

Sammendrag

Framtidens transportbehov

Analyse og fortolkning av samfunnstrender og teknologiutvikling

TØI rapport 1723/2019
Forfatter: Niels Buus Kristensen
Oslo 2019 57 sider

I forbindelse med arbeidet med Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2033, har TØI utarbeidet nye framskrivninger for innenlands person- og godstransport (TØI rapport 1723/2019). Framskrivningene baseres på forutsetninger om utviklingen i en rekke faktorer som i sakens natur er usikre. Denne rapporten analyserer og fortolker betydningen av en rekke samfunnsmessige og teknologiske trender for veksten i transportomfang og fordeling på de ulike transportformer fram mot 2050.

Effekten av økonomisk vekst, demografiske endringer og geografiske befolkningsforskyvninger på transporttettersspørselen kvantifiseres. Beregningene indikerer at befolkningsvekst er en sentral faktor og at usikkerheten om den økonomiske veksten i framtiden også gir stor usikkerhet for transportomfanget i 2050. Geografiske befolkningsforskyvninger gir mer trafikk i byene, men har liten betydning for samlet transportbehov. En eldre befolkning trekker i retning av mindre transporttetter, men usikkerhet om livsstil og transportvaner for framtidens eldre kan oppveie denne effekten. Konsekvensene for elbilandelen av oppfyllelse av de politiske målene for klimagassreduksjoner og for elektrifisering illustreres med framskrivninger fra TØI rapport 1689/2019.

Utviklingshastigheten i de to trendene automatisering og delingsøkonomi og deres påvirkning på transporttettersspørselen og kapasiteten av transportinfrastruktur er også vesentlige usikkerhetsfaktorer. Analysen av disse er mer kvalitativ, da deres effekt er meget vanskelig å kvantifisere. Fordelene av disse trendene vil antageligvis bli størst for veitransporten og trekke i retning av mer biltrafikk og mindre bruk av kollektivtransport. Uten mer intensiv regulering må dette forventes å kraftig forsterke tendensen mot økt trengsel i og rundt de største byene. Til slutt beskrives fem alternative framtidsscenarier med full automatisering og delingsmobilitet.

Transportsektoren står foran en periode hvor teknologiske endringer forventes å føre til større forandringer i transportsystemet enn vi har vært vant til. Dette skjer gjennom radikalt endrede egenskaper ved transportmidlene, nye forretningsmodeller og økt bruk av IKT. En rekke langsiktige samfunnstrender vil i høy grad også påvirke hvor mye, hvordan og hvor vi vil reise og flytte gods i framtiden.

Denne rapporten analyserer konsekvensene av de teknologiske endringer og samfunnstrender med spesielt fokus på å belyse:

- hvordan og hvor mye både teknologiutviklingen og samfunnstrendene kan forventes å påvirke behovet for infrastrukturbygging innenfor vei, bane, sjø og luft, og
- i hvilket omfang dette behovet avhenger av de store usikkerheter om den framtidige utviklingen.

Et vesentlig, men i den offentlige debatt ofte oversett, aspekt av prioritering av infrastrukturinvesteringer på tvers av transportmidlene, er at fra et samfunnsperspektiv er balansen mellom fordeler og ulemper ved de forskjellige transportformer (bil, buss, sykkel & gange, tog, fly og sjø) meget avhengig av graden av urbanitet og av turens lengde. Investeringer i transportsystemet må ta hensyn til om det er i sentrum av de største byene, hvor miljøproblemer og trengsel er størst og avstandene er korte, eller om det er utenfor

byene hvor det er bedre plass på veien og hvor lav befolkningstetthet gjør det økonomisk vanskelig å tilby god kollektivtrafikk. Rundt de største byene er det mye pendlingstrafikk til og fra bysentrum i rushtiden. På lange avstander er samlet reisetid en sentral parameter for både reiseomfang og valg av transportform.

