningen plutselige hendelser, som politiske vedtak, eller nye teknologiske muligheter, hvor det enkelte regime står ovenfor en utviklingsbane av typen teknologisk substitusjon, transformasjon eller rekonfigurasjon. Dette tilsvarer det vi i dag ser ut til å oppleve knyttet til veitransport, med en teknologisk substitusjon i form av endret motor- og drivstoffteknologi. Den teknologiske substitusjonen fra svært forurensende forbrenningsmotorer, til langt mindre forurensende forbrenningsmotorer og elektrisk fremdrift. Denne utviklingen har blitt presset fram av landskapstrender som økt bevissthet om klima- og miljøutfordringene, kombinert med en serie med vanlig endring i form av inkrementell teknologiforbedring og sjokk, i form av politiske vedtak om utslippskrav.

Det er svært vanskelig å anslå sannsynlighet eller tidshorisont for når og hvordan ulike utviklingsbaner kommer til å inntreffe. Dette avhenger i stor grad av samspillet mellom landskapstrendene, regimeaktørene og innovasjonene på nisjenivå.

Referanser

- 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. 2017. *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.
- Christiansen, P., Gundersen, F. og Gregersen, F. A. 2016. *Kompakte byer og lite bilbruk? Reisevaner og arealbruk*, TØI-rapport 1505/2016, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Cohen, M. og Sundararajan, A. 2017. Self-Regulation and Innovation in the Peer-to-Peer Sharing Economy. *University of Chicago Law Review Online*, 82.
- Delingsøkonomiutvalget 2017. NOU 2017:4 Delingsøkonomien – muligheter og utfordringer. NOU.
- Deloitte og Mhi 2017. The 2017 MHI Annual Industry Report Next-Generation Supply Chains: Digital, On-Demand and Always-On.
- Felstiner, A. 2011. Working the crowd: employment and labor law in the crowdsourcing industry. *Berkeley J. Emp. & Lab. L.*, 32, 143.
- 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. W. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31, 1257-1274.
- Geels, F. W. og Schot, J. 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36, 399-417.
- Gerhardt, A., Spittel, A., Saeed, S., Steiger, D., Trunkwalter, S. og Weituschat, B. 2017. Trends Anticipating the impact of change in transportation. In: FEDERATION, E. E. T. W. (ed.).
- Grønland, S. E., Hovi, I. B., Wangsness, P. B. og Caspersen, E. 2014. *Næringslivets logistikk-systemer. Hvordan ser de ut og hvordan har de utviklet seg?*, TØI-rapport 1371/2014, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagman, R., Amundsen, A. H., Ranta, M. og Nylund, N.-O. 2017. *Klima- og miljøvennlig transport frem mot 2025 Vurderinger av mulige teknologiske løsninger for buss*, TØI-rapport 1571/2017, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagman, R., Weber, C. og Amundsen, A. H. 2015. *Utslipp fra nye kjøretøy – holder de hva de lover? Avgassmålinger Euro 6/VI - status 2015*, TØI-rapport 1407/2015, Oslo, Transportøkonomisk institutt.

- Hawksworth, J., Berriman, R. og Goel, S. 2018. *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.*, PricewaterhouseCoopers LLP.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. og Uteng, T. P. 2014. *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport*, TØI-rapport 1383/2014, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hovi, I. B. og Eidhammer, O. 2013. *Fremtidige logistikkøkonomier i Norge*, TØI-rapport 1252/2013, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hovi, I. B., Hansen, W., Jordbakke, G. N. og Madslie, A. 2017. *Fremskrivninger for godstransport i Norge, 2016-2050*, TØI-rapport 1555/2017, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Kpmg, Prognosesenteret, Sintef og Prosjekt, H. 2018. *Fremsyn 2050 trender innen samferdsel*.
- 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.
- Leiren, M. D. og Aarhaug, J. 2016. Taxis and crowd-taxis: sharing as a private activity and public concern. *Internet Policy Review*, 5.
- Lyons, G. og Davidson, C. 2016. Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104-116.
- Madslie, A., Steinsland, C. og Kwong, C. K. 2017. *Fremskrivninger for persontransport i Norge 2016-2050*, TØI-rapport 1554/2017, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. og Winner, H. 2016. *Autonomous driving: technical, legal and social aspects*, Berlin, Springer Open.
- Müller, J. D., Oppolzer, J., Kullen, K., Frutiger, A., Bonine, K. og Bryson, A. 2012. DELIVERING TOMORROW Logistics 2050 A scenario Study. In: AG, D. P. (ed.).
- Nordbakke, S., Sagberg, F. og Gregersen, F. A. 2016. *Slutt på lidenskapen? Endringer i førerkortandel og utvikling blant ungdom*, TØI-rapport 1477/2016, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Nordbakke, S. og Schwanen, T. 2015. Transport, unmet activity needs and wellbeing in later life: exploring the links. *Transportation*, 42, 1129-1151.
- Rosenberg, N. 1982. *Inside the black box : technology and economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rsas, R. S. a. O. S. 2010. *Graphene - the perfect atomic lattice* [Online]. Available: https://assets.nobelprize.org/uploads/2018/06/popular-physicsprize2010.pdf?_ga=2.240051779.1160936340.1537901079-1928885912.1537901079 [Accessed].
- Suarez, F. F. og Oliva, R. 2005. Environmental change and organizational transformation. *Industrial and Corporate Change*, 14, 1017-1041.
- Veryard, D., Aronietis, R., Poggi, R. og Viegas, J. 2017. Managing the Transition to Driverless Road Freight Transport. In: ITF (ed.).

- Weber, C., Hagman, R. og Amundsen, A. H. 2015. *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi. Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014*, TØI-rapport 1405/2015, Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Zf_Friedrichshafen_Ag, Euro_Transport_Media og Fraunhofer_Iml 2016. *ZF Future Study 2016 Last Mile Logistics*, ETM Verlag.
- 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: Eksterne intervjuobjekter gods

Tabell V.1: Liste over intervjuobjekter (gods).

	Stilling/fagområde	Relevant kompetanse	Arbeidssted
1	Professor II- Institutt for regnskap, revisjon & foretaksøkonomi	Dr. grad og over 20 år lang erfaring innen transport og logistikk med et stort antall publiserte rapporter og vitenskapelige artikler innenfor temaet.	Handelshøyskolen BI
2	Professor - Geografi og arealplanlegging	Dr. grad og over 30 års erfaring med spesialfelt innen by- og regionutvikling, økonomiske nettverk og varestrømmer og politikk som fremmer bærekraftig arealutvikling.	University of Luxembourg
3	Eier av konsulentfirma	Årelang erfaring fra lederstillinger i DB Schenker og nåværende eier av konsulentselskapet Steerlink.	Steerlink /tidligere DB Schenker i Sverige
4	Professor - Industriell og finansiell økonomi og logistikk	Spesialfelt innen bylogistikk og fagleder for <i>urban freight platform</i> støttet av Volvo Research and Educational Foundations (VREF). Ansatt ved universitetet i Westminster i London med fagfelt logistikk og detaljhandel i 20 år før Gøteborg.	Universitetet i Gøteborg
5	Professor - Industriell og finansiell økonomi og logistikk	Spesialfelt innen transportøkonomi og sjøfart. Lang erfaring innen bransjestruktur, produksjonssystem, nettverksdesign og informasjon i godstransport og med en rekke publiseringer innen logistikk.	Universitetet i Gøteborg

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