Nasjonal transportplan 2022-2033

STRATEGISK MULIGHETSROM VED NY TEKNOLOGI

Utredningsrapport 25. april 2019

Foto: Hilde Lillejord

AVINOR Jernbane-direktoratet KYSTVERKET NyeVeier Statens vegvesen

FORORD

Som en del av grunnlaget for Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2033 har Avinor AS, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS og Statens vegvesen (heretter: transportvirksomhetene) satt i gang et utredningsarbeid innen sju utvalgte områder:

- Klima
- Miljø
- Teknologi
- Byområder
- Godstransport
- Transportsikkerhet
- Samfunnssikkerhet

Arbeidet skal gi faglige anbefalinger til Samferdselsdepartementets rullering av stortingsmeldingen om Nasjonal transportplan.

Arbeidet er dokumentert i to arbeidsdokument. Dette arbeidsdokumentet beskriver strategisk mulighetsrom som følge av ny teknologi i transportsektoren, og drøfter følgende fem områder:

1. De store samfunns- og teknologitrendene
2. Atferdsendringer på individnivå
3. Det offentliges roller og virkemidler
4. Virkemidler for atferdsendringer
5. Risiko for feilinvestering

Det teoretiske grunnlaget for arbeidsdokumentet er beskrevet i dokumentet «Teknologitrender i transportsektoren». Anbefalingene i dokumentet er et forslag fra en prosjektgruppe.

Prosjektgruppen har bestått av følgende medlemmer:
Ragnhild Wahl - Jernbanedirektoratet (leder)
Camilla Berntzen - Jernbanedirektoratet (sekretær)
Lise Nyvold - Jernbanedirektoratet
Abdul Basit Mohammad - Avinor
John Christian Paulshus - Avinor
Bjørnar Kleppe - Kystverket
Trond Langemyr - Kystverket
Per Einar Pedersli - Statens vegvesen
Bjørn Andreas Lund - Statens vegvesen
Bjørn Aasebø, KS/Fylkeskommunene
Lars Vassbotn Aamodt, Nye Veier AS

I tillegg til dette har ulike fagpersoner i virksomhetene bidratt til de enkelte delkapitlene.

Trondheim, 25.april 2019

Ragnhild Wahl
Prosjektleder for Teknologiutredningen

ORDFORKLARINGER

Automatisering	Faglig prosess med formål å gjøre et fenomen automatisk, slik at det i større eller mindre grad styrer seg selv
Autonomi	Selvkjørende transportmidler
CCAM	Samvirkende Tilkoplet og Autonom Mobilitet (Cooperative, Connected and Automated Mobility)
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems (Samvirkende Intelligente transportsystemer). Teknologier, applikasjoner og tjenester som utnytter effektiv datautveksling mellom enheter, aktører og infrastruktur ved bruk av trådløs kommunikasjon og smart teknologi i kjøretøy og mobile enheter. Omtales også som Konnektivitet
Delingsøkonomi	Forretningsmodeller som er basert på transaksjoner mellom privatpersoner, formidlet gjennom digitale plattformer. Delingsøkonomi betegner markeder som blir muliggjort av bedrifter som ikke selv eier det som selges og kjøpes, men som tilbyr en felles plattform for å koordinere – finne, betale og evaluere – utvekslingen av produkter og tjenester
Drone	Ubemannet luftfartøy
e-Navigasjon	E-navigasjon er digitalisering av informasjonstjenester og informasjon som utveksles mellom skip og myndigheter
ERTMS	Felles europeisk togkontroll- og trafikkstyringssystemet for jernbanen (European Rail Traffic Management System)
Forretningsmodell	Hvordan en organisasjon skaper, leverer, og fanger opp verdier – økonomiske, sosiale, eller andre former av verdier. Prosessen med å utvikle forretningsmodellen er en del av forretningsstrategien
Forsterket virkelighet	Mer avansert enn VR. Her legger man på tilleggsinformasjon relatert til de omgivelsene man beveger seg i og beriker den virkelige verden og opplevelsen av denne (Augmented Reality, AR)
GDPR	Personvernforordningen (Forordning 2016/679, General Data Protection Regulation, GDPR) er en forordning som skal styrke og harmonisere personvernet ved behandling av personopplysninger i Den europeiske union (EU)
GNSS	Global Navigation Satellite System, en fellesbetegnelse for satellittnavigasjonssystemer
GPS	Global Positioning System, amerikanskutviklet satellittnavigasjonssystem

Hyperloop	Konsept for et fremtidig transportmiddel for mennesker og gods. Hyperloop skal bestå av rør med svært lavt lufttrykk, nær vakuum, slik at luftmotstanden blir liten. I rørene ferdes kapsler drevet av lineære induksjonsmotorer, lineærmotorer
ITS	Intelligente transportsystemer
Kombinert mobilitet	Konsept for hvordan man kan tilby integrerte mobilitetstjenester, der offentlig transport er basistilbudet, men som suppleres med andre transportformer som bildeling, sykkeldeling, drosjer, sykling og andre bestillingsløsninger
Konnektivitet	Konnektivitet i samferdselssektoren er teknologier og applikasjoner som utnytter effektiv datautveksling mellom enheter (fremkomstmidler), aktører, infrastruktur og baksystemer i transportsystemet ved bruk av trådløs kommunikasjon og smart teknologi i kjøretøy og mobile enheter. Omtales også som C-ITS
Kunstig intelligens	Et systems evne til å korrekt tolke eksterne data, å lære av slike data, og å bruke denne kunnskapen til å oppnå spesifikke mål og oppgaver gjennom fleksibel tilpasning. (Artificial Intelligence, AI)
Pilot-T	Pilot-T er et samarbeid mellom Forskningsrådet og Innovasjon Norge, som lyser ut midler som skal bidra til at ny teknologi tas raskere i bruk. Dette er prosjekter hvor bedrifter og forskningsmiljøer samarbeider om resultatene som gir økt verdiskaping for bedriften
Regulatorrollen	En regulering er enhver handling eller ethvert inngrep fra myndighetene som er ment å forandre adferden til individer, grupper, bedrifter, mv.
Samvirkende ITS	Se C-ITS
SESAR	European Sky ATM Research Undertaking
Smart by	En smart by bruker digital informasjon og kommunikasjonsteknologi til å effektivisere driften av byen, dele informasjon med publikum og gjennom innovative metoder forbedre kvaliteten på kommunale tjenester og gjøre livet bedre for innbyggerne. Utveksling og anvendelse av data er et kjerneelement i utvikling av smarte byer
Stordata	Datasett som er så store eller komplekse at de er vanskelige å analysere med vanlige dataprosesseringsverktøy. (Big Data)
Tingenes internett	Nettverket av identifiserbare gjenstander som er utstyrt med elektronikk, programvare, sensorer, aktuatorer og nettverk som gjør gjenstandene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data (Internet of Things IoT)
Verdinettverk	Bedrift som skaper verdi ved å koble klienter og kunder som er, eller ønsker å være, avhengige av hverandre

Virtuell virkelighet	Bygget opp av digitale modeller, hvor mennesket til dels kan sanse virtuelle omgivelser ved å se, høre, lukte og ta på digitale gjenstander ved hjelp av elektroniske hjelpemidler. (Virtual Reality, VR)

Innholdsfortegnelse

Forord 3
Ordforklaringer 5
1 Innledning 13
2 De store trendene 15
2.1 Trender på samfunnsnivå 15
2.2 Forretningsmodeller 16
2.3 Smarte byer 18
2.4 Teknologiske utviklingsbaner 19
3 Atferdsendringer på individnivå 27
3.1 Menneskers tilpasning til ny teknologi og innovasjoner 27
3.2 Forutsetninger for påvirkning av atferd 28
3.3 Drivere og barrierer for atferdsendringer 30
4 Det offentliges roller og virkemidler 34
4.1 Tilretteleggerrollen 34
4.2 Regulatorrollen 35
4.3 Utvikling av rollene 36
4.4 Regulering av data 37
4.5 Det offentlige som proaktiv regulator 38
4.6 Industrialisering og realisering 39
4.7 Virkemidler for atferdsendringer - casebeskrivelser 40
4.8 Erfaringscase: Nullutslipp i personbiltrafikken 40
4.9 Case: Nullvekst i biltrafikken i byområdene 41
4.10 Case: Effektiv og miljøvennlig godstransport 43
5 Risiko for feilinvestering 45
5.1 Ny teknologi endrer mulighetsrommet 45
5.2 Lange planprosesser og rask teknologisk endringstakt 46
5.3 Eksempler på risikofaktorer 47
5.4 Risikoreduserende tiltak - håndtering av usikkerhet 49
5.5 Gammel og ny teknologi side om side 50
6 Oppsummering og anbefalinger 53
6.1 Betraktninger rundt potensialet ved å ta i bruk ny teknologi 53
6.2 Anbefalinger 54

1 INNLEDNING

Det er en klar forventning om at ny teknologi og klimahensyn vil prege fremtidens transporter. Ny teknologi åpner for bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur og transportmidler, helt nye løsninger og disruptiv utvikling innen mange sektorer i samfunnet. Dette vil kunne medføre betydelige samfunnsendringer. Teknologiutviklingen går stadig raskere og uten påvirkning fra transportmyndighetene. Dette utfordrer de tradisjonelle plan- og beslutningsprosessene. Som offentlig myndighet må vi ha et forhold til de teknologiske endringene og de mulighetene og konsekvensene disse innebærer, og vi må legge til rette for gode rammebetingelser og styre virkemiddelbruken slik at vi realiserer en ønsket samfunnsutvikling.

Figur 1: Teknologiutviklingen innen transport må understøtte FNs bærekraftmål[1]

Som del av forberedelsen til Nasjonal transportplan 2022-2033 (NTP) er det gjennomført en utredning av teknologitrender og transportrelevante muligheter og konsekvenser av disse. Denne teknologiutredningen er dokumentert i to rapporter:

- Foreliggende rapport Strategisk mulighetsrom ved ny teknologi, beskriver endringer på samfunns- og individnivå, muligheter og utfordringer som følge av ny teknologi.

- Rapporten Teknologitrender i transportsektoren, utgjør det teoretiske grunnlaget for foreliggende rapport. Den beskriver teknologi som sektoren ennå ikke har nyttiggjort seg i tilstrekkelig grad, samt teknologi som fremdeles er under utvikling eller foreløpig ikke er fullt ut tilgjengelig.

Transportetatene og Avinor skal planlegge for en lang tidshorisont, samtidig som det blir stadig vanskeligere å forutse hvilke endringer som følger av ny teknologi, andre trender og drivkrefter. Det er knyttet betydelig usikkerhet til den teknologiske utviklingen – både hvilken retning den tar, innenfor hvilken tidshorisont og med hvilken utbredelse. Innen strategisk transportplanlegging vil vi måtte ta noen valg ut fra forventninger om denne utviklingen og hvilket bidrag den kan gi til transportpolitisk måloppnåelse. Samtidig bør det etableres strategier for hvor offensivt/proaktivt transportmyndighetene skal ta i bruk ny teknologi. Dette er en krevende oppgave, som det ikke finnes noen entydige svar på. Siden teknologisk utvikling forventes å ha en akselererende takt, vil det være nødvendig med hyppig revurdering av roller og prioriteringer.

Digitalisering, stadig økende tilgang på data og bruk av IT-baserte systemer og verktøy representerer store muligheter, men også store utfordringer. Utfordringene er eksempelvis knyttet til personvern, IT-sikkerhet, kvalitetssikring og manglende standardisering av data. Hvis vi ønsker en offensiv sektor, må også myndighetene ta en offensiv regulatorrolle. Et lovverk som er fleksibelt og oppdatert i henhold til teknologisk utvikling, er en forutsetning for at næringslivet skal kunne realisere mulighetene som ligger i ny teknologi. Tilsvarende vil en passiv utøvelse av regulatorrollen kunne føre til at markeder utvikler seg i en retning som ikke er forenlig med myndighetenes samfunnsmål.

Teknologi er ikke et mål i seg selv, men representerer et hjelpemiddel og verktøy for å oppnå ulike mål og samfunnsformål. Rapporten er derfor forsøkt lagt på en teknologinøytral linje, men med anbefalinger om å bygge inn nødvendig robusthet og fleksibilitet i beslutningene for å kunne ta høyde for fremtidige

1 Figuren viser et utvalg av FNs 17 bærekraftsmål som er særlig knyttet opp mot transport, https://www.fn.no/view/content/33936/full/1/22014

teknologiendringer. Denne utredningen tar ikke mål av seg til å gå i detalj på alle anvendelsesområder. Konkrete anvendelser er behandlet i mer detalj i de tematiske utredningene som også er gjennomført som del av forberedelsen til NTP 2022-2033[2].

Rapporten er utarbeidet av en utredningsgruppe bestående av representanter for Jernbanedirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Avinor, Kommunenes Sentralforbund (KS) og Nye Veier AS. Kunnskap som er analysert og reflektert i rapporten er fremskaffet gjennom eksterne utredninger[3], gjennomgang av relevante nasjonale og internasjonale utredninger og studier, arbeidsverksteder og deltakernes brede kunnskap om trender innen sine respektive sektorer. Enkelte tema har vært gjenstand for større prosesser og i samarbeid med de tematiske utredningsgruppene.

Kapittel 2 gir innledningsvis en kort oppsummering av de viktigste trendene og utviklingstrekkene på samfunnsnivå. Deretter beskrives tre utvalgte teknologiske utviklingsbaner; konnektivitet, autonomi og energi/nullutslipp. Kapittel 3 tar for seg atferdsendringer på individnivå som følge av ny teknologi. I kapittel 4 beskrives det offentliges ulike roller og virkemidler med utgangspunkt i høy teknologisk endringstakt og medførende endringer blant annet i forretningsmodeller og nye tjenester. Kapittel 5 presenterer tre case hvor det beskrives eksempler på virkemidler myndighetene kan benytte for å påvirke atferdsendringer for å nå konkrete transportpolitiske mål. Ny teknologi har stort potensiale for å endre fremtidens transporter, noe som medfører en risiko for feilinvesteringer. Dette omtales i kapittel 6. Avslutningsvis presenteres oppsummerende refleksjoner og anbefalinger i kapittel 7.

[2] Utredningsgruppene dekker temaene: by, klima, miljø, teknologi, gods, transportsikkerhet, samfunnssikkerhet og transportanalyse/samfunnsøkonomi

[3] Utredninger som er gjennomført som del av arbeidet med NTP-utredningene:

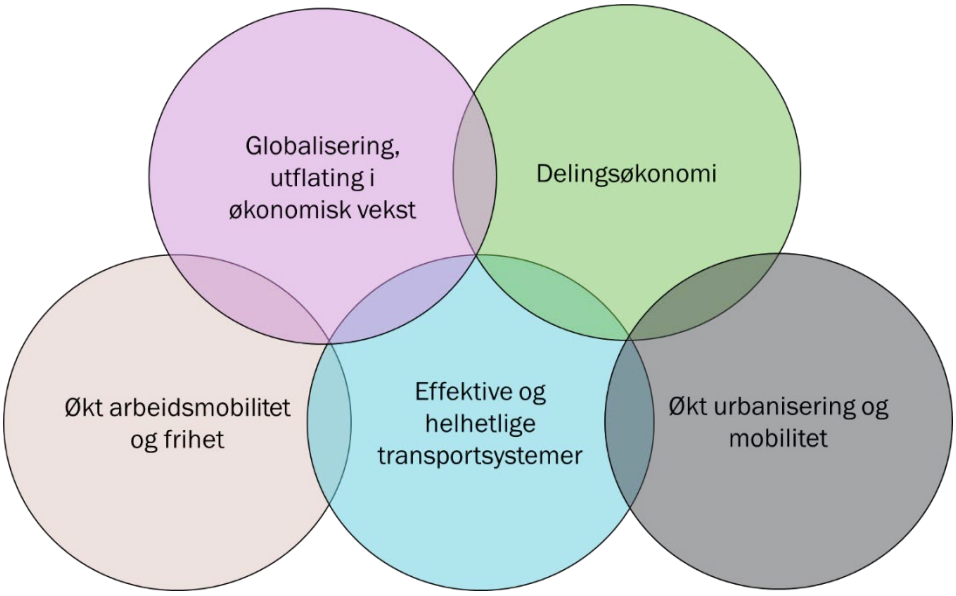
- KPMG, Prognosesenteret, HR Prosjekt og SINTEF (2018) *Fremsyn 2050 – trender innen samferdsel frem mot 2050*
- SINTEF (2017) Bakken, T. (red.) Teknologitrender som påvirker transportsektoren
- TØI (2017) Østli V., Ørving T., Aarhaug J. Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet
- TØI (2018) Aarhaug, Ørving, T og Kristensen, N.B. *Teknologiske trender og samfunnsendring*
- KPMG (2018) Regulere fremtidens mobilitet. Det offentliges fremtidige roller som tilrettelegger, integrator og regulator
- Thema og MindShift (2018) Lunde G., Dalen, J., Noreng, C., Persen G. *Atferdsendringer på individnivå som følge av ny teknologi* (utgis ikke som rapport)

2 DE STORE TRENDENE

2.1 TRENDER PÅ SAMFUNNSNIVÅ

Vi vil trekke fram konnektivitet, automatisering og teknologi for nullutslipp som de tre viktigste teknologiske driverne som forventes å påvirke fremtidens transporter. Digitalisering og en hel rekke nøkkelteknologier bidrar til å muliggjøre nye arbeids- og produksjonsprosesser, nye forretningsmodeller og tjenester. Dette påvirker både individer, næringsliv og samfunn, og vil kunne gi betydelige endringer i transportbehovene og transportsystemet.

For å få bedre grep om hvordan vi kan dra nytte av teknologien til økt måloppnåelse for samfunnsutviklingen og de transportpolitiske målene, vil vi gi et kort bilde av viktige utviklingstrekk som følger av trender, observasjoner og drivkrefter[4]. Utviklingstrekkene omtaler hvordan ser vi vår rolle i et internasjonalt perspektiv, hva endres i arbeidsliv, i verdinettverk og forretningsmodeller og som utspiller seg i endret mobilitet og transportsystem.



Figur 2: Grafisk framstilling av noen sammenhenger mellom utviklingstrekk. Kilde: KPMG

Fortsatt globalisering, men utflating i den økonomiske veksten i Norge tar utgangspunkt i at Norge er en liten og åpen økonomi, og at den økonomiske utviklingen er helt avhengig av utviklingen i den globale økonomien. Nye krav, ny teknologi, internasjonal konkurranse og innenlands tilpasning vil være avgjørende. 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 ferdigvarer.

Økt urbanisering og mobilitet endrer transportbehovet beskriver en utvikling der vi bor tettere, enten i byer eller i knutepunkter rundt byene. Denne utviklingen forsterkes ytterligere av eldrebølgen. I by og byområder dekkes mange av de daglige behovene uten bruk av bil, enten fordi vi går, sykler eller reiser kollektivt. Økt befolkning i byer og tettsteder gir dermed grunnlag for både et mer kostnadseffektivt og kvalitativt bedre kollektivtransporttilbud. Økt konsentrasjon av befolkningen og økende bruk av netthandel innebærer endringer for godsdistribusjon, som må tilpasses økte krav til individualiserte og fleksible transporttjenester. Større konsentrasjon av volumer gir også grunnlag for effektivisering av godstransporten med større

[4] KPMG, Prognosesenteret, HR Prosjekt og SINTEF (2018) Fremsyn 2050 – trender innen samferdsel frem mot 2050

knutepunkter med skifte av transportmiddel fra det lange transportleddet (eksempelvis overgang mellom sjøtransport i store havner til/fra bane/vei) til distribusjon for fabrikk/lager/butikk/forbruker.

Ny teknologi vil kunne føre til effektive, helhetlige transportsystemer og tar utgangspunkt i tre viktige teknologitrender som forventes å radikalt endre transportsektoren. *Elektrifisering*, som har kommet lengst for jernbanen, men etter hvert også langt for bilparken (og fergene) i Norge, vil spre seg til busser, varebiler, lastebiler, skip og fly som et svar på våre internasjonale klimaforpliktelser. Samtidig vil vi få tilgang til nye nullutslippsteknologier, som hydrogen. *Konnektivitet* beskriver et transportsystem der transportmidlene alltid er på nett, og kommuniserer med hverandre, infrastrukturen, baksystemer og brukerne. Konnektivitet muliggjøres av digitalisering og tilgang til stordata. *Autonomi* handler om at transportmidlene blir selvkjørende, både til lands, til vanns og i luften. Effekten av dette er at fremtidige transportsystemer preges av lavere kostnader, bedre tilgjengelighet og økt sikkerhet, noe som igjen peker i retning av økt transportetterspørsel. Nye transportløsninger som hyperloop og platooning av autonome godskjøretøy utfordrer de tradisjonelle konkurranseflatene mellom transportformene ytterligere.

Endring i arbeidslivet fører til økt arbeidsmobilitet. Mange rutinepregede arbeidsoppgaver forsvinner når bruken av kunstig intelligens og roboter for fullt slår inn i arbeidslivet. Ny teknologi gjør at stadig flere arbeidsoppgaver kan løses uavhengig av tid og sted. Produktivitetsvekst tas ut i økt fritid og vi møter ikke opp til samme tid og sted hver dag. Disse endringene, kombinert med at vi alltid er «på nett» innebærer imidlertid også at grensen mellom arbeid og fritid delvis viskes ut. Effekten av utviklingstrekkene er kortere og færre daglige arbeidsreiser og dermed lavere rushtidstopper, samtidig som etterspørselen etter fritidsreiser øker. Effekten for godstransporten er ikke entydig. På den ene siden kan det forventes noe redusert etterspørsel etter varer på grunn av prioritering av opplevelser, noe som igjen gir lavere transportetterspørsel. Frikobling av tid og sted for produksjon vil kunne bidra til mer effektiv utnyttelse av transportinfrastrukturen over døgnet. Dette kan imidlertid også innebære at de store tunge godsstrømmene av råstoff til produksjon av ferdigvarer brytes opp i mindre enheter, noe som igjen peker i retning av lavere effektivitet og økt transportarbeid.

Delingsøkonomi vrir fokus fra eierskap til tjenester. MaaS beskriver løsninger der man får dekket sine transport- og mobilitetsbehov uten selv å eie transportmiddelet en bruker. Dette er på mange måter en konsekvens av de øvrige utviklingstrekkene. Fjerning av sjåførkostnad gjør at det blir vesentlig billigere å ta drosje når vi trenger det. Delingsøkonomi påvirker ikke transport*etterspørselen* direkte, men påvirker transporttilbudet ved at nye forretningsmodeller kan endre tilbudsstrukturen og gi nye transporttjenester innenfor både gods- og persontransport. Det er særlig dagens rutegående kollektivtransport, taxinæring og budbiler som blir utfordret av delingsøkonomien.

Fremtiden er usikker. Det er ikke mulig å gi en nøyaktig beskrivelse av fremtiden, men utviklingstrekkene som er beskrevet over gir en indikasjon på flere utviklingsbaner som helt eller delvis overlapper. Det er knyttet stor usikkerhet til de beskrevne utviklingstrekkene og hvordan disse vil kunne påvirke transportene i Norge frem mot 2050. Utviklingstrekkene er basert på forhold vi kan observere i dag, framskriving av økonomiske forhold, teknologi som er under utvikling, spørreundersøkelser i ulike markeder, eksperters spådommer og betraktninger knyttet til menneskers preferanser.

Konsekvensen av disse utviklingstrekkene er at offentlig sektor må ta beslutninger om løsninger under stor usikkerhet. Dette gjelder både infrastruktur, kjøretøy og tilhørende mobilitets- og logistikktjenester.

2.2 FORRETNINGSMODELLER

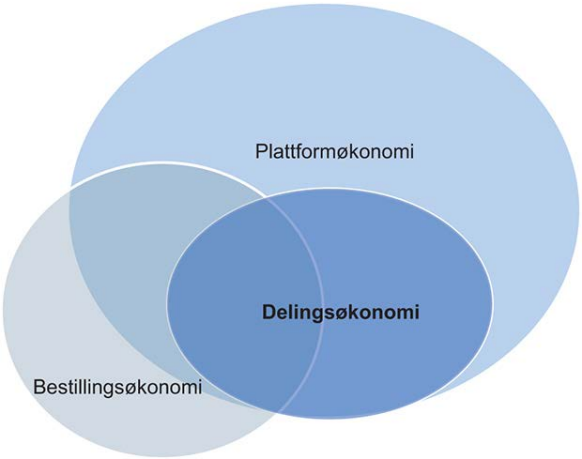
Plattform-, delings- og bestillingsøkonomi

Teknologi rundt bruk av digitale plattformer har muliggjort nye forretningsmodeller som langt på vei har disruptert flere bransjer, eksempelvis utleie av bosteder. Plattformer defineres gjerne ved at de legger til rette for interaksjon mellom brukere. Det skilles dermed mellom tilretteleggere og produsenter av selve tjenesten. I en plattform eies i hovedsak produktet eller tjenesten helt eller delvis av brukerne av plattformen og ikke av plattformselskapet. Med utgangspunkt i Delingsøkonomiutvalgets utredning [5] deler vi

[5] NOU2017:4

forretningsmodellene med utspring i plattformtjenester i tre: Plattform-, delings- og bestillingsøkonomi. Det er særlig delingsøkonomien det er store forventninger til vil påvirke samferdsel i årene fremover. Delingsøkonomi baserer seg på at del å leie, låne og dele oppleves som mer fleksibelt, mindre forpliktende og mer økonomisk gunstig enn å eie. Bestillingsøkonomi er basert på en endring i retning fra å eie eget transportmiddel til å kjøpe transport som en tjeneste. Bestillingsøkonomi vektlegger at tjenestene er tilgjengelige når etterspørreren ønsker det, og dekker mange typer tjenester som ikke er dekket av delingsøkonomi.

Figur 3 under illustrerer et mulig forhold mellom plattformøkonomi, delingsøkonomi og bestillingsøkonomi. Som det framgår av figuren, vil noen delingsøkonomitjenester samtidig være bestillingstjenester. Uber kan være et eksempel på dette. Airbnb er et eksempel på en delingstjeneste som ikke like tydelig er en bestillingstjeneste.



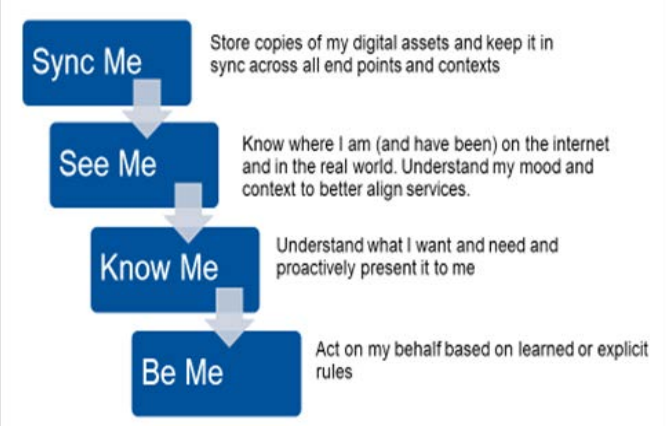
Figur 3: Overlappende begreper: plattformøkonomi, delingsøkonomi og bestillingsøkonomi

Blokkjede og smartkontrakter

Blokkjedeteknologi og smartkontrakter kan representere en utfordrer til plattformselskapene. Med virtuelle assistenter som er i det Gartner beskriver som «Be me» fasen, vil systemet/assistenten kunne detektere brukerens behov, og gjøre valg og betale for tjenesten eller produktet på vegne av brukeren. Bruk av blokkjede og smartkontrakter som knytter kunde og tilbyder sammen, vil dermed gjøre en tredjepart overflødig.

Blokkjede muliggjør data- og verdiutveksling *uten formelle mellomledd* på en trygg og verifisert måte. Det er denne underliggende teknologien som muliggjør at Bitcon, IOTA og andre aktører kan handle kryptert med valuta. Smartkontrakter er en kontrakt med et sett med løfter, som inkluderer protokoller hvor partene handler i henhold til disse løftene[6]. Man kan lage kontrakter som er helt vanntette, og forsikre at begge parter vil overholde sin side av avtalen, uten å bruke en tredjepart. Resultatet blir mer effektive kontrakter, som også koster mindre penger. Det kan eksempelvis være at de reisende kobler seg opp til en betalingssentral hvor kundens reise avregnes i systemet ut fra satte regler. Eies denne betalingssentralen av det offentlige, vil man i større grad kunne sikre at inntektene blir i landet gjennom en direkte kontantstrøm mellom leverandør og kunde.

[6] Nick Szabo; Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, 1996.



Figur 4: Gartners grafiske fremstilling av faser over virtuelle assistenter/systemers modenhet (Gartner)

Mulighetsrom:
Foreløpig er potensialet størst for selskap med mange transaksjoner med fordyrende mellomledd[7]. Smartkontrakter skaper i prinsippet selvstyre, eller autonomi. Dersom det skulle oppstå noen uenigheter kan blokkjede-nettverket bekrefte historikken i kontrakten.

Utfordringer:
Smartkontrakter er en ny teknologi, som fortsatt krever en god del utbedringer for å kunne fungere i stor skala. Den kanskje største utfordringen med smartkontrakter handler om hvordan de skal fungere i eksisterende systemer, med nasjonale reguleringer og lovverk. Som nevnt gjør smartkontrakter direkteavtaler mulig. Siden blokkjede-nettverkene er både verdensomspennende og desentraliserte går dette helt uavhengig av landegrenser.[8]

2.3 SMARTE BYER

En smart by bruker digital informasjon og kommunikasjonsteknologi til å effektivisere driften av byen, dele informasjon med publikum og gjennom innovative metoder forbedre kvaliteten på kommunale tjenester og gjøre livet bedre for innbyggerne. Utveksling og anvendelse av data er et kjerneelement i utvikling av smarte byer. Teknologien gir store muligheter for å samordne informasjon mellom sektorer og styre bylogistikken og arealbruk. All informasjon er digital og sammenkoblet. Dette gir optimal informasjonsflyt i og mellom de ulike sektorene, og legger grunnlag for å forbedre kommunale funksjoner som effektive og miljøvennlige transporter, drift av bygninger, vannforsyning, energibruk, avfallshåndtering, innkjøp, tjenester og service til innbyggere og kunder[9].

Transport er et viktig element i utvikling av smarte byer. Transport legger beslag på store arealer og står for det vesentligste av landbasert klimautslipp. Det er derfor et mål å optimalisere arealbruken for å redusere transportbehovet og bedre mobiliteten, og samtidig bidra til at den resulterende trafikken gjennomføres på en effektiv og klimavennlig måte.

Mer kompakte byer med samlokalisering av funksjoner og gjentakende lokale tjenestetilbud som butikker, kafeer, barnehager, frisører osv. reduserer behovet for reiser, samtidig som det forbedrer innbyggernes mobilitet. Gevinsten vil ytterligere forsterkes ved områdeutvikling, hvor hensynet til mobilitet og energiløsninger legger føringer for lokalisering av offentlige bygg, næringsbygg og boliger.

[7] Andrew Stepanov; What Smart Contracts Mean for the Future of Business, Polyswarm, 2018.
[8] Kasey Panetta; Why Blockchain's Smart Contracts Aren't Ready for the Business World,Smarter with Gartner, 2017

[9] Standarden ISO 37 151 gir rammene for å utvikle gode indikatorer for slike funksjoner

Figur 5: Illustrasjon smarte byer. Kilde: Shutterstock[10]

Reiser i smarte byer skal gjennomføres med gåing, sykling[11] eller kollektive transporter. Dette forutsetter et attraktivt og effektivt kollektivsystem som tilbyr sømløse transporter og dekker de reisendes mobilitetsbehov fra dør til dør. Tilgang på sanntidsinformasjon om eksempelvis transportmidlenes posisjon, tilstand og fyllingsgrad, trafikale forhold, reisevaner og reisebehov, er sammen med velfungerende forretningsmodeller sentrale forutsetninger for å utvikle og tilby gode mobilitetstjenester. Analyser av store datamengder muliggjør optimalisert balanse mellom mobilitetstilbud og -behov. Dynamisk prioritering og styring av transportmidlenes tilgang til eksisterende infrastruktur gir økt kapasitetsutnyttelse og redusert behov for investeringer i transportinfrastruktur, noe som igjen gir en mer effektiv arealutnyttelse.

Innen bydrift vil store datamengder med informasjon om f.eks strømforbruk over døgnet kunne nyttes for å optimalisere energibruk og redusere klimautslipp i smarte byer. Sensorer i bygg, infrastruktur og kjøretøy overvåker og registrerer tilstand. Informasjonen kobles via internett til analyseprogramvare, slik at de selv kan melde om tilstand og behov for service eller reparasjoner og legge grunnlag for preventivt vedlikehold. Roboter og automatiske operasjoner kan erstatte kostbare og tidkrevende manuelle operasjoner, og kan sammen med droner bidra til redusert risiko for stenging/brudd i tjenester og service.

En mer eller mindre helelektrisk drevet kjøretøypark som lader batteriene når det er mest gunstig med tanke på det totale energiforbruket og belastning i strømnettet, sammen med bruk av alternative energikilder til transport, oppvarming av bygg osv. med dynamisk og styrt uttak, vil kunne redusere samlet vekst i energibruk. På kort sikt vil det imidlertid kunne være en utfordring enkelte steder at effektuttaket i strømnettet blir såpass høyt at det må foretas investeringer i nettet.

Nye transporttjenester ved bruk av droneteknologi vil dekke flere behov for leveranser i offentlig og privat næringsliv. I noen grad kan det avlaste vekst i vegtransport og privatbilisme, men i tillegg er det naturlig å tenke seg at det også vil oppstå nye transporttjenester som bidrar til vekst.

2.4 TEKNOLOGISKE UTVIKLINGSBANER

I kapittel 2.1 er det gitt en oversikt over utvalgte samfunnstrender. I det foreliggende delkapitlet beskrives rene teknologiske utviklingsbaner i Norge; 2030, 2050Lav, 2050Høy. 2030 representerer en «beste gjetning» basert på kjente mål og virkemidler. 2050Høy er et teknologioptimistisk scenario, mens 2050Lav er teknologipessimistisk. Teknologibanene er distinkte, viser en potensiell utviklingsretning og er realistiske. Alle teknologibanene er basert på utredningsgruppens egne vurderinger av mulige utfallsrom for anvendelse av ny teknologi i Norge.

10 Hentet fra: https://www.vg.no/annonsorinnhold/smart/komplett/472-smarte-byer-hva-er-det-egentlig
11 Sykling benyttes her som samlebetegnelse for tradisjonell sykkel, sparkesykkel, ståhjuling osv.

Teknologibanene fokuserer på utvikling innen konnektivitet, autonomi og lavutslipp. Disse teknologiområdene vil sette stort preg på transportsystemet fremover og drive frem atferdsendringer på både samfunns- og individnivå. Utrullingen avhenger ikke bare av teknologiutviklingen, men også av tilpassing av regelverk, standardisering og villighet til å ta i bruk ny teknologi hos sluttbrukere og beslutningstakere. Teknologibanene tar for seg transport på veg, sjø, bane og luft. Digitalisering ligger som en underliggende trend for alle teknologibanene.

I 2030 forventer vi at det har skjedd en betydelig teknologisk utvikling innen nullutslippsteknologi og autonomi. Nullutslippsteknologi har blitt demonstrert, kommersialisert og innført i relativt stort omfang. Teknologi for autonomi innen enkeltfunksjoner er tilgjengelig, men i mer begrenset omfang for helhetlige system. Teknologiutviklingen har kommet langt i 2050Lav, men til tross for dette er anvendelsen av ny teknologi i transportsektoren suboptimal sammenlignet med 2050Høy. Delingstjenester og kollektiv transport har en mindre andel av persontrafikken i 2050Lav enn 2050Høy, noe som fører til mer trafikk og dårligere trafikkavvikling, til tross for god datatilgang og verktøy for optimering av trafikken. I 2050Høy har det skjedd en stor teknologisk utvikling innen både konnektivitet, autonomi og nullutslipp. Løsningene har vist seg å være solide, sikre og økonomisk konkurransedyktige og er implementert i stort omfang innen alle trafikkformene.

De tre teknologibanene beskrives i mer detalj i delkapitlene 2.4.1 (konnektivitet) 2.4.2 (autonomi) og 2.4.3 (utslipp av klimagasser).

2.4.1 KONNEKTIVITET

Med konnektivitet mener vi teknologier og applikasjoner som utnytter at fremkomstmidler, aktører, infrastruktur og baksystemer kommuniserer med hverandre. Konnektivitet handler om datautveksling og utnyttelse av data til overvåking, guiding eller styring, og har som hensikt å bidra til økt sikkerhet, bedret mobilitet og redusert trengsel i transportsystemet. Eksempelvis kan kjøretøy og fartøy som utveksler informasjon om sin posisjon, destinasjon og kapasitet/fyllingsgrad, kjøre tettere og jevnere, noe som igjen øker kapasitetsutnyttelsen.

Konnektivitet er under rask utvikling, og sektoraktører samarbeider tett for å realisere mulighetene for anvendelse. Konnektivitet vil være et viktig bidrag for full autonomi, og i vegsektoren vil konnektivitet i stadig større grad sammenfalle med utviklingen av selvkjørende biler. Innen jernbane har man allerede lang tradisjon med konnektivitet – togene og infrastrukturen utveksler informasjon om posisjon, og denne anvendes til trafikkstyring.

Luftfart har lang erfaring med konnektivitet som en svært viktig komponent for trafikkstyring, sikkerhet og samarbeid. Et system som har vært i drift siden slutten av 1970 tallet er ACARS[12], som er et digitalt datalink-system som brukes til å sende korte, enkle meldinger mellom luftfartøy og bakkestasjon via radio eller satellitt. CPDLC [13] er et toveis datalink-system som kan overføre meldinger mellom kontrollsentere og flygere. Meldingene blir vist visuelt på en skjerm i cockpit. CPDLC er påbudt på kommersielle fly i Europa fra 2020[14].

Konnektivitet gir muligheter for å begrense miljø- og klimautslipp gjennom optimalisering av trafikkstyring og bedret fordeling mellom transportformene. Videre utvikling innen konnektivitet åpner for mer effektiv kommunikasjon mellom transportformene ved at de ulike sektorenes styringssystemer blir i stand til å kommunisere med hverandre. Dette vil gi en helhetlig styring av hele transportsystemet.

I Tabell 1 presenteres teknologiske utviklingsbaner for konnektivitet i 2030, 2050Lav og 2050Høy. Tabellen gir uttrykk for i hvor stor grad utvekslede data anvendes innen og mellom de respektive transportformene. Prosentandelene er vurdert ut fra det faktiske potensialet, og kan derfor variere mellom transportformene.

[12] Aircraft Communications Addressing and Reporting System
[13] Controller Pilot Data Link Communications
[14] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0310

Tabell 1: Teknologiske utviklingsbaner konnektivitet

	2030	2050Lav	2050Høy
	50% Samhandling om ruter/ volum	80% på tvers av transportform	100% Innen og på tvers av transport-former
	30%	50% innen hver transportform	100% Innen og på tvers av transportformer
	30%	50% innen hver transportform	100% Innen og på tvers av transportformer
	30%	50% innen hver transportform	100% Innen og på tvers av transportformer
	50% Samhandling om ruter/ volum innen kollektivtransport	80% kollektiv, 50 resten, innen hver transportform	100% Innen og på tvers av transportformer
	100% innen kommersiell luftfart 30% på tvers av transportformer	100% innen kommersiell luftfart 80% på tvers av transportformer	100% Innen og på tvers av transportformer
			100%

Utviklingsbane 2030

Alle transportformene har etablert systemer for å dele data i sanntid, men datafangsten er ikke komplett, og data utveksles i begrenset grad på tvers av transportformene. Statiske data om infrastruktur er tilgjengelig for alle. Dynamiske data om trafikken samt tilstand på de antatt mest sikkerhetskritiske delene av infrastrukturen er også tilgjengelig for alle, mens de mindre kritiske komponentene/elementene ikke er systematisk utstyrt med sensorikk.

Innen alle transportformene er data i stor grad brukt til overvåking. Flytrafikken er i en særstilling hvor fly inn og ut av flyplasser er koblet med hverandre og med bakkestasjon. Det forventes at bilindustrien for alvor vil starte implementering de aller nærmeste årene, og i perioden mot 2030 befinner vi oss i den første fasen av denne utviklingen. Innen sjøfart er det trafikkovervåking på alle større fartøy, og tilsvarende er det kontroll på posisjon for alle tog samt informasjon om forsinkelse og fyllingsgrad. Konnektivitet anvendes for samordning av ruter og volum/kapasitet i kollektivtransporten. Dette omfatter også mobilitetstjenester som guiding til anbefalte transporttilbud, anbefalte ruter, osv.

Datatilgangen gir myndigheter og aktører fra privat sektor godt grunnlag for analyser av trafikkbildet, tilstand på fysisk infrastruktur og komponenter i sanntid, prognoser på kort og lang sikt, osv. Dette muliggjør avansert og effektiv trafikkstyring og vedlikehold.

Utviklingsbane 2050Lav

Konnektiviteten innen hver transportform er tilnærmet 100%. Store datamengder registreres og forvaltes, og det er utstrakt utveksling av data/informasjon innen og på tvers av transportformene. Dette gir nær

komplett oversikt i sanntid. Smart anvendelse av slike data gir optimal trafikk- og godsflyt innen hver transportform, men potensialet for styring på tvers av transportformer er ikke tatt ut.

Avanserte analyser av sanntidsinformasjon om kjøretøy og infrastruktur setter enkeltkjøretøy i stand til å styre og selvnavigere på grunnlag av disse. Selv om ulike aktører og systemer i transportsektoren fanger opp mye trafikkdata, er det naturlig nok kun de autonome kjøretøyene som evner å nyttiggjøre slike data optimalt og tilpasse sine transportmønstre deretter.

Konnektiviteten innen luftfart er 100%, og i sjøfart sørger e-navigasjon for samvirke mellom autonome og manuelle skip.

Et pessimistisk anslag for konnektivitet i luftfart vil være at alle luftfartøy er koblet til et felles nettverk, men at man ikke utveksler tilgjengelig data pga. barrierer som kostnader, konkurransehensyn, mangel på standarder eller andre faktorer.

Utviklingsbane 2050Høy

Konnektivitet er 100% innen og på tvers av transportformene. Alle kjøretøy, infrastruktur, baksystemer, logistikkjeder og trafikanter utveksler data og samhandler i sanntid uavhengig av transportform. Eksempelvis kommuniserer alle tog med andre kjøretøy, infrastruktur, knutepunkt og terminaler, og basert på dette optimaliseres styring av togene. Et optimistisk anslag for luftfart er at alle luftfartøy er knyttet til et felles nettverk, og at all relevant informasjon utveksles.

2.4.2 AUTONOMI

Automatisering og autonomi vil innebære store endringer innenfor transportmidlene. Automatiserte operasjoner og prosesser innføres gradvis (for eksempel autopilot eller cruisekontroll i alle transportformer), og har allerede gitt store bidrag til både fremkommelighet, effektivitet og sikkerhet. Autonomi og selvkjørende transportmidler innebærer en stor endring i transportsystemet. Teknologien er innført i mindre skala i noen transportformer (selvkjørende metro og tog internt på eller til og fra flyplass), men storskala implementering er foreløpig en stund frem i tid. Teknologien er foreløpig ikke moden, men utvikles stadig og testes ut i virkelig trafikk. Transportmidlene må re-designes og utstyres med sensorikk og intelligens for å kunne ferdes autonomt. De mest tungtveiende motivasjonsfaktorene for innføring av autonomi i transportmidlene er reduserte kostnader til fører, samt høyere kvalitet og sikkerhet på transportene.

Tabell 2 under viser ulike grader av automatisering, mens Tabell 3 presenterer utviklingsbaner for autonomi i 2030, 2050Lav og 2050Høy.

Tabell 2: Grad av automatisering

Betegnelser på grad av automatisering			
Vei	Sjø	Bane	Luft
Ingen automatisering Førerassistanse Delvis automatisering Betinget automatisering Høy grad av automatisering Full automatisering	Automatisk bro Periodisk ubemannet bro Periodisk ubemannet skip Kontinuerlig ubemannet skip Automatisk/begrenset autonome skip	Manuell uten togkontroll Manuell med togkontroll Automatisk tog Førerløst tog	Manuell Autopilot, Fly-by-wire Autopilot, Robot copilot Unmanned aerial vehicle Full autonomi

Tabell 3: Teknologiske utviklingsbaner autonomi

	2030	2050Lav	2050Høy
	12% SAE-nivå 4. Mer utbredt i by enn land	20% SAE-nivå 4 Mer i by (dedikerte områder) enn land	95% SAE-nivå 5
	Pilotering av platooning	10% SAE-nivå 5 Platooning på riks- og europavegene	90% SAE-nivå 5 Platooning
	10% SAE-nivå 4	20% SAE-nivå 5	90% SAE-nivå 5
	Tester med ubemannet bro, autodokking på alle ferger	100% av ferger og linjefart med ubemannet bro	50% av trampfart med ubemannet bro
	Hastighetsovervåkning	50% Halvautomatisert med systemhjelp. Hybride ERTMS nivå 3-tog	100%
	Hovedsakelig pilotering	10% Autonomi ikke akseptert for persontrafikk i luftfart	50%
	5%	50% Alle stykkgodsterminaler er fullautomatisert	100% Døgndrift på alle godsterminaler

Utviklingsbane 2030

Autonomi er i begrenset grad innført for kommersiell bruk på vei, sjø, bane og luft. Implementeringen begrenses av teknologisk modenhet, manglende pilotering og testing, regelverk og standardisering.

I vegsektoren har utrulling av autonome kjøretøy kommet lengst for personbiler og busser, mens bruk av autonome lastebiler og platooning er begrenset til pilotprosjekter og på lukkede områder. Kjøretøy med SAE-nivå 4 av autonomi[15] er tatt i bruk i kommersiell sammenheng på enkelte dedikerte veier og områder. Innen jernbane er det etablert autonom hastighetskontroll og kjøretillatelser på storparten av banestrekningene. I sjøfarten er autonomi innført for enkeltfunksjoner som avansert autopilot som inkluderer autodokking på ferger. Det testes fartøy med ubemannet bro (nivå 4), mens containertrafikk i lukkede transportsystemer har kommet forbi testfasen og er satt i drift. Innfasing av autonomi skjer først for lasteskip med frakt i lukkede transportsystem (f.eks. industrianlegg), etterfulgt av linjefart og containertransport. Internasjonalt regelverk for autonome og ubemannede skip er under utarbeiding og ferdigstilles omkring 2030-2035.

For luftfart er spørsmålet om autonomi ikke bare knyttet til teknologi og regulatoriske forhold, men også til kundenes tillit til hvordan autonome luftfartøy håndterer uforutsette situasjoner. I 2030 antas det at de færreste bevegelsene innen kommersiell luftfart skjer autonomt. For bynær dronebasert lufttrafikk, typisk benyttet på distanser mellom 0 og 150 km, vil antagelig de fleste luftfartøy være autonome.

Utviklingsbane 2050Lav

Teknologi innen autonomi har kommet langt, og rent teknisk kan nesten alle transportrelaterte operasjoner gjennomføres autonomt. Det er imidlertid ikke tatt ut noen gevinst ved samordning på tvers av transportformene. Innføringsgraden og implementeringshastigheten er begrenset av høye kostnader ved

[15] SAE-nivå 5 regnes som full autonomi i blandet trafikk og under alle forhold

teknologien, utfordringer med å håndtere blandet trafikk med ulike teknologier, manglende standardisering og nasjonale og internasjonale regelverk som ikke er tilpasset autonomi.

Autonomi på vei er i størst grad innført i tett bebygde områder. En andel av busser og biler kjører autonomt i blandet trafikk med manuelt opererte kjøretøy. Terminaler er blitt mer automatiserte, og omlastninger og transporter innad på terminaler er i stor grad autonome. Her ligger stykkgodsterminalene foran i utviklingen. For jernbane opereres utvalgte strekninger autonomt. Ferger og all internasjonal linjefart på sjø er autonom og kan driftes ubemannet på kortere distanser (nasjonalt og innad i Europa). Pilotløse passasjerfly er generelt ikke akseptert, mens luftfart for gods har kommet mye lenger. Denne utviklingen fordrer at både flyprodusenter og lufttrafikksstyringssystemer har kapabilitetene som skal til for å gjennomføre dette på en sikker måte.

Utviklingsbane 2050Høy

Implementering av autonomi er kommet langt innen og på tvers av alle transportformene. Økt samspill mellom transportformene fører til optimalisert transportflyt for person og gods. I vegsektoren utgjør autonome kjøretøy 95% av alle trafikkilometer med buss og 90% av trafikkilometerne med personbil. All jernbanetrafikk driftes førerløst. Over halvparten av fergene opereres behovsstyrt og autonomt. Omtrent halvparten av internasjonal trampfart (løsfart) er autonom som følge av bedre løsninger for planlegging. Dersom autonome flyvninger av gods over tid viser seg å være sikrere enn flyvninger bemannet med piloter, vil man kunne forvente at publikum raskt aksepterer autonome flyvninger, og at hele luftfartsbransjen raskt vil omstille seg til autonome flyvninger. Kanskje vil flyvningene være bemannet med en menneskelig flyger i en stand-by-rolle, som kan assistere i spesielle tilfeller. Den høye graden av autonomi i det helhetlige transportsystemet bidrar til at ruter og operasjoner ikke lenger begrenses av skiftplaner og transportsystemet som helhet blir dermed mer fleksibelt.

Effektiviteten i transportsystemet som helhet har økt gjennom autonome løsninger. Dette innebærer redusert behov for overvåkning og styring av kjøretøy/fartøy. Et økt samspill mellom transportformene betyr en mer optimalisert transportflyt for person og gods som gir en høyere utnyttelsesgrad og dermed lavere kostnader og raskere transport.

2.4.3 UTSLIPP AV KLIMAGASSER

Transportsektoren må realisere betydelige reduksjoner i utslipp av klimagasser dersom vi skal nå nasjonale mål om et fremtidig lavutslippssamfunn. Alle transportformene har derfor et langsiktig mål om å redusere forbruk av fossilt brensel, noe som medfører endring i retning av elektrifiserte eller hydrogendrevne transportmidler, samtidig som andre energibærere som biogass eller LNG vil bidra. Transformasjonen er allerede i gang innen alle transportformene. Avinor har nylig fått sitt første batteridrevne fly, deler av jernbanenettet har vært elektrifisert i mange tiår - energioverføringen skjer via kontaktledning og strømavtaker. Den norske bilparken har en av verdens høyeste andeler av elektrifiserte biler, elsykler vinner terreng og skipsfarten tar i bruk nye elektrifiserte løsninger både i skip og ved landstrøm ved havneanløp.

Endringene er gjennomført ved bruk av teknologi som gjør det mulig å både produsere og lagre miljøvennlig energi mer kostnadseffektivt enn tidligere. Utviklingen innenfor batteriteknologi har bl.a. gjort at person- og varebiler er tilnærmet konkurransedyktige med biler som bruker fossilt brensel.

Tabell 4 viser tre utviklingsbaner for implementering av energi/lavutslippsteknologi i 2030, 2050Lav og 2050Høy.

Tabell 4: Teknologiske utviklingsbaner energi/lavutslipp

	2030	2050Lav	2050Høy
	95%	100%	100%
	40%	100%	100%
	60%	100%	100%
	30% El- og hydrogen-ferger er på vei inn. LNG og lavsvovel på lasteskip	75% Stor grad av både el i kystfiskeflåte og lavutslipp for innenlands godstrafikk	90% Karbonfri innenlands gods- og persontransport
	95%	100% Alle tog går på strøm, batteri eller hydrogen	100%
	<30% Forventes ikke å ha nådd målet om 30%	<50% Hybrid, elektrisering, biodrivstoff og hydrogendrivstoff	100%
	50% Utstyr elektrifiseres	50%	100%

Utviklingsbane 2030

Det er oppnådd en betydelig reduksjon i klimagassutslipp fra transportsektoren[16]. Busser er tilnærmet 100% nullutslippsfrie. For personbiler og lastebiler er utslippene betydelig reduserte, hovedsakelig gjennom anvendelse av batteriteknologi. I sjøfart er utrullingen av karbonfrie pendelferger i full gang. Cruiseskipene er hybride og går utslippsfritt i fjordene. Innen jernbane og sjøfart er det gjennomført piloter for driftskonsepter basert på kombinasjoner av hydrogen, batteri og elektrisititet. For sjøfart er det modent for permanent drift. Regjeringen har satt et mål om 30% biodrivstoff i luftfart i 2030. Dette er en målsetning som kan være vanskelig å nå, og er avhengig av internasjonal utvikling innen luftfartsteknologi og drivstoff. Det er satt som mål at det skal utvikles elektriske fly for bruk i norsk luftfart. Ambisjonen er at Norge skal bli det første landet i verden hvor elektrifiserte fly skal stå for en signifikant andel av markedet og at alle innenriksflyvninger skal elektrifiseres innen 2040. Norge har mange korte strekninger som kan egne seg for elektrifiserte fly. Det er vanskelig å anslå det klimamessige bidraget fra elektrifisering av luftfartøy i 2030, men dersom teknologien har blitt kommersialisert tilstrekkelig kan det være mulig å redusere klimagassutslipp fra innenrikstrafikk med 15 til 25%.

Utviklingsbane 2050Lav

Veitrafikken er konvertert til 100% nullutslipp ved bruk av elektrifisering, bioenergi, og hydrogen til tungtransport. Ferge, kystfiske og annen innenlands skipstrafikk har redusert sine utslipp betydelig og 75% av flåten har løsninger basert på elektrisitet eller annen nullutslippsteknologi. Innenfor luftfart er 50% av drivstoffbruken nullutslipp som følge av en kombinasjon av elektrifisering, hybrid, biodrivstoff og hydrogendrivstoff. I jernbanetrafikken går alle persontog og størstedelen av godstog på nullutslippsløsninger, strøm, batteri eller hydrogen.

[16] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/

Utviklingsbane 2050Høy

Hele transportsektoren har nullutslipp. Det benyttes både elektrisitet, batteri og hydrogen. Som følge av dette blir det mindre forskjeller mellom de ulike teknologiene i et klimaperspektiv, mens kostnadsbildet og effektiviteten tillegges større vekt.

3 ATFERDSENDRINGER PÅ INDIVIDNIVÅ

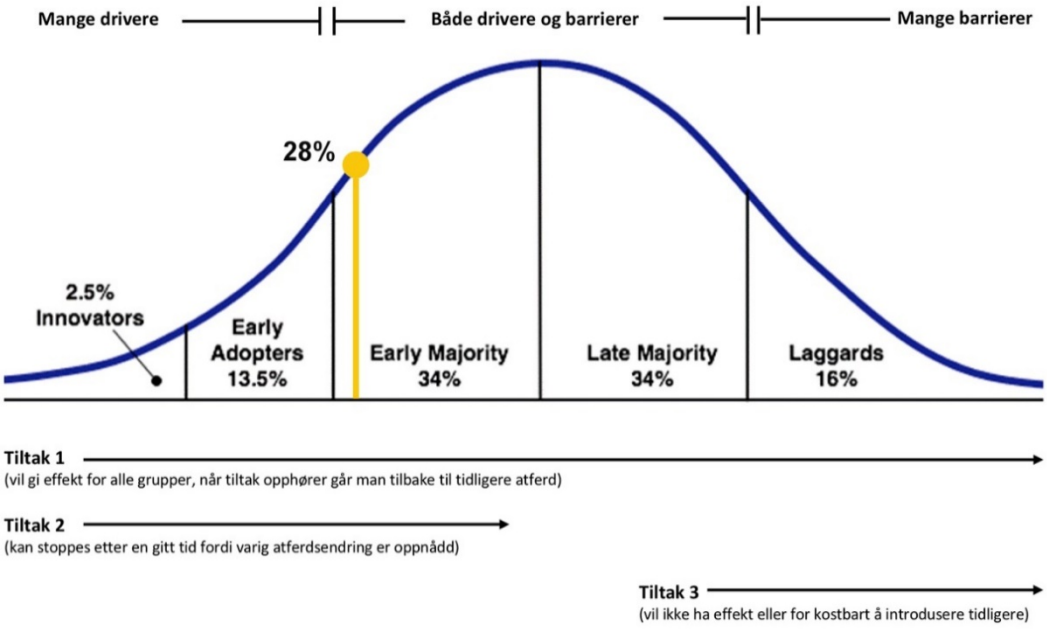
Dette kapitlet er basert på en utredning Thema og MindShift har gjennomført for arbeidet med den foreliggende rapporten[17].

3.1 MENNESKERS TILPASNING TIL NY TEKNOLOGI OG INNOVASJONER

Ny teknologi kan gi oss som enkeltindivider mange nye muligheter. Det kan være tilgang til konkrete produkter og tjenester, men også mulighet til å leve livene våre på helt nye måter. Vi har ulik tilbøyelighet til å ta i bruk ny teknologi og mulighetene den innebærer. Menneskers tilpasning til ny teknologi omtales som *adaptasjon*. For å oppnå adaptasjon av ny teknologi må vi forstå egenskaper ved både teknologien og brukeren.

Befolkningen som helhet har ulik innstilling og motivasjon til å ta i bruk ny teknologi og innovasjoner. Noen er svært teknologiinteresserte og proaktive. Disse er gjerne raske til å ta i bruk ny teknologi og nye produkter. Andre igjen er avventende og tar teknologien i bruk først etter at den er utprøvd, dokumentert og kan betraktes som hyllevare.

Roger's adaptasjonskurve for innovasjoner (Figur 6) illustrerer dette ved en normalfordelt kurve.



Figur 6: Rogers adaptasjonskurve for innovasjoner (Rogers[18])

Normalfordelingen forklares ved at det både er drivere og barrierer tilstede på individnivå, og at det for flertallet vil være en kombinasjon av disse som delvis kansellerer hverandre (for gruppene «Early og Late majority»). Modellen kan anvendes både for å beskrive status for ulik tilpasning til teknologi og innovasjoner, og som et rammeverk for å plassere virkemidler ut i tid, for å forebygge uønsket utvikling eller for eksempel at man kan rette kostnadseffektive tiltak mot de teknologier som er «på nippet» til å tas i bruk. Personlighetstrekk ved innovatører («innovators») er optimisme og kreativitet, mens etternølerne («laggards») kjennetegnes ved mer konservatisme, utrygghet og usikkerhet[19]. Behov for selvhevdelse kontra

[17] Thema og MindShift (2018) Lunde G., Dalen, J., Noreng, C., Persen G. *Atferdsendringer på individnivå som følge av ny teknologi* (utgis ikke som rapport)
[18] Rogers, E. (1962) Diffusion of innovations
[19] Jf. modellen Technology Readiness Index (TRI)

å gå for felleskapets løsninger er en dimensjon enkelte teorier trekker fram som viktig. I den forståelsen er etternølerne mer tro mot eksisterende og godkjente løsninger enn nye[20].

Innovatører bidrar til å innføre og ta i bruk ny teknologi uavhengig av om myndighetene legger til rette for det eller påvirker dette aktivt. På mange måter vil derfor denne gruppen være viktige premissleverandører for videre utvikling av rammene for teknologien.

Et skifte til ny teknologi krever ofte ny læring. I tillegg er frykt en vesentlig emosjonell barriere for å få individer til å akseptere teknologiendringen. Opplevelse av frykt fører til at mennesker holder seg til kjente handlinger eller lar være å handle, søker mot flokken og kan derfor utvise motstand mot endring.

Når individer søker mot det som føles trygt og har fungert før, faller de inn i innlærte mønstre som forhindrer dem fra å tenke nytt. Nyskapning blir begrenset når mennesker søker trygghet i gruppen man tilhører fremfor å skille seg ut (konformitet). En generell rettesnor for å oppnå ønskede atferdsendringer er derfor at man må fjerne frykt før man viser muligheter.

I en virksomhet vil de valg en ansatt gjør avhenge av rolleforventninger. Størrelsen på virksomheten kan påvirke dette, selv om effekten av personlige preferanser og verdier aldri blir helt borte. Små innovatører har ikke den samme lojaliteten de behøver å ta hensyn til, og har derfor en større frihet til å ta i bruk ny teknologi. En stor organisasjon har ikke denne friheten, og må forholde seg til avtaler og løsninger som ofte har lang tidshorisont.

3.2 FORUTSETNINGER FOR PÅVIRKNING AV ATFERD

Det kan være mange årsaker til at myndigheter og andre beslutningstakere ønsker å påvirke menneskers atferd, holdninger og kultur i en villet retning. For å lykkes med dette, må man kunne tre sentrale ting:

- Forstå hva som driver folk
- Håndtere frykt og motstand som oppstår underveis
- Gi oppfølging for å sikre reell endring gjennom læring

Det å lykkes med atferdsendring er vanskelig, og krever systematisk og langsiktig arbeid. I kjernen ligger likevel det å stimulere drivere og fjerne barrierer. Det er mange ulike forståelsesrammer for drivere og barrierer for menneskelig atferd. En tilnærming er å dele menneskers emosjonelle system i 3 nivåer, jf. Figur 7[21]:

- Refleksjon er de tankene opplevelsen igangsetter. Refleksjon kan forsterke eller dempe emosjoner, avhengig av individets verdier, minner eller personlighet.
    - Drivere: er dette i tråd med verdiene mine?
    - Barrierer: bryter dette med verdiene mine?
- Atferd er det vi opplever når vi gjør noe. Et individ blir tilfreds når ting virker, eller frustrert når det ikke fungerer.
    - Drivere: gir dette meg flyt i hverdagen?
    - Barrierer: ødelegger det flyten i hverdagen?
- Emosjoner som sinne, glede eller frykt kjennes i hele kroppen og er helt avgjørende for de valgene individer gjør[22].
    - Drivere: gjør det meg glad?
    - Barrierer: gjør det meg redd?

[20] Jf. Schwartz model of basic human values
[21] Jf. Donald Normans modell for det emosjonelle systemet
[22] Norman bruker ordet "visceral" som dekker den fysiologiske delen av emosjoner

De emosjonelle driverne er de sterkeste, og også de som er vanskeligst å modifisere (du kan ikke befale folk til å være glad). Det emosjonelle drivere og barrierer har til felles er:

- De er i stor grad ubevisste
- De lar seg bare i begrenset grad påvirke av rasjonell tenking

Det betyr at de fleste av oss undervurderer hvor mye emosjonelle drivere har å si, og at «rasjonelle argumenter» er et lite effektivt virkemiddel for å påvirke dem. Dersom teknologi skaper utrygghet vil informasjonskampanjer være mindre effektive enn dersom brukeren får prøve teknologien i trygge omgivelser, sånn at assosiasjonen mellom teknologien og frykten forsvinner (klassisk betinging).

Drivere knyttet til refleksjon og verdier kan modifisere emosjoner som allerede er der: du kan bli ekstra glad hvis det du har kjøpt er i tråd med verdiene dine, og litt mindre fornøyd hvis det bryter med dem.

Figur 7: The emotional system (Donald Norman)

Verdier varierer i hvor mye de kan endres. Studier har vist at brukeres forhold til risiko og egen helse til en viss grad kan endres, mens verdier knyttet til rettferdighet er vanskelig å endre. I endringsprosjekter bør man derfor bestemme seg for om man skal spille på de verdiene brukerne allerede har, eller det mye mer ambisiøse prosjektet det er å prøve å endre verdiene. Kortvarige kampanjer vil typisk nok være effektive hvis de spiller på verdier brukerne allerede har, men ikke være kraftfulle til å endre verdier.

Siden teknologibanene har et langt tidsperspektiv, vil det være interessant å se på verdimessige endringer som følge av både generasjonsskifte og endret aldersmessig sammensetning. I Norge har vi lang tradisjon for å måle verdisett i befolkningen over tid (Norsk Monitor), slik at vi har et visst datagrunnlag for å gjøre slike analyser. De kan vise til tydelige alderseffekter, som at eldre vil være mer konservative og trygghetsorientert, og yngre mer åpen for ny teknologi (Schwartz-modellen). Denne forskjellen skyldes både en livsfase-effekt og en generasjonseffekt. Forklaringen på sistnevnte er sannsynligvis et økt utdanningsnivå og økt materiell trygghet, som begge flytter individer mot økt åpenhet for endring[23]. I et langtidsperspektiv vil det derfor være nyttig å inkludere effekten av både alder/livsfase og oppvekstsvilkår som kan påvirke verdisettet til individer, noe som igjen har betydning for å ta i bruk teknologi.

[23] Strand, N.P. (2007). Verdier i endring? Hentet fra: http://www.hioa.no/content/download/47330/684160/file/3075_1.pdf

3.3 DRIVERE OG BARRIERER FOR ATFERDSENDRINGER

Ulike drivere motiverer til å ta i bruk ny teknologi. Økonomiske incentiver kan være et kraftig virkemiddel for å oppnå ønsket atferdsendring. I henhold til Technology Acceptance Model (TAM) kan ca. 30% av adaptasjon av teknologi forklares med to faktorer; nytteverdi og brukervennlighet. Eksempelvis kan nytteverdier som komfort, status, fremkommelighet og forutsigbarhet drive frem ønsket adaptasjon av autonomi i transportsektoren. Videre kan god brukervennlighet i transportplattformene, f.eks. i form av muligheten til å planlegge en reise som er skreddersydd individets preferanser, bidra til økt adaptasjon av teknologi for konnektivitet.

For beslutningstakere vil også krav fra myndighetene og press fra interessenter kunne drive frem bruk av ny teknologi. Kostnadsbesparelser, økt effektivitet og styrkede konkurransefortrinn kan bidra til at offentlige og private aktører tar i bruk autonomi, konnektivitet og nullutslippsteknologier i sine transportløsninger.

For å ta i bruk ny teknologi er det nødvendig å håndtere barrierer som frykt og motstand. Eksempelvis kan bruken av autonome transportmidler hemmes av frykt for trafikksikkerheten, frykt for overvåking og frykt for at utviklingen skal føre til tapte arbeidsplasser. Samtidig kan det tenkes at sluttbrukerne ikke ser nytteverdien ved den nye teknologien og synes status quo fungerer bra nok.

Tabellene 5, 6 og 7 gir en systematisk oversikt over mulige drivere og barrierer for å ta i bruk ny teknologi, her eksemplifisert med henholdsvis konnektivitet, automatisering og nullutslippsteknologi. For hver teknologi presenteres noen utvalgte eksempler på konkrete drivere og barrierer for individer, virksomheter og myndigheter.

Tabell 5: Eksempler på drivere og barrierer for konnektivitet

Drivere	Individer	Virksomheter	Myndigheter
Nytte	Tilgang til sanntids-informasjon, prediksjon og nye tjenester Forutsigbare reisealternativer Bedret mobilitet basert på individuell tilpasning	Bedre flåtestyring og kapasitetsutnyttelse av kjøretøy Bedre styringsmulighet for logistikk	Mulighet for økt operativ kontroll og styring Mer effektiv utnyttelse av infrastrukturen Potensiell effektivisering på tvers av samfunns-sektorer Økt fremkommelighet
Økonomi	Spart tid og kostnader	Spart tid og kostnader	Kostnadseffektiv informasjonsinnhenting Redusere risiko for feilinvesteringer Samfunnsøkonomisk gevinst
HMS	Økt trafikksikkerhet og omsorg for andres helse Tilgang til transportsystemet for nye grupper	Økt trafikksikkerhet Forebygge utmattelse hos personell	Økt trafikksikkerhet Potensiale for reduserte utslipp
Barrierer	**Individer**	**Virksomheter**	**Myndigheter**
Frykt og motstand	Manglende tillit til teknologi og tiltro til effekt Overvåking og misbruk av informasjon Tap av anonymitet og manglende personvern Manglende tillit til myndigheter	Manglende tillit til teknologi og gevinstrealisering Konsekvenser ved teknisk svikt Tap av konfidensialitet Motstand mot overvåking og frykt for misbruk av informasjon Eksistensberettigelse	Manglende tillit til teknologi og gevinstrealisering Hensyn til samfunnssikkerhet og beredskap Konsekvenser ved teknisk svikt og bevisste handlinger Krevende å ivareta personvern Manglende kompetanse om teknologien
Regulatoriske forhold og økonomi	Ønsker ikke å bytte ut kjøretøyet Uklare ansvarsforhold Mulige høye investeringskostnader	Risiko for feil valg av standard Mangel på standarder som definerer markedet Høye investeringskostnader	Regelverk, tilgang til og eierskap til data ikke tilpasset Mangel på virkemidler for regulering av markeder Mangel på standarder Mangel på bestillings-kompetanse Høye investeringskostnader

Tabell 6: Eksempler på drivere og barrierer for automatisering

Drivere	Individer	Virksomheter	Myndigheter
Nytte	Tilgang til og glede av ny teknologi Fleksibilitet Bedre utnyttelse av tid Bedre mobilitet Tilgang til transport-systemet for nye grupper	Tilgang til ny teknologi Mulig konkurransefortrinn ved å være tidlig ute Økt fleksibilitet og effektivitet	Tilgang til nye løsninger og infrastruktur Økt kapasitetsutnyttelse av infrastruktur
Økonomi	Mulighet for redusert investeringsbehov i privat kjøretøy Redusert behov for føreropplæring	Reduserte personell- og driftskostnader Reduserte kostnader relatert til skade på materiell og fører	Reduserte driftskostnader av offentlig transport Mulighet for mer effektiv arealutnyttelse
HMS	Økt trafikksikkerhet – omsorg for andres helse Redusere sårbarhet for førers tilstand	Økt trafikksikkerhet Økt personellsikkerhet	Færre hardt skadde og drepte Tilbud til marginaliserte grupper
Barrierer	**Individer**	**Virksomheter**	**Myndigheter**
Frykt og motstand	Redusert sikkerhet som følge av teknisk svikt Tap og endring av arbeidsplasser Overvåking og fravær av anonymitet Svak tillit til myndigheter mht. bruk av informasjon Tap av individuell kjøreglede og bil som statussymbol Manglende tillit til teknologien	Motstand blant førere og fagforeninger Manglende kompetanse og tillit til teknologien	Teknisk svikt Motstand mot upopulære beslutninger og svak tillit Motstand blant førere og fagforeninger Strukturelle endringer som følge av industriell tilpasning Privatisering av offentlig transport og manglende styringsmulighet Økt trafikk Usikker effekt på sikkerhet og kostnader
Regulatoriske forhold og økonomi	Manglende avklaring av implikasjoner for skatt og avgifter Uavklart forhold til strafferettslig og erstatningsmessig ansvar ved ulykker	Manglende forretningsmodell Mangel på kapital	Lover og regelverk ikke tilpasset ny teknologi Manglende standarder

Tabell 7: Eksempler på drivere og barrierer for nullutslippsteknologi

Drivere	Individer	Virksomheter	Myndigheter
Nytte	Miljøbevissthet og ønske om miljøvennlig livsstil Oppnå bedre luftkvalitet og støyreduksjon	Miljøbevissthet og ønske om bærekraftig produksjon Grønn profil og godt omdømme	Overholde nasjonale og internasjonale forpliktelser Reduksjon av utslipp Oppnå helseeffekt, bedre luftkvalitet og støyreduksjon "Skape det gode samfunnet"
Økonomi	Incentivordninger og attraktiv avgiftspolitikk	Incentivordninger og attraktiv avgiftspolitikk	Co2 kvotekjøp kan muligens reduseres
Barrierer	**Individer**	**Virksomheter**	**Myndigheter**
Frykt og motstand	Skepsis til teknologiens sikkerhet Skepsis til levetid på teknologien og driftsstabilitet Rekkeviddeangst Uforutsigbare rammebetingelser Usikkerhet om miljøeffekter	Skepsis til teknologiens sikkerhet Skepsis til levetid på teknologien og driftsstabilitet Begrenset rekkevidde for kjøretøyflåter Uforutsigbare rammebetingelser	Usikkerhet på teknologiens modenhet og robusthet Eksisterende næringslivs konkurransekraft er utsatt Motstand mot å ta upopulære beslutninger og virkemiddel-bruk Miljøskepsis i deler av befolkningen
Regulatoriske forhold og økonomi	Kostbar teknologi Uforutsigbare tilskudds-/incentivordninger	Restlevetid hindrer utskifting av teknologi Transportører ser ikke lønnsomhet i miljøteknologi	Høye investeringskostnader Kostnader til insentiv-ordninger Restriktive virkemidler

4 DET OFFENTLIGES ROLLER OG VIRKEMIDLER

Nye forretningsmodeller og mobilitetsløsninger drevet frem av en stadig raskere teknologisk utvikling gjør at transportetatenes roller må tilpasses for å oppnå ønskede mål for transportpolitikken. Sentrale spørsmål:

1. Hvordan vil det offentliges rolle endre seg?
    a. Det offentliges rolle som proaktiv/reaktiv aktør i en framtid med rask teknologisk endringstakt
    b. Framtidig rolledeling mellom det offentlige og private aktører, herunder forretningsregler som bør ligge til grunn for konkurransenøytral arena regulert av det offentlige
2. Innen hvilke områder er det kritisk at det offentlige tar en regulerende rolle, fremfor å overlate til markedet å regulere seg selv, og hvilke muligheter og ulemper følger av dette? Dette omfatter kombinert mobilitet og intermodale transporter, samt dataeierskap og -forvalting
3. Hvordan bør regulatorrollen utformes?

KPMG har utredet disse problemstillingene ved bruk av litteraturstudier og intervju med relevante aktører. Det utkrystalliserer seg noen roller og funksjoner som må ivaretas. Dette kapittelet er bygget på rapporten fra utredningen[24].

4.1 TILRETTELEGGERROLLEN

Det offentliges rolle som tilrettelegger innebærer å yte støtte til prosjekter og private virksomheter ved mangel på finansiering i kapitalmarkedet. I tillegg skal det offentlige bidra med kompetanse, og tilgang til offentlige data og til den offentlige eide infrastrukturen for testing og pilotering av løsninger. Konkrete eksempler på virkemidler som brukes i rollen som tilrettelegger er:

- Forvaltning av tilskudd og støtteordninger
- Finansiell og faglig støtte til forskning- og utviklingsprogram (FoU)
- Tilgang til offentlige data om transportsystemet og transportmidlene
- Anskaffelser av varer og tjenester
- Legge til rette for samarbeid mellom private og offentlige aktører

Et etablert virkemiddel for statlige virksomheter er tilskudds- og støtteordninger. Statlige tilskuddsordninger forvaltes både av departementene og etatene. Forvaltningen av statlige tilskuddsordninger er regulert i Reglement for økonomistyring i staten og Bestemmelser om økonomistyring i staten (økonomireglementet)[25].

I tillegg tilrettelegger det offentlige for utvikling av ny teknologi og nye mobilitetsløsninger gjennom finansiell og faglig støtte til program og prosjekter innen forskning og utvikling. Programmene og prosjektene skjer både i egen regi, i og utenom konkrete prosjekt, og gjennom ekstern finansiell og faglig støtte til eksempelvis universiteter, forskningsprogram, og gjennom virkemiddelapparat som Norges forskningsråd og Innovasjon Norge.

Som eier og forvalter av fysisk og digital infrastruktur, kan det offentlige tilrettelegge for nye teknologier og mobilitetsløsninger ved å gi private tilgang til den offentlige eide infrastrukturen for testing og pilotering. På denne måten kan ny teknologi og nye mobilitetsløsninger prøves ut under realistiske og kontrollerte forhold. Rollen som infrastrukturforvalter omfatter også å utvikle og oppgradere infrastrukturen slik at ny teknologi og nye mobilitetsløsninger kan tas i bruk.

[24] KPMG (2018) Regulere fremtidens mobilitet. Det offentliges fremtidige roller som tilrettelegger, integrator og regulator
[25] https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/reglement_for_okonomistyring_i_staten.pdf

Data har blitt en stadig viktigere ressurs for økonomisk vekst, sysselsetting og samfunnsinnovasjoner. Dataanalyse kan bidra til å optimalisere prosesser, beslutninger, og prognoser om framtidige hendelser. Samtidig kan økt bruk av data bidra til effektivisering, innovasjon og næringsutvikling. Data er "drivstoffet" i den digitale økonomien og i den stadig mer digitaliserte transportsektoren. Potensialet som ligger i økt bruk av åpne offentlige data fra samferdselssektoren er betydelig. For å hente ut dette potensialet må offentlige data fra samferdselssektoren brukes mer[26].

Det offentlige er en betydelig bestiller av varer og tjenester. I rollen som bestiller, kan det offentlige tilrettelegge for utvikling av ny teknologi og nye mobilitetsløsninger gjennom aktiv brukerinvolvering, dialog med leverandørmarkedet, ytelses- og funksjonsbaserte krav, og kontraktsvilkår og tildelingskriterier som muliggjør innovasjon og premierer nytenkning. Prestasjonsinnkjøp basert på metoden Best Value Procurement (BVP) og innovative anskaffelser, innebærer at man trekker inn leverandørene tidligere i prosessen. Leverandøren leverer dermed ikke lengre kun produkter, men også innovative idéer og kompetanse.

Tilretteleggerrollen omfatter også at det offentlige legger til rette for at private og offentlige aktører kommer sammen, deler kunnskap og gjennom dette bidrar til utviklingen av ny teknologi og implementering av nye mobilitetsløsninger. Kunnskapsintegrasjon vil i mange tilfeller være helt avgjørende for at ny teknologi og nye mobilitetsløsninger utvikles og tas i bruk, fordi dette fordrer en helhetlig tilnærming til utfordringer i transportsektoren. Denne delen av tilretteleggerrollen omtales også som integratorrollen.

4.2 REGULATORROLLEN

I rollen som regulator er det ulike virkemidler. Konsesjoner benyttes ofte i offentlig forvaltning. Gjennom en konsesjon får en aktør tillatelse til å drive en type virksomhet under forutsetning av at søkeren oppfyller nærmere definerte krav. Myndighetene utsteder konsesjoner, og bestemmelser om hvem som er pliktig til å søke om konsesjon følger av lov. Kravene som stilles til søker og saksbehandlingsrutiner er ofte beskrevet i forskrift og i konsesjonsmyndighetens veiledere. Tildeling av konsesjoner er vanligvis å betrakte som enkeltvedtak i henhold til forvaltningslovens bestemmelser.

I offentlig tilsynsvirksomhet er formålet å avklare om andre virksomheter etterlever sine rettslige forpliktelser. Avklaringen skjer gjennom kartlegging og kontrollvirksomhet. Regelverksutvikling betraktes vanligvis å falle innenfor tilsynsbegrepet. Dette omfatter i tillegg til nasjonal lovgivning også innarbeidelse av internasjonal lovgivning i norsk regelverk. Tilsynsvirksomheten omfatter i de fleste tilfeller myndighet til å ilegge sanksjoner ved brudd på lovpålagte krav. Hjemmelsgrunnlaget for å drive tilsynsvirksomhet må fremgå klart i lovverket.

Økonomiske virkemidler, som avgifter og ulike former for prising, brukes i dag eksempelvis for gi en mer samfunnsøkonomisk riktig utnyttelse av kapasiteten på transportinfrastrukturen, samt for å regulere bruken av areal i byer og tettsteder. Bruken av avgifter, prising og insentiver i regulatorisk øyemed vil vanligvis kombineres med andre former for regulering, som avtaler og lov- og forskriftsforvaltning.

I tillegg til regulatoriske virkemidler som har et tydelig hjemmelsgrunnlag i lov, utøver det offentlige regulatorrollen gjennom bruk av virkemidler hvis hjemmelsgrunnlag ikke er like entydig og hvor det er begrensede sanksjonsmuligheter. Eksempler på såkalt "myk" regulering er rundskriv, håndbøker og retningslinjer og offentliggjøring av informasjon til brukere av tjenester (eksempelvis priser og produkttyper), som skal gi private aktører atferdsmessige insentiver[27]. "Myk" regulering bærer preg av å være normgivende og pedagogisk. Det offentliges basis for reguleringene er faglig autoritet, hvor det offentlige gjennom argumentasjon setter standarder og foreskriver prosedyrer private aktører opplever som bindende.

[26] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/strategi-for-tilgjengeliggjoring-av-offentlige-data--samferdselssektoren/id2598229/
[27] Et unntak her er Statens vegvesens normaler som er hjemlet i forskrift

Offentlig eierskap kan brukes som virkemiddel for å regulere visse typer goder og tjenester. Naturlige monopol og såkalte offentlige goder har tradisjonelt vært brukt som grunnlag for offentlig eierskap over tjenesteproduksjonen[28].

4.3 UTVIKLING AV ROLLENE

Nye mobilitetsløsninger og forretningsmodeller medfører at nye private aktører vil etablere seg i transportsektoren. Bransjeglidning gjør grensene mot andre sektorer mindre tydelige. Rolledelingen mellom det offentlige og private aktører vil forandre seg. Bildet av den fremtidige rolledelingen er imidlertid ikke entydig. Jo mer komplekst transportsystemet blir, desto større er risikoen for at de nye mobilitetsløsningene og forretningsmodellene kan undergrave transportpolitiske målsetninger. Selv om markedet som hovedregel bør få styre utviklingen av ny teknologi og nye mobilitetsløsninger, vil offentlig eierskap til plattformer og transporttjenester og reguleringer kunne være nødvendig. Dette for å begrense omfanget av uønskede effekter som trengsel, redusert tilgjengelighet og ulykker.

4.3.1 UTVIKLING AV TILRETTELEGGER-ROLLEN

Det offentlige besitter flere virkemidler for å tilrettelegge for utvikling og bruk av ny teknologi og nye mobilitetsløsninger. Blant de viktigste av disse virkemidlene er forvaltning av tilskudd og støtteordninger, finansiell og faglig støtte til forskning- og utviklingsprogram, tilgang til fysisk og digital infrastruktur for testing og pilotering, samt kjøp av varer og tjenester.

Tilgang på fysisk og digital infrastruktur for testing og pilotering vil i overskuelig fremtid fortsatt være et viktig virkemiddel. Tilrettelegging for pilotering vil bli et sentralt virkemiddel for myndighetene for utvikling av nye teknologiske løsninger, nye driftsformer, innovasjoner i arbeidsprosesser og forretningsområder. Pilotering kan eksempelvis ivaretas gjennom insentiver, i kontraktsregimer, i budsjettering og med tydelig beskrivelse av prosessen som kan gi tilgang til testområder.

Rollen som infrastrukturforvalter vil i tiden fremover i stor grad måtte samordnes med tilsynenes regulatorrolle for å sørge for at ansvaret for sikkerheten er tilstrekkelig ivaretatt. Dersom infrastrukturen er eid av et offentlig eid selskap, vil beslutningen om å gi tilgang til infrastrukturen for testing og pilotering være plassert hos selskapet. Det offentliges rolle vil i slike situasjoner i hovedsak være som regulator. Ved kjøp av tjenester fra offentlige eide selskap, vil det derfor være innovasjonsfremmende å forhandle frem krav og insentiver som oppmuntrer selskapene til å legge til rette for testing og pilotering.

Tilskuddsordninger og finansiell støtte til FoU-prosjekt og -program vil i fremtiden, på samme måte som i dag, være en viktig pilar i tilretteleggingen for utvikling av ny teknologi. Faglig bidrag i form av deltakelse og ledelse av FoU-prosjekt og -program, vil kunne utgjøre et viktig supplement og inngå som en del av fremtidens tilretteleggerrolle.

Rollen som tilrettelegger og integrator er ventet å bli viktigere i fremtiden etter hvert som transportsystemet blir mer integrert og kompleksiteten øker. Som tilrettelegger og integrator, kan det offentlige sørge for nødvendig koordinering mellom offentlige og private aktører som vil stå i et stadig sterkere avhengighetsforhold til hverandre. På denne måten vil det offentlige bidra til å synliggjøre synergier og avhengigheter mellom ulike teknologier og mobilitetsløsninger, noe som vil medvirke til å redusere den operasjonelle risikoen for aktørene. Bransjeglidning, samordning av statens arenaer og innsats innen eksempelvis FoU og nye bransjeforeninger kan imidlertid medføre at andre aktører oppleves som mer relevante enn det offentlige. Det er derfor essensielt at det offentlige, i rollen som integrator, fremstår som relevante, tilgjengelige og i besittelse av rett kompetanse.

[28] For oppsummerende informasjon om naturlige monopol og offentlig goder, se Astrid Marie Jorde Sandsør (2013) "Konsumentens etterspørsel". Tilgjengelig på https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON1210/v13/undervisningsmateriale/konsumentenes_ettersporsel.pdf

4.3.2 UTVIKLING AV REGULATORROLLEN

Reguleringer medfører kostnader og ressursbruk for private aktører i transportsektoren, for brukere av transporttjenester og for transportetatene og tilsynene i form av regelverksutvikling, oppfølging og kontroll. Gitt forventningene om at de transportpolitiske målsetningene skal oppnås mest mulig effektivt samt av hensyn til aktørene i transportsektoren og brukerne, bør det offentlige i rollen som regulator etterstrebe at reguleringene utformes på en måte som sikrer proporsjonalitet, ansvarliggjøring, konsistens, transparens og målrettethet.

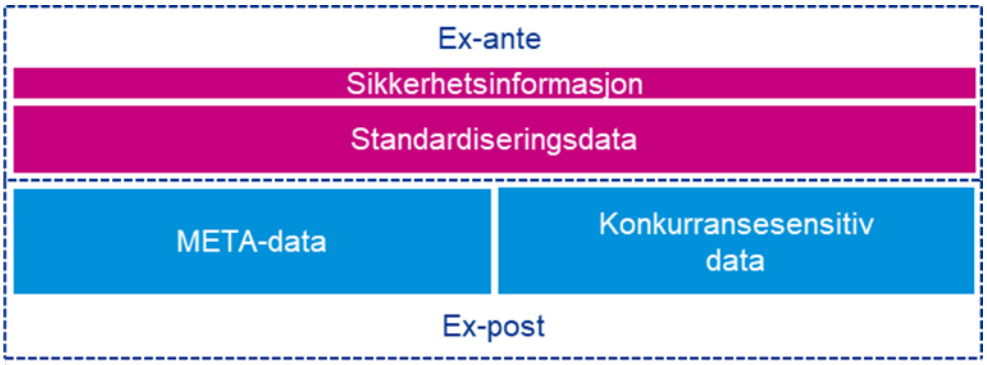
Som i dag, vil det offentlige i et 2050-perspektiv ha en betydelig rolle med tanke på å opprettholde et forsvarlig sikkerhetsnivå i transportsektoren i møtet med nye teknologier og nye mobilitetsløsninger. En hensiktsmessig regulering av sikkerhet vil kunne bestå av en kombinasjon av konsesjoner, tilsynsvirksomhet og eierskap. Ved utstedelse av konsesjoner kan det offentlige stille sikkerhetsmessige krav til private eller offentlig eide selskap for at selskapene skal få utøve virksomheten sin. Etterlevelse av kravene i konsesjonen kontrolleres gjennom risikobaserte tilsyn.

Ny teknologi og nye mobilitetsløsninger vil legge føringer for arealplanleggingen i spesielt byer og tettsteder. Samtidig vil arealregulering som legger til rette for eksempelvis varetransport i tettbebygde områder, tilstrekkelig ladeinfrastruktur og korte avstander mellom ulike transportmidler være en viktig forutsetning for attraktiviteten til nye teknologier og mobilitetsløsninger. Det offentlige vil, som i dag, ha en betydelig oppgave som tilrettelegger og regulator for å påvirke den lokale og regionale arealplanleggingen, innenfor bestemmelsene i plan- og bygningsloven.

Ny teknologi og nye mobilitetsløsninger kan medføre at etterspørselen/utnyttelsen av infrastrukturkapasiteten blir for høy. En viktig del av rollen som regulator vil på kort sikt og i et 2050-perspektiv være å foreslå og innføre ulike former for fysisk og økonomisk regulering av den knappe infrastrukturkapasiteten.

4.4 REGULERING AV DATA

Data som genereres innen samferdsel har potensiale til å forbedre kvaliteten og effektiviteten på en rekke transporttjenester i fremtiden. Det er en tydelig forventning om at det offentlige skal være i forkant (Ex-ante) med reguleringer hvis nye løsninger har en av følgende karakteristika, a) har potensiale til å utgjøre en sikkerhetsrisiko, eller b) at datakommunikasjonen må standardiseres for at løsningene skal kunne fungere på tvers av landegrenser eller med digitale transportsystemer som "National Access Points". Dersom løsninger eller teknologi ikke faller innenfor disse to områdene kan man ha en mer avventende tilnærming, og tilpasse reguleringen i etterkant (Ex-post) når man vet hvordan løsningen eller teknologien tilpasser seg markedet, jf. Figur 8.



Figur 8: Modell for regulering av data

Hvordan man skal føre tilsyn med denne type problemstillinger vil være en viktig avklaring å få på plass. I dag har man sektorovergripende tilsyn som Data- og Konkurransetilsynet, men denne typen reguleringer ligger ikke innenfor deres kompetansefelt i dag. Samordning på tvers av tilsynsvirksomhetene bør derfor vurderes ved videre digitalisering av transportsektoren.

4.5 DET OFFENTLIGE SOM PROAKTIV REGULATOR

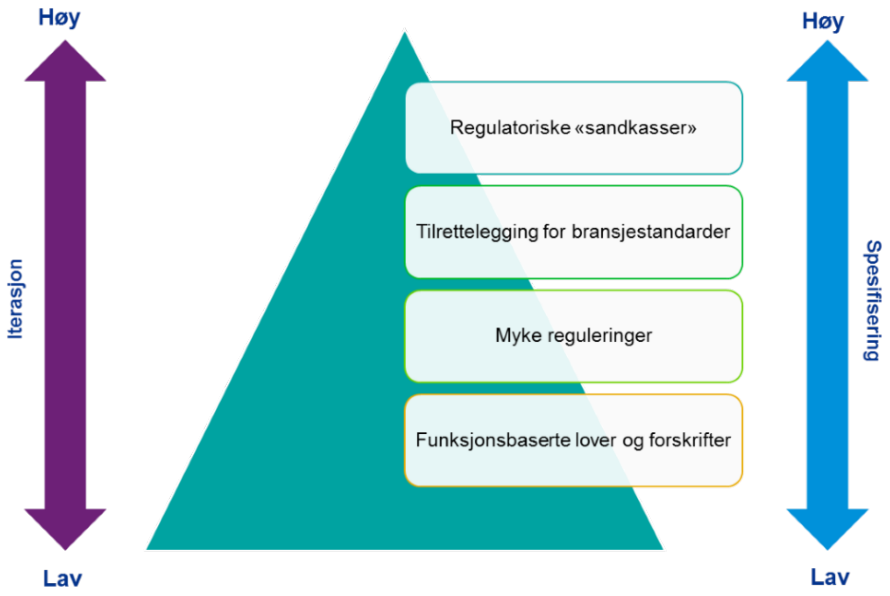
Reguleringsprosesser tar i dag relativt lang tid. Perioden fra et fremtidig reguleringsbehov er identifisert til det er utformet og implementert i oppdaterte lover og forskrifter kan ta flere år. Om lover skal behandles i EU, eller andre internasjonale organ, kan reguleringsprosessen ta enda lenger tid.

Endringer i regulatorrollen i mer proaktiv retning omfatter i tillegg til reguleringsprosessen, innholdet i reguleringene samt hvordan reguleringene utformes. Bærebjelken i utviklingen av de fremtidige reguleringene bør være et i hovedsak funksjonsbasert lov og forskriftsverk som i stor grad overlater til markedet å bestemme valg av teknologi (se figur under). Hensyn som sikkerhet og datatilgjengelighet kan, ut fra prinsippet om proporsjonalitet, trekke i retning av mer løsningsbaserte lover og forskrifter.

Økt bruk av ramme- og fullmaktslover kan redusere tidsbruken i reguleringsprosessene. Mer regulering fra internasjonale organ kan trekke i motsatt retning. Prosessene internasjonalt kan ta lang tid. Internasjonaliseringen av lover og forskrifter vil ikke desto mindre legge enda sterkere føringer for det offentliges fremtidige regulatorrolle. En stadig viktigere del av regulatorrollen vil derfor være å påvirke utviklingen av internasjonalt regelverk.

Å være en proaktiv regulator innebærer at det offentlige driver utstrakt veiledningsvirksomhet og tilrettelegger for at bransjen kan regulere seg selv, der dette vurderes som hensiktsmessig. For teknologier og mobilitetsløsninger som kan vise stor grad av egenart og potensial for samfunnsnytte, kan etablering av "regulatoriske sandkasser" være et virkemiddel. En regulatorisk sandkasse i transportsektoren vil være et lukket miljø hvor virksomheter (både private og offentlig eide) kan teste ut teknologier og løsninger og hvor det gis dispensasjon for bestemte deler av regelverket.

Med et funksjonsbasert regelverk som utgangspunkt, kan det offentlige, etter modell fra telekommunikasjons- og kraftsektoren, i større grad orientere regulatorrollen i retning av bruk av konsesjoner. Et enhetlig konsesjonsregime i transportsektoren vil gjøre det mulig for det offentlig å regulere både private transportører, små innovatører og offentlig eide selskap på en tilnærmet lik måte. Plikter og andre krav på sikkerhetsområdet, tilkobling til baksystem og dataformat vil kunne innarbeides som krav for å få konsesjon.



Figur 9: Fire nivåer av proaktiv regulering (KPMG)

4.6 INDUSTRIALISERING OG REALISERING

I Norge har vi noen grunnleggende gode forutsetninger å bygge på. Vi har en samfunnsmodell med samarbeidsarenaer mellom det offentlige og private, vi har en befolkning med høy kompetanse og teknologi-interesse og vi har spisskompetente forsknings- og næringsmiljøer. Transport og logistikk er både en avgjørende forutsetning for næringslivets produktivitet, og et forretningsområde i seg selv. Gjennom innovative anskaffelser og innovasjonspartnerskap kan det offentlige åpne for at det skapes et hjemmemarked og et næringsliv som kan nyttiggjøre seg de komparative fortrinnene vi har. Tilrettelegging og regulering kan bidra ytterligere til at konkurransefordelene i norsk næringsliv utnyttes optimalt og at vi evner å ta i bruk ny teknologi i stor skala.

Teknologien åpner for nye innovative forretningsmodeller. Transportsystemet er et område med store muligheter, og det er en betydelig teknologiarena (elektrifisering, digitale data, sensorer osv.).

- Sentrale spørsmål vedrørende forutsetninger for industrialisering og realisering vil dreie rundt;
- Hvem skal utvikle og eie transportmidlene?
- Hvem skal utvikle og eie infrastrukturen?
- Hvor skal ansvar for sikkerheten i transportsystemet plasseres?
- Hvordan skal kostnader og gevinster fordeles i transportsystemet som et hele, fra planlegging og bygging til drift, vedlikehold og avhending?

4.7 VIRKEMIDLER FOR ATFERDSENDRINGER - CASEBESKRIVELSER

Den teknologiske utviklingen skjer fort, og myndighetene har begrenset mulighet til å påvirke dette direkte. Det vi derimot kan påvirke er hvordan det legges til rette for utvikling, testing og pilotering av teknologi, hvordan denne kommer til anvendelse, og hvordan den kan bidra til en villet utvikling. Hvordan kan vi best legge til rette for dette? Hvilke virkemidler er mest effektive for å oppnå ønsket utvikling?

Utforming av effektive virkemidler bør baseres på utgangspunktet den gitte teknologien har hos befolkningen. Rogers adaptasjonskurve, jf. Figur 7 i kapittel 3.1, viser at det er urealistisk å tro at man kan overbevise "hele markedet" til å ta i bruk en ny teknologi på en gang. Det vil derfor være mer effektivt å først rette virkemidler spesifikk mot *innovatørene og tidlige brukere*, for deretter å rette seg mot de senere gruppene. Det kan etter hvert vise seg at enkelte virkemidler kan reduseres eller tas bort fordi man har fått en varig atferdsendring. For å oppnå en ønsket atferdsendring hos befolkningen må driverne og barrierene for atferden identifiseres før man kan etablere tiltak som bidrar til å konvertere driverne i ønsket retning. Tiltakene kan omfatte både finansiell støtte, goder, lovverk, informasjons- og holdningskampanjer osv.

I de følgende delkapitlene presenteres tre utvalgte case hvor det beskrives mulige virkemidler for å oppnå tre utvalgte transportpolitiske mål; 1) nullutslipp i personbiltrafikken, 2) nullvekst i biltrafikken i byområdene og 3) effektiv og miljøvennlig godstransport. Casene er ikke utfyllende eller fullstendige, og de omtalte virkemidlene er ment til å illustrere mulige tilnærminger for å drive frem ønsket atferdsendring. Det er ikke gjort en kost-nytte-analyse av de enkelte virkemidlene. Case 1 er et historisk tilbakeblikk som beskriver hvordan myndighetene systematisk har lagt til rette for innføring av nullutslipp i personbiltrafikken, eksemplifisert med innføring av elbiler. Case 2 og 3 beskriver et målbilde for 2050Høy og potensielle virkemidler og incentiver som kan benyttes for å påvirke måloppnåelse.

4.8 ERFARINGSCASE: NULLUTSLIPP I PERSONBILTRAFIKKEN

Hva ønsket vi å oppnå?

Norge har over flere ti-år hatt som mål å redusere klimagassutslipp fra transportsektoren. Dette har vært et ledd i å oppfylle forpliktelser inngått gjennom internasjonale klimaavtaler. Det er et nasjonalt mål at alle nye personbiler solgt i 2025 skal ha nullutslipp[29]. I praksis innebærer dette overgang til batteri- eller hydrogenelektrisk drift. Det samme skal gjelde bybussene, der en også inkluderer biogass som en klimanøytral energibærer. Innen 2030 skal i tillegg alle nye varebiler, ¾ av alle langdistansebusser og halvparten av alle tunge lastebiler ha nullutslipp.

Hva ble gjort for å påvirke måloppnåelse?

Myndighetene har over mange år lagt til rette for innføring av elbiler i personbilsegmentet gjennom bruk av insentiver som avgiftsfritak og andre goder. Samferdselsdepartementet har siden tidlig på 90-tallet gitt økonomisk støtte til forsøk som har til formål å utvikle mer miljøvennlige transportmidler og renere drivstoff. På 90-tallet var hovedfokuset rettet mot å fremme bruk av naturgass og elbiler[30]. Etter hvert er det også innført en rekke insentiver rettet mot investering i elbiler, anvendelse av disse samt infrastruktur.

Kjøretøyrettede insentiver

- Fritak for merverdiavgift
- Fritak for engangsavgift
- Redusert årsavgift

Infrastrukturtiltak

- Utbygging av offentlig ladeinfrastruktur
- Tilskudd til privat ladeinfrastruktur
- Dedikerte parkeringsplasser

[29] Nasjonal transportplan 2018–2029 (NTP) (Meld. St. 33 2016-2017) og klimastrategien mot 2030 (Meld. St. 41 2016–2017)
[30] Nasjonal transportplan 2006-2015 (NTP) (St.meld. nr. 24)

Brukerrettede insentiver

- Gratis bompassering
- Gratis parkering
- Gratis på ferger
- Halvert firmabilbeskatning med høyere kilometergodtgjørelse
- Adgang til kollektivfelt
- Holdnings- og informasjonskampanjer

Hva oppnådde vi?

Ved inngangen til 2018 var antall registrerte elbiler i Norge 142 49031. Dette representerer en økning på over 40% fra inngang til 2017. Elbiler utgjorde 5,1% av personbilbestanden i 2018, og andelen elbiler i nybilsalget utgjorde ca. 30%.

4.9 CASE: NULLVEKST I BILTRAFIKKEN I BYOMRÅDENE

Hva ønsker vi å oppnå i 2050Høy?

Målet om at persontransportveksten i byområdene skal tas av kollektivtransport, sykkel og gange, ble først introdusert i 2012 i forslag til NTP 2014-2023[32], deretter gjentatt i Klimameldingen fra 2012[33] og i NTP 2018-2033[34]. For 2050 Høy tar vi utgangspunkt i at nullvekstmålet er skjerpet ytterligere og omfatter nå også gjennomgangstrafikk, trafikkarbeid knyttet til offentlig og privat tjenesteyting, samt trafikkarbeid knyttet til lett og tung næringstransport. Måloppnåelsen er 100%.

Den teknologiske utviklingsbanen 2050Høy beror på at fellesløsninger, samkjøring og delingstjenester vinner frem i befolkningen. All bilbasert vegtransport i by er autonom og har nullutslipp. Det er full konnektivitet innad og på tvers av transportformer, noe som gir optimal mobilitet og trafikkflyt.

Hva kan vi gjøre for å påvirke måloppnåelse?

Målet om nullvekst kan ikke nås ved bruk av tradisjonelle virkemidler som samordnet areal- og transportplanlegging og endret gatebruksplan alene. Det er avgjørende å utnytte potensialet som ligger i ny teknologi for å reise og transportere smartere. Myndighetenes virkemidler og incentiver bør derfor omfatte tilrettelegging for utvikling av ny teknologi og nye tjenester, og samtidig aksellerere anvendelsen av disse.

For å oppnå målet om mer samkjøring må man sette inn virkemidler som svarer til driverne for å eie og bruke egen bil, inkludert statusen, komforten, friheten og mestringsfølelsen det medfører.

Tabell 8 gir en oversikt over noen mulige virkemidler og incentiver basert på myndighetenes roller som tilrettelegger og regulator. I tabellen presenteres også refleksjoner rundt mulige konsekvenser dersom myndighetene ikke tar disse rollene.

[31] Registrerte kjøretøy (SSB)
[32] Meld. St. 26 (2012–2013) Nasjonal transportplan 2014–2023
[33] Meld. St. 21 (2011–2012) Norsk klimapolitikk
[34] Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018–2029

Tabell 8: Ulike roller og eksempler på virkemidler for å nå nullvekstmålet om biltrafikk i byområdene

	Eksempler på virkemidler og incentiver	Hva kan skje om vi ikke tar rollen?
Tilrettelegger	Fasilitere og finansiere utvikling, pilotering og testing av mobilitets- og delingstjenester Finansiere og etablere infrastruktur for pilotering av innovative transporttjenester basert på kollektiv, sykkel, gange og droner for både person- og godstransport Belønningsmidler for virkemiddelbruk hos lokale og regionale myndigheter, samt for ønsket atferd til person og godsaktører Tilrettelegge for gode forretningsmodeller gjennom å tilby digitale samhandlingsplattformer og optimal kostnads- og inntektsfordeling Sikre at all informasjon om mobilitetsløsninger er tilgjengelig for alle brukere i sanntid Ambisiøse og forpliktende byvekstavtaler som sikrer samordning av tiltak og virkemidler	Forsinket utvikling og innfasing av ny teknologi som følge av manglende mulighet for pilotering og testing Mangel på nye og alternative transport-løsninger og -tjenester hindrer reduksjon i biltrafikken Uønskede regionale forskjeller ved innfasing av ny teknologi Forsinkelse i utviklingen av nye tjenester pga ugunstige og ikke lønnsomme forretnings-modeller Manglende styringsmuligheter og helhetlige løsninger pga manglende produksjon og tilgang til data Fragmenterte tilbud som ikke gir optimale transporter

Regulator	Digital adgangskontroll og dynamisk prising av transport i byområder Utarbeide lovverk for anvendelse av droner til person og gods Konsesjon og tilpasset lovverk for delingstjenester Midlertidig dispensjon av lovverk for å fremme utvikling og uttesting av ny teknologi og nye transporttjenester Regulering av selvkjørende kjøretøy inn i et kollektivt transporttilbud Skattelettelse på bildelingstjenester	Byttemotstanden (mot overgang fra bil til andre løsninger) opprettholdes Manglende lovverk hindrer innføring av droner og kommersielle bildelingstjenester Markant vekst i personbiltrafikken hvis autonome kjøretøy ikke kombineres med delingsøkonomi eller inngår i et kollektivt transporttilbud

4.10 CASE: EFFEKTIV OG MILJØVENNLIG GODSTRANSPORT

Hva ønsker vi å oppnå i 2050Høy?

Det langsiktige målet er sikker, miljøvennlig, bedrifts- og samfunnsøkonomisk effektiv transport av gods. I 2050Høy er hele potensialet for overføring av lange godstransporter fra vei til andre transportformer utnyttet, og 90% av den gjenstående lastebiltransporten kjører i platooning. Alle godstogene kjører autonomt, mens innen sjøfart er all linjefart og 50% av internasjonal trampfart (løsfart) autonom.

Alle transportformene samspiller og godstransporten samordnes på tvers av transportmidlene i hele landet. Byttekostnaden ved skifte av transportmiddel er lav, og muliggjort av 100% automatiserte godsterminaler med 100% døgndrift. Dette gir en optimal transportflyt.

All godstransport har nullutslipp. Det benyttes både elektrisitet, batteri og hydrogen.

Hva kan vi gjøre for å påvirke måloppnåelse?

Det alt vesentligste av godstransport og logistikk er styrt av næringsliv og industri i privat sektor, mens mange av rammebetingelsene styres av offentlig sektor. Økonomi og effektivitet i godstransporten er avgjørende for om næringslivsaktørene er konkurransedyktige. Incentiver og virkemidler som ikke er balansert mellom offentlige og næringslivets behov, kan derfor i ytterste konsekvens medføre store utfordringer for næringslivet selv om man oppnår positive effekter for samfunnet forøvrig. Offentlig sektor må gjennomføre omfattende investeringer i infrastruktur for at målbildet skal kunne realiseres. Dette innebærer:

- Statlig eller offentlig eide foretak tar eierskap til infrastruktur i godsterminaler, og alle godsterminaler er bygget om eller erstattet for å realisere full automatisering og optimalisert drift
- Infrastruktur som muliggjør autonomi og platooning er utbygd i stor skala
- Avanserte trafikkstyringssystemer som gir sikker og effektiv styring av transporten innen og på tvers av alle transportformer
- Utbygging av offentlig lade- og fylleinfrastruktur

Tabell 9 gir en oversikt over mulige virkemidler og incentiver basert på myndighetenes roller som tilrettelegger og regulator. I tabellen presenteres også refleksjoner rundt mulige konsekvenser dersom myndighetene ikke tar disse rollene.

Tabell 9: Ulike roller og eksempler på virkemidler for å nå målet om effektiv og miljøvennlig godstransport

	Eksempler på virkemidler og incentiver	Hva kan skje om vi ikke tar rollen?
Tilrettelegger	Ta eierskap til og investeringskostnaden for helautomatiserte godsterminaler Finansiere og tilrettelegge for piloter av ny teknologi som helautomatiserte terminaloperasjoner, nullutslipp, autonomi, platooning, m.fl. Tilskudd til lade- og fylleinfrastruktur for privat eide godsterminaler og andre omlastningspunkt Etablere konkurransenøytral datasamordnings- og styringsplattform for planlegging og styring på tvers av systemer og transportformer Utvikle og informere om åpne standarder. Informasjons- og holdnings-kampanjer om miljøfotavtrykk av godstransport Legge til rette for offentlig-privat samarbeid for testing av ny teknologi	Ny teknologi får sen implementeringstid og potensialet blir ikke realisert Implementert teknologi er ikke koordninert, kompatibel og tilpasset norske forhold og infrastruktur Nullutslipp oppnås ikke Suboptimale markedsløsninger og svake forretningsmodeller Aktører tar feilslåtte teknologivalg
Regulator	Krav om avlevering av alle styringsrelevante data basert på åpne standarder Miljøstøtteordning eller miljødifferensiert avgift for gods Krav om 100% nullutslippskjøretøy – også for kabotasje Incentiver i offentlig anskaffelser	Ikke optimal samhandling og helhetlig styring. Ineffektive terminaler For høy andel godstransport på vei Lav kapasitetsnyttelse Nullutslipp ikke realisert

5 RISIKO FOR FEILINVESTERING

Beslutningsprosesser rundt store investeringer er tidkrevende, og når investeringene gjøres for en lang tidshorisont må beslutningene tas under usikkerhet for fremtidige teknologiendringer. Det vil normalt være et krav om at tids- og sikkerhetskritiske samfunnsoppgaver løses med kjent teknologi. Samtidig ønsker man ikke å låse seg unødig til gammel teknologi, men være i posisjon til å ta i bruk ny og bedre teknologi når denne er moden. Dette representerer en betydelig utfordring i perioder med stor teknologisk endringstakt. Et tidsaktuelt eksempel er investeringer som baserer seg på dagens klimateknologi, når man vet at utviklingen innen både batteri- og hydrogenteknologi går raskt og man ikke har eksakt kunnskap om hvor stort potensialet for dette er innen tungtransport. Ny teknologi kan gi store muligheter, men også føre til helt eller delvis handlingslammelse og beslutningsvegring i perioden frem til teknologien er tilgjengelig for generell anvendelse. Når beslutningsprosessene tar lang tid, kan man også til en viss grad risikere at teknologien er utdatert på investeringstidspunktet, eller at konsekvensene av ny teknologi endrer grunnlaget for beslutningen vesentlig. Dette kan gi suboptimale og ineffektive løsninger, og innebære risiko for feilinvesteringer.

Figur 10: Investerer vi riktig for fremtidens transporter?

5.1 NY TEKNOLOGI ENDRER MULIGHETSROMMET

Ny teknologi, herunder digitalisering gir muligheter for kostnadsbesparelser gjennom mer effektiv bruk av eksisterende infrastruktur og optimalisering av drift og vedlikehold av denne. Eksempelvis vil løsninger for optimal ruting og styring av trafikk, rutevalg og mobilitetsalternativer gi økt kapasitetsutnyttelse av både infrastruktur og kjøretøy.

Digitalisering vil endre næringslivet. Etter hvert som ny teknologi åpner muligheter for verdiøkende og kostnadsbesparende prosesser, vil gamle næringer endres eller fases ut og nye næringer vokser frem. Dette har direkte implikasjoner for lokalisering av industri- og næringsaktivitet, og dermed også for etterspørsel etter både person- og godstransport.

Samfunnstrender som bildeling, fremvekst av nye typer mobilitetsaktører og -tjenester, endret rolledeling for privat og offentlig sektor m.m. har potensiale til å gi vesentlige endringer av tilbud, etterspørsel og preferanser for mobilitetsløsninger.

Investeringsprioriteringer og utvikling av regelverk vil være avgjørende for implementeringshastigheten for ny teknologi og nye transportløsninger. I en globalisert verden er harmonisering av lovverk og etablering av

internasjonale standarder stadig viktigere. Det er et usikkert kostnadsbilde for produksjon og anvendelse av teknologi som enda ikke er moden og har et etablert og velfungerende marked. I tillegg vil aktører kunne stå ovenfor en risiko for å bli låst til en gitt teknologi dersom de investerer for tidlig i mobilitetssystemer og infrastruktur med løsninger som ikke nødvendigvis er kompatible med ny teknologi.

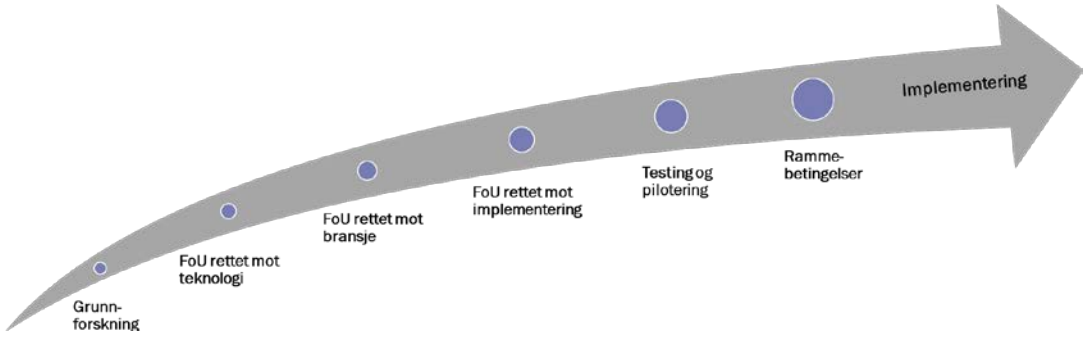
Digitalisering av transportsektoren innebærer stor usikkerhet om fremtidens løsninger, noe som er krevende å håndtere med dagens metoder og modeller for prioritering av infrastrukturinvesteringer. Samtidig vil ny teknologi bidra til et bedre beslutningsgrunnlag med hensyn til reelle og objektive data, og maskinlæring og digitale verktøy representerer helt nye muligheter for analyser, prediksjoner og prioriteringer.

Det vil nesten alltid foreligge en risiko med å ta i bruk ny teknologi. Samtidig vil det ofte være nødvendig å ta noe risiko om man ønsker å lykkes. *Spørsmålet blir derfor heller i hvilken grad man skal kunne tillate seg risiko for feilinvesteringer, og hvordan man best kan begrense risikoen og konsekvensene av denne.*

Digitalisering og ny teknologi vil påvirke hvordan den eksisterende infrastrukturen kan utnyttes, den påvirker transportbehovet, den skaper nye muligheter for helhetlige intermodale reiser for både personer og gods, og digitaliseringen muliggjør raskere og mer kostnadseffektiv utbygging og smartere drift og vedlikehold.

5.2 LANGE PLANPROSESSER OG RASK TEKNOLOGISK ENDRINGSTAKT

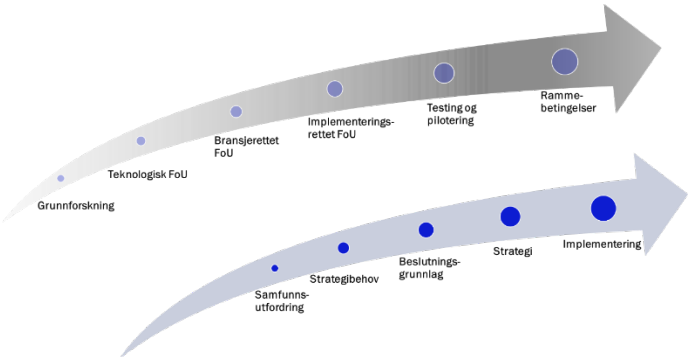
Selv om teknologisk endringstakt er økende, er grunnlaget for dette lagt gjennom mange års forskning og utvikling av muliggjørende teknologier. Et eksempel på dette er anvendelse av hydrogen som energikilde i transportsektoren. Her går tidslinjen fra grunnforskning for å forstå grunnstoffets egenskaper, via anvendelse av denne kunnskapen til utvikling av brenselsceller for deretter å utvikle kjøretøyteknologi og distribusjonsløsninger til pilotering og implementering. Tidslinjen er illustrert i Figur 11.



Figur 11: Tidslinje FoU

Forskning har ingen garanterte resultater. Teknologien kan derfor ha flere alternative utviklingsbaner etter hvert som man etablerer kunnskap om anvendbarheten i konkrete bransjer og til konkrete formål.

Beslutningsprosesser følger ikke nødvendigvis samme tidsbane som teknologien. Beslutningsgrunnlaget og de konkrete strategiene/valgene kan ha betydelige usikkerheter mht. teknologi. Nasjonal transportplan gir oversikt over prioriterte utbyggingsprosjekt. Prosjektene som inngår i NTP 2022-2033 utredes i årene 2019-2021 og vil være ferdig utbygd mot slutten av planperioden. Prosjektene dimensjoneres for mange tiår, og kan for enkelte infrastrukturelementer dimensjoneres for opptil 100 år. Manglende kunnskap om teknologi på beslutningspunktet og lang levetid for infrastrukturen, innebærer en betydelig risiko mht. teknologivalg.



Figur 12: Tidslinjer FoU versus beslutningsprosess

5.3 EKSEMPLER PÅ RISIKOFAKTORER

Vi investerer i feil transportform

Vi risikerer å investere tungt i infrastruktur som kanskje blir helt eller delvis irrelevant som følge av innføring av nye transportformer og/eller endrede konkurransefortrinn mellom dem. Dette kan gi en endret arbeidsdeling mellom dagens transportformer, og påvirke behovet for deres respektive infrastrukturer. Nye transportformer kan eksempelvis være hyperloop eller autonome droner. Samtidig er det en betydelig risiko for at man investerer i nye transportformer som virker lovende i en tidligfase men som på sikt ikke leder til forventede gevinster og omveltninger.

Endret arbeidsdeling kan eksempelvis komme som følge av at utvikling innen klimateknologi treffer de ulike transportformene ulikt. Det kan også være økonomiske faktorer som spiller inn. Dersom for eksempel kostnadene for implementering og drift av hyperloop synker betraktelig, kan det potensielt føre til liten utbredelse av autonome luftfartøy.

Noen potensielle scenarier kan være:

- Hyperloop konkurrerer ut alle transportformer på de lange strekningene
- Platooning av lastebiler konkurrerer ut godstransport på jernbane på mellomlange distanser
- Autonome skip i platooning overtar mye av godstransporten fra jernbane- og vegsektoren
- Autonome droner overtar distribusjon av gods og varer i distriktene
- Anropsbaserte autonome ferger erstatter behov for tunnel og bru
- Miljønøytral luftfart og kapasitetssterk jernbane eliminerer persontrafikk på vei på hhv. mellomlange og lange distanser
- Hydrogen og batteri erstatter konvensjonell elektrifisering i jernbane

Figur 13: Er hyperloop fremtidens transportform? (Hyperloop Transportation Technology)

Vi investerer i feil teknologi

I utbredelse av nye teknologier vil det i tidlige faser kunne utvikles parallelle løsninger. I noen tilfeller er løsningene modne, men foreløpig ikke tatt i bruk i stor skala. Flere alternative løsninger vil derfor i en periode eksistere om hverandre, og vil kunne konkurrere om å bli den foretrukne løsningen. Dersom kun en av teknologiløsningene vinner frem, vil de som har investert i den tapende teknologien risikere å miste verdien av sine investeringer. I noen tilfeller kan man også risikere å investere i feil teknologi basert på feilaktig forståelse av problemet som skal løses.

Eksempler:

- Nulluslippsteknologi som ikke når frem
- ERTMS nivå 2 eller 3?
- Tilrettelegger for autonom transport som kanskje ikke kommer

Figur 14: Hydrogenvarianten av Tesla. Foto: Halthausen

Vi lar være å investere

Noen investeringer vil kunne løse ut store muligheter og potensielle gevinster, men blir ikke prioritert i konkurransen med andre prosjekter. Dette kan for eksempel skyldes manglende budsjetter og investeringskapital, manglende gevinstutløsning på kort sikt eller knapphet på personell med riktig kompetanse. Et eksempel på dette er invistering i automatiserte godsterminaler som muliggjør effektiv og sømløs logistikk på lengre sikt, men som kanskje ikke gir umiddelbare gevinster.

Vi tar ikke ut effekten av samordning

Noen investeringer vil kunne løse ut gevinster fra optimalisert styring og samordning av informasjon, men blir ikke utnyttet som følge av manglende oversikt over transportsystemet som et hele og kompetanse til å se potensialet. Konnektivitet gir mer effektiv overvåkning og styring av trafikk og transport, og helhetlig styring på tvers av transportformer gir økt kapasitetsutnyttelse. Dersom man tror på en utvikling med digitalisering og rask utbredelse av autonome kjøretøy og intelligent ruting, vil man kunne legge til grunn at dagens vegnett rundt de store byene har et betydelig kapasitetsbuffer og at nye investeringer ikke er like presserende. Den teknologiske utviklingen innebærer endringer i transportsystemet, noe som innebærer en risiko ved investeringsbeslutninger og prioritering mellom prosjekter.

Vi utsetter investeringsbeslutninger

Det kan være flere grunner til utsettelse av investeringer som kan utløse store muligheter og potensielle gevinster. Dette kan være i påvente av at en forventet teknologi skal modnes og innta en stabil posisjon i transportsystemet, eller at man venter på at teknologien skal tas i bruk i så stort omfang at markedet stabiliserer seg med lavere investeringskostnader. En ytterligere årsak er at man ikke ønsker å være tidlig ute på «the bleeding edge» og dermed løpe risiko for økte kostnader og usikkerhet med hensyn til fremtidig utvikling av standarder. Selv om man er klar over denne risikoen, vil det i noen tilfeller likevel være riktig å ta investeringsbeslutningen for å realisere løsninger på kortsiktige behov.

Eksempler kan være utsettelse av elektrifisering av jernbane i påvente av innføring av batteri- og/eller hydrogentog, eller utsettelse av investering i fylleinfrastruktur for hydrogen i påvente av etablering av et velfungerende marked for hydrogenanvendelser i transport.

Vi investerer ut fra feil forutsetning om etterspørsel

Ny teknologi endrer hele samfunnet både for innbyggerne og næringslivet. Dette kan endre transportetterspørselen betydelig – både i omfang og mønster.

Eksempler:

- Roboter overtar mange av jobbene
- Nye produksjonsmåter endrer etterspørselen etter godstransport
- Kunstig intelligens skaper ny industri med mange kunnskapsintensive arbeidsplasser, som ikke krever fysisk oppmøte. Dette reduserer både total etterspørsel og rushbelastning
- Bildeling reduserer vekst i kjøretøy-parken og øker kapasitetsutnyttelse av denne
- Fragmentering av varetransport som følge av bl.a. økt netthandel
- Ny teknologi og nye tjenester skaper behov IKT-infrastruktur med høy kapasitet

Figur 15: Investerer vi i tilstrekkelig IKT-infrastruktur? Foto: Øystein Grue, Jernbanedirektoratet

5.4 RISIKOREDUSERENDE TILTAK - HÅNDTERING AV USIKKERHET

Det er viktig å opparbeide et bevisst forhold til hva som kan gjøres for å redusere risiko for feilinvesteringer. Her følger noen sentrale temaområder.

Effektive og korte planprosesser

Effektive og korte beslutnings- og planprosesser, samt prosjekterings- og byggefaser, er et viktig risikoreduserende tiltak. Dette sikrer større grad av samtidighet med teknologiutviklingen, og bidrar til at beslutninger og realisering av disse gjøres på et oppdatert kunnskapsgrunnlag om tilgjengelig teknologi og dens konsekvenser for både samfunn, transportbehov og transportsystemer gjennom hele prosessen. Inngangsdata til prosessene vil være større, og effektive prosesser vil kunne ta hensyn til oppdaterte inngangsdata i løpet av prosessene. Vi vil kunne bruke nye metoder på å kartlegge mulige konsepter for å løse et behov, og kanskje kan også den viktige demokratiske medvirkningsprosessen bli både enklere og mer effektiv.

Robust og fleksibel infrastruktur

Infrastrukturen kan bli mer «modularisert» eller «komponentbasert», slik at deler kan byttes ut som følge av teknologiske nyvinninger uten at hele infrastrukturen må reetableres. Teknologiske nyvinninger må kunne tas i bruk uten at hele infrastrukturen må reetableres. Ny teknologi vil også gjøre det lettere å sammenlikne fysiske delkomponenter på tvers av sektorer og identifisere mulige modulbaserte løsninger som kan benyttes på tvers.

Standardisering

Standardisering er et viktig bidrag til robusthet og vil være meget viktig innenfor alle transportsystemer. Dette omfatter både infrastrukturen, transportmidlene i systemet, utstyret som skal brukes til å kontrollere og styre transporten, selve styringssystemet og data for alle disse enkeltdelene. Løsninger basert på internasjonalt anerkjent åpne standarder gir fleksibilitet og reduserer faren for å låse seg teknologisk, det øker innovasjonsgraden og gir mulighet for konkurranse mellom produsenter og reduserer kostnader. Standardisering gir forutsigbarhet for fremtidige investeringer, men ivaretar også gjennomførte store investeringer.

Når industrien ligger langt foran standardene, kan det føre til suboptimale løsninger og kostbare endringer i ettertid. Vi kan få proprietære løsninger og komme i en leverandøravhengig situasjon.

FoU og pilotering

FoU og pilotering kan bidra til redusert risiko for å investere i umoden teknologi. Forskning vil i tillegg til å utvikle teknologier, også skape kunnskap om teknologianvendelser. Pilotering er helt avgjørende for å teste, demonstrere og dokumentere mulig anvendelse. Risikoen for å investere i teknologisk løsninger som viser seg å ikke fungere som tiltenkt under norske forhold, vil dermed reduseres.

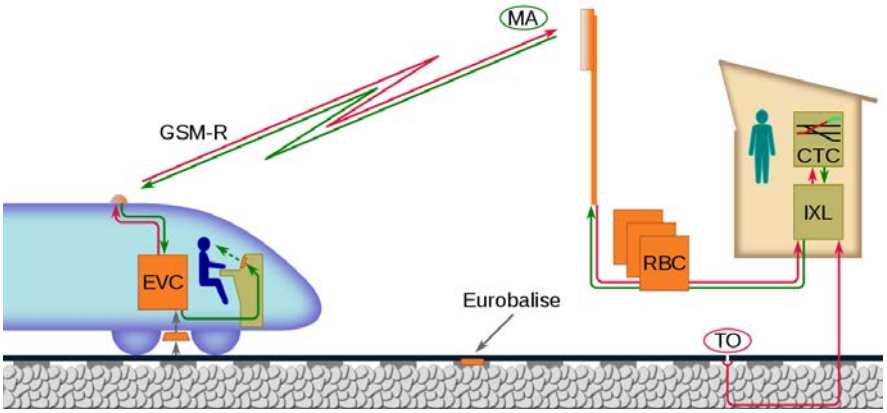
FoU og pilotering kan samtidig gi konkurransefortrinn til norske kompetansemiljøer og næringsliv. Norge er et lite land og har liten påvirkningskraft dersom vi investerer i teknologiske løsninger før standardene er ferdig utviklet og internasjonalt akseptert. Hvis vi derimot etablerer FoU og pilotering som bevisst satsing, kan norske teknologiske miljøer utvikle både gode tekniske løsninger og kompetanse, noe som igjen kan gi et konkurransefortrinn.

Fokusere på mål versus løsning

Ved å ta investeringsbeslutninger på grunnlag av effekt og mål snarere enn på infrastruktur og løsning, vil risikoen for å låse seg til feil teknologi reduseres. Utvikling og innføring av nullutslipps klimateknologi er et eksempel på dette, hvor fokuset kan være på nullutslipp fremfor spesifikk energiform.

5.5 GAMMEL OG NY TEKNOLOGI SIDE OM SIDE

Ny teknologi har potensial for å dramatisk forbedre både infrastruktur, transportmidler og tjenester. Dette kan omfatte effektivitet, sikkerhet, kvalitet, kostnader m.m. I noen tilfeller må den nye teknologien i sin helhet erstatte gamle løsninger for å gi ønsket effekt. Et eksempel på dette er innføring av *European Rail Traffic Management System* (ERTMS) i jernbanesektoren, som representerer en helt ny måte å styre togtrafikken. Gammel og ny signalteknologi kan ikke eksistere side om side på samme banestrekning. ERTMS innebærer blant annet at alt av styringsinformasjon flyttes inn i lokomotivet i motsetning til dagens eksterne skilting og lyssignalering. Det er likevel mulig å ta en trinnvis tilnærming, ved at ERTMS ikke innføres på alle de ulike banestrekningene samtidig, men i en prioritert rekkefølge.



Figur 16: ERTMS nivå 2 er besluttet innført på det norske jernbanenettet (Marten de Vries)

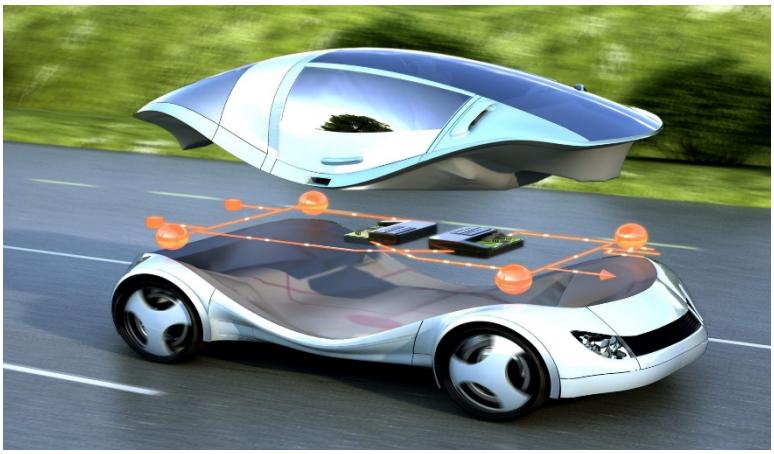
I andre tilfeller kan ny teknologi bidra til å komplettere dagens løsning og bidra til en betydelig forbedring, samt gi økte muligheter. Et eksempel på dette er ny og utvidet bruk av gatebelysning. Tidsstyring av lys kan ved bruk av sensorikk erstattes med behovsstyring av lys. Sensorer muliggjør deteksjon av kjøretøy eller myke trafikanter, eller man kan måle faktiske lysforhold i området og ut fra det analysere behovet for belysning. Lysstolpene, som allerede er plassert langs vegkantene og har tilgang på strøm, kan videre utnyttes til ytterligere IKT-infrastruktur, ved at de med enkle grep kan utstyres med sensorer for tellinger, overvåkning av trafikk, vær, m.m. Et annet eksempel er batteriteknologi som muliggjør hybride løsninger som forbedrer eksisterende driftsform. Dette er eksempler på at ny teknologi også kan tas i bruk i mindre skala og med en lavere investeringskostnad enn de store omveltende investeringene som ERTMS innebærer. Det er generelt et stort potensial ved å ta i bruk sensorikk og kunstig intelligens for å optimalisere eksisterende transportsystem. For å utnytte potensialet fullt ut vil det imidlertid ofte være nødvendig med økt ressurstilgang knyttet til datamottak, -systematisering og -analyse, samt styrings- og beslutningssystemer for å kunne agere ut fra analysene. Kunstig intelligens gir ytterligere verdi til analysene.

Utskifting av gammel med ny teknologi vil i de fleste tilfellene ta lang tid, og innen mange områder vil gammel og ny teknologi leve side om side i overskuelig fremtid. Et tidsaktuelt eksempel på dette er innføring av autonom, eller selvkjørende, transport. Innen sjø- og vegtransport vil man måtte planlegge for både autonom og manuell transport. Delvis fordi skips- og bilparken har lang utskiftingstid, men også fordi det ikke vil være hensiktsmessig eller ønskelig å avvikle alt av manuelle fartøyer. Innen bane- og lufttransport er innslaget av ikke-profesjonelle førere svært liten, og der vil det være mer realistisk at hele flåten blir autonom når teknologien tas i bruk i stor skala.

Figur 17: Frya – Sjoa. Foto: Knut Opeide

Løsninger som er basert på ny og banebrytende teknologi vil i mange tilfeller ikke kunne tas i bruk innenfor eksisterende lovverk. Innføring av selvkjørende kjøretøy er et aktuelt eksempel. Vegtrafikkloven har vært basert på at bilfører har ansvaret, mens en selvkjørende bil ikke har en fører fysisk tilstede i bilen. For å åpne for testkjøring har derfor norske myndigheter i 2018 innført en ny lov som tillater dette, og som på mange måter setter Norge som testområde på det internasjonale kartet. På sjøsiden er norsk industri langt fremme innen automatisering og selvkjørende teknologi, og er derfor i en unik posisjon til å ta en internasjonal rolle. Her hindres vi imidlertid av et manglende internasjonalt regelverk som ikke er tilstrekkelig oppdatert mht. ny teknologi. Tilsvarende ser vi at manglende lovverk er en av barrierene mot etablering av et marked for anvendelse av hydrogen i transportsektoren.

Gammel og ny teknologi side om side utfordrer på mange plan. Teknologiene må være kompatible i den forstand at de kan fungere godt sammen. Proprietære løsninger eller løsninger som er basert på ulike standarder kan representere betydelige barrierer for dette. Anvendelse av felles standarder er avgjørende for innføring av ny teknologi. Et eksempel på dette er billettsystemer i kollektivtrafikken. Her er det jobbet i en årrekke for å etablere en felles standard. Overgang fra dieseldrift til nullutslippsteknologier på jernbanenettet er et annet eksempel på viktigheten av at teknologiske løsninger må være kompatible. De ulike banestrekningene møtes i Oslo-navet. Dette muliggjør sammenhengende ruter på tvers av de enkelte banestrekningene. Dersom strekningene har ulik klimateknologi, vil det sette begrensninger for å kunne trafikkere på tvers av banestrekningene og dermed heller ikke kunne utnytte kjøretøyparken optimalt.



Figur 18: Future car. Foto: Pintrest

Dette blir særlig viktig siden vi vil måtte leve med både gamle og nye system i lang tid, og disse må kunne fungere sammen. Videre må infrastruktur som er tilrettelagt for en spesiell teknologi også kunne anvendes av konkurrerende teknologi.

Teknologisk variasjon gir også kompetanseutfordringer. Vi må vedlikeholde kompetanse på ulike teknologiområder og for mange ulike systemer. Et eksempel på dette er signalsystemer i jernbanesektoren,

hvor vi både behøver kompetanse på utdatert reléteknologi og på moderne datateknologi. Dette er en utfordring for utdanningssektoren, som ønsker å tilby kurs og utdanningsløp som er tilpasset fremtiden fremfor fortiden. Bemanning, reservedeler, m.m. vil måtte tilrettelegges for flere parallelle systemer, noe som kan innebære høyere operasjonelle kostnader sammenlignet med en felles teknologisk plattform.

Trafikale effekter av teknologisk variasjon bør ikke undervurderes. Dette gjelder særlig sikkerhets- og kapasitet-/fremkommelighetseffekter. Det har vært gjennomført mange studier av sikkerhetskompenserende atferd eller andre atferdsendringer ved innføring av automatiske operasjoner som f.eks. ABS-bremser eller adaptiv cruisekontroll. Blanding av manuelle og autonome systemer, som manuelle og selvkjørende biler, er det derimot et svært begrenset erfaringsmateriale på. Selvkjørende biler stopper raskt ved en hindring/barriere, og dersom andre trafikanter «lærer» seg dette og forholder seg til manuelt opererte biler på samme måte, vil det kunne innebære en betydelig risiko. Det forventes at fremkommelighet vil øke ved en fullt autonom flåte, blant annet fordi man unngår fartsvariasjon mellom kjøretøyene, og avstanden mellom dem kan optimaliseres automatisk. Denne effekten vil trolig reduseres ved innslag av manuelt opererte kjøretøy i samme trafikkbilde.

6 OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

Det er en klar forventning om at ny teknologi og klimahensyn vil prege fremtidens transporter. Konnektivitet, automatisering og teknologi for nullutslipp er de tre viktigste teknologiske driverne. Digitalisering og en hel rekke nøkkelteknologier bidrar til å muliggjøre nye arbeids- og produksjonsprosesser, nye forretningsmodeller og tjenester. Dette påvirker både individer, næringsliv og samfunn, og vil kunne gi betydelige endringer i transportbehovene og transportsystemet.

Ny teknologi åpner for bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur og transportmidler, helt nye løsninger og disruptiv utvikling innen mange sektorer i samfunnet. Teknologiutviklingen går stadig raskere og ofte uten påvirkning fra transportmyndighetene. Dette utfordrer de tradisjonelle plan- og beslutningsprosessene, samtidig gir ny teknologi også mulighet for bedre informasjonsgrunnlag og raskere planlegging.

Offentlige myndigheter må ha et forhold til de teknologiske endringene og de mulighetene og utfordringene disse innebærer, og det må legges til rette for gode rammebetingelser og styre virkemiddelbruken slik at en ønsket samfunnsutvikling blir realisert.

Denne rapporten beskriver ulike samfunns- og teknologitrender og belyser samtidig de transportrelevante mulighetene og konsekvenser av disse trendene.

6.1 BETRAKTNINGER RUNDT POTENSIALET VED Å TA I BRUK NY TEKNOLOGI

Transportsektoren er avhengig av å planlegge for en lang tidshorisont, samtidig som det blir stadig vanskeligere å forutse hvilke endringer som vil følge av ny teknologi. Det er knyttet stor usikkerhet til den teknologiske utviklingen og den økende digitaliseringen i samfunnet. Hvilken retning tar utviklingen og over hvor lang tid vil utviklingen skje, er sentrale spørsmål som denne utredningen gjør forsøk å svare på. Det som med sikkerhet kan sies er at digitalisering og ny teknologi vil påvirke hvordan den eksisterende infrastrukturen kan utnyttes, den vil påvirke transportbehovet, den vil skape nye muligheter for helhetlige intermodale reiser for både personer og gods, og digitaliseringen muliggjør raskere og mer kostnadseffektiv utbygging og smartere drift og vedlikehold av infrastruktur og kjøretøy.

Det offentliges framtidige rolle som tilrettelegger og regulator vil stå sentralt. Disse rollene vil måtte tilpasses en teknologisk utvikling som går svært raskt. Nye teknologier vil danne grunnlag for nye mobilitetsløsninger og forretningsmodeller. Nye private aktører vil komme til og rollefordelingen mellom det offentlige og private aktører vil endre seg. Hvordan denne rollefordelingen vil se ut er ikke entydig. Jo mer komplekst transportsystemet blir, desto større er risikoen for at de nye mobilitetsløsningene og forretningsmodellene kan virke mot de uttalte transportpolitiske målsetningene. Offentlig eierskap til plattformer og transporttjenester og regulering for å begrense omfanget av uønskede effekter som trengsel, redusert tilgjengelighet og ulykker, vil i slike tilfeller kunne være nødvendig.

Digitalisering åpner for muligheter for nye forretningemodeller, samt verdiøkende og andre kostnadsbesparende prosesser. Gjennom dette vil gamle næringer og tredjepartsaktører som eksempelvis speditører og betalingsformidlere, kunne endres eller fases ut og nye næringer vokser fram. Andre samfunnstrender som delingsøkonomi, framvekst av nye mobilitetsaktører, nye typer mobilitetstjenester og endret rolledeling for privat og offentlig sektor har potensiale til å gi vesentlige endringer av tilbud, etterspørsel og preferanser for mobilitetsløsninger.

Digitaliseringen av transportsektoren vil derfor etter all sannsynlighet føre til store endringer, noe som aktualiserer vurdering av dagens modeller for prioritering av infrastrukturinvesteringer. Samtidig kan ny teknologi bidra til et bredere beslutningsgrunnlag med hensyn til reelle og objektive data. Maskinlæring, kunstig intelligens og digitale verktøy vil representere helt nye muligheter for analyser, prediksjoner og prioriteringer av infrastrukturinvesteringer.

6.2 ANBEFALINGER

Bruk av ny teknologi må vurderes i forhold til samfunnsøkonomiske betraktninger slik at nytten for brukere av transportsystemet kan veies opp mot eventuell økt kostnad. Utvikling og innføring av ny teknologi kan medføre risiko for feilinvesteringer av infrastruktur, enten som følge av at teknologien eller de endringene den innebærer, ikke er kjent på beslutningspunktet, eller at man ikke lykkes i å ta tilstrekkelig høyde for denne. Beslutningstakere må ha et bevisst forhold til hvordan denne type feilinvesteringer kan unngås. Det bør generelt unngås å investere i:

- Infrastruktur som ikke tar høyde for hvordan teknologi kan påvirke forholdet mellom utbyggings- og driftskostnad
- Infrastruktur for transportform som står i fare for å kunne bli helt eller delvis irrelevant som følge av nye transportformer og/eller endret arbeidsdeling mellom dagens transportformer
- Kapasitetsøkende infrastruktur, dersom nye teknologiske løsninger forventes å øke kapasitetsutnyttelsen av eksisterende infrastruktur, og dermed eliminere behovet for tunge kapasitetsøkende investeringer
- Infrastruktur som ikke er riktig dimensjoner for endret etterspørsel som følge av fremtidige samfunnsendringer som skyldes ny teknologi
- Teknologi som ikke er robust over tid, eller som er basert på feilaktig forståelse av det problemet som skal løses

Det knyttes en risiko til å la være å investere. Noen investeringer kan løse behov som er kritiske på kort og mellomlang sikt, eller utløse store muligheter og gevinster. Med høy teknologisk endringstakt og tilhørende usikkerhet rundt framtidig teknologi og -modenhet, er det utfordrende å ta langsiktige investeringsbeslutninger. Dette kan gi frykt for feilinvestering og medføre manglende investeringsvilje. Samtidig kan utsatte beslutninger medføre risiko for at kort- og mellomsiktige behov ikke blir løst.

Det vil ikke være mulig å eliminere risikoen, men det kan være mulig å redusere konsekvensen av den. Effektive og korte prosesser rundt planlegging, prosjektering og bygging er avgjørende for å ha et best mulig og oppdatert beslutningsgrunnlag. Ved lange planprosesser er det en reell fare for at den teknologien beslutningsgrunnlaget er basert på kan være utdatert allerede på beslutningspunktet.

Med høy teknologisk endringstakt vil levetiden for infrastrukturens funksjoner i mange tilfeller oppnås lenge før den fysiske levetiden er nådd. Derfor må infrastrukturen være tilstrekkelig robust og fleksibel med hensyn til teknologiendringer. Dette kan oppnås ved å «modularisere» infrastrukturen, slik at deler av denne kan byttes ut som følge av teknologiske nyvinninger uten at hele infrastrukturen må reetableres.

Gammel og ny teknologi side om side kan utfordre. Teknologiene må være kompatible i den forstand at de kan fungere godt sammen, både teknologisk og operasjonelt. Proprietære løsninger eller løsninger som er basert på ulike standarder kan representere betydelige barrierer for dette. Proprietære løsninger kan også medføre at myndighetene kommer i en leverandøravhengig situasjon. Anvendelse av åpne og felles standarder er avgjørende for innføring av ny teknologi. Generelt gjelder det at standardiseringsarbeidet må sikre en forutsigbarhet ved fremtidige investeringer, men standardene må også ivareta allerede gjennomførte investeringer.

Det anbefales å innta en aktiv regulator- og tilretteleggerrolle. Bevisst satsing på forskning og innovasjon bidrar til utvikling av teknologi og til at denne blir hensiktsmessig og anvendbar innen norsk samferdsel. Dette innebærer også tilrettelegging for pilotering av teknologi og løsninger gjennom tilpasninger av og midlertidige dispensasjoner fra regelverk. En bevisst satsing kan gi norsk samferdselssektor kunnskap om og tilgang til nye løsninger muliggjort av ny teknologi. Dette kan også gi norske teknologiske miljøer mulighet til å utvikle gode tekniske løsninger og kompetanse.