Levetiden til deler av transportinfrastrukturen er lang; teknisk sett kan den være mer enn hundre år. Om hundre år vil teknologiutvikling ha endret transportsektoren radikalt og samfunnstrender har gitt store endringer i hvor vi bor og hvor og hvor mye vi reiser. Den økonomiske levetiden, det vil si den tidshorisont hvor investeringen gir vesentlig nytte for trafikantene, kan derfor være mye kortere. Samfunnsøkonomiske analyser tar til en viss grad høyde for dette ved at man bare tar med konsekvenser i en begrenset (typisk 40 år) tidshorisont fra anlegget tas i bruk. Men selv innenfor denne tidshorisont, kan de fordeler og ulemper som regnes med, endres vesentlig og være usikre fordi vi ikke kan være sikre på hva som kommer til å skje.

Samfunnstrender som påvirker det samlede transportbehovet

Det fremtidige persontransportarbeidet påvirkes av sentrale etterspørselsdrivere som økonomisk vekst, befolkningsvekst, alderssammensetning og geografiske bostedsforskyvninger. I tråd med dette forventes de lange reisene å øke med 35% fram mot 2050. I dag er bilen dominerende med cirka 80% av persontransportarbeidet (fører + passasjerer) og forventes å ha en enda større markedsandel i fremtiden. Gang og sykkel står for cirka en fjerdedel av antall reiser, men en ubetydelig del av persontransportarbeidet da disse reisene er meget korte. Kollektivtransportens andel er utpreget størst i og rundt de største byene, mens flyet skiller seg ut i utkantsområder med cirka 30% av persontransportarbeidet, men en vesentlig mindre andel av antall reiser.

I basisfremskrivningen (referansen) med de regionale transportmodellene forventes antall korte reiser å øke med 8% til 2030 og 19% til 2050, mens persontransportarbeidet vil vokse mer med hhv 15% og 31% fordi den gjennomsnittlige turlengden økes.

Økonomisk vekst

Tabell S.1 viser betydningen av antagelsen om den økonomiske vekst på samlet persontransportarbeid. Tabellen viser bare lange reiser, da økonomi ikke inngår direkte i modellene for korte reiser.

Tabell S.1 Beregnet utvikling i persontransportarbeid for lange reiser i referansen og med høy og lav økonomisk vekst. 2018 = 100.

	Referanse 2050	Høy vekst 2050	Lav vekst 2050
Vekst per år i privat forbruk/innb.	1,45%	1,94%	0,00%
Personkm i 2050 når 2018=100	135	145	120

Kilde: Tabell 2.2.

I Referansen forventes en gjennomsnittlig årlig økonomisk vekst per innbygger på 1,45% og en samlet vekst i persontransportarbeidet på 35% frem mot 2050. Med henholdsvis høy vekst (knappt 2% pr år) og ingen økonomisk vekst, gir den nasjonale modellen en vekst på hhv 45% og 20% i antall personkilometer for lange reiser i samme periode. Om modellen avspeiler sammenhengen korrekt, er størrelsen av den økonomiske veksten altså avgjørende for hvor raskt transportarbeidet knyttet til lange reiser kan forventes å øke.

Demografiske endringer

Befolkningsendringer skjer ikke fra en dag til den neste, men over de neste 20-30 år forventes store demografiske endringer:

- *Befolkningsvekst:* Til 2040 forventes landets befolkning å øke med 16%, blant annet på grunn av avtagende dødelighet og ikke minst innvandring. Uten innvandring forventes befolkningsveksten å bli vesentlig mindre med bare 7%, mens et høy- og lavvekstscenario for den innenlandske befolkning gir mindre utslag med 11-23% befolkningsvekst.
- *Aldring:* Størstedelen av befolkningsveksten til 2040 slår ut gjennom en vesentlig økning av aldersgruppen over 65 år. Det blir litt flere barn og unge og litt færre mellom 20 og 30 år.
- *Urbanisering:* Flytting til byene og spesielt til de største byene, som har preget samfunnsutviklingen de siste hundre år, forventes også å fortsette i fremtiden. Dette har vært og vil fortsatt være drevet av blant annet de økonomiske produktivitetsfordeler som agglomerasjon gir i form av høyere grad av spesialisering, mer konkurranse, større arbeidsmarked og mer effektiv kunnskapsspredning.

Tabell S.2 viser effekten på samlet persontransportarbeid for hver av disse samfunnstrender. Beregningene er basert på SSBs befolkningsframskrivninger og Reisevaneundersøkelsen 2013/14, under en antagelse om at befolkningens reisevaner er uendret i 2040 i forhold til i RVU 2013/14. I tabellen skiller vi på aldersgrupper og grader av urbanisering, målt ved SSBs seks sentralitetsklasser.

Tabell S.2 Samlet daglig transportetterspørsel i 2040 når nivå i 2018 = 100. Oppdelt på reisehensikt. Med antagelse om uendrede reisevaner.

Reisehensikt:	Alle	Arbeid og skole	Tjeneste-reiser	Private reiser
Hovedalternativ (MMMM)				
Befolkningsvekst	116	116	116	116
Befolkningsvekst + Endret alderssammensetning	111	106	107	114
Befolkningsvekst + Endret alderssammensetning + Flytting mellom kommuner	110	105	106	113

Kilde: Tabell 2.6.

Ser man bare på befolkningsvekst blir endringen i transportetterspørsel selvsagt den samme under antagelse om uendret atferd, det vil si 16% økning. Men tar vi samtidig høyde for at eldre og helt unge reiser mindre, betyr de relativt flere eldre at veksten i personkilometer bare blir 11%, altså 5%-poeng mindre. Ikke overraskende er endringen størst for arbeidsrelaterte reiser og bare 2%-poeng for private reiser.

Hvis vi i tillegg medregner at befolkningen i større grad vil bo i urbaniserte områder, hvor reiseavstandene generelt er kortere, reduseres veksten i transportarbeid ytterligere med 1%-poeng.

Endret reiseatferd?

Antagelsen om uendret reiseatferd er naturligvis en sterk forenkling, men den hjelper til å vise den rene effekten av hver av trendene at vi blir flere, eldre og bor i (større) byer. Men det kan spesielt være grunn til å se nærmere på forutsetningen om uendret reiseatferd for

de eldre generasjoner, da andre samfunnstrender trekker mot større reiseaktivitet hos fremtidens eldre, om de fortsetter:

- *Bedre helse* betyr at man har mulighet for å opprettholde en høy mobilitet lengre.
- *Jobbe til senere i livet* gir flere arbeidsrelaterte reiser.
- *Generasjonseffekter* gir større reiseaktivitet: Dagens 40-åringer reiser mer nå enn 40-åringene for 20 år siden. Noe av dette henger sammen med livsstilsendringer, som de antageligvis tar med seg også senere i livet.
- *Økt likestilling* mellom kjønnene: Menn over 70 år har vesentlig lengre daglig reiselengde for private reiser enn kvinner på samme alder, mens dette ikke er tilfelle for aldersgrupper opp til 60 år.

Det er naturligvis vanskelig å si noe konkret om hvordan disse samfunnstrendene vil påvirke transportbehovet, men et regneeksempel med stiliserte forutsetninger kan gi en idé om hvor store disse effektene kan være: For aldersgruppene over 60 år antar vi at forskjellen mellom menn og kvinner bare blir halvparten av i dag. Vi antar videre at for både menn og kvinner endres gjennomsnittlig daglig reiselengde til aldersgruppen før. Det vil si at 61-66-åringer vil få samme reiselengde som 55-59-åringer hadde i 2013/14 og så videre.

Disse forutsetninger om endrete reisevaner for aldersgrupper over 60 øker som forventet den samlede transportetterspørselen og økningen er størst for arbeidsrelaterte reiser. Effekten på den samlede daglige reiselengde er en økning på 8 %-poeng, hvilket mer enn oppveier effekten av aldring. Usikkerheten om de eldres framtidige reiseatferd har således omtrent samme innflytelse på framskrivningene av samlet transportetterspørsel som de forskjellige scenarier for befolkningsveksten.

Klimautfordringens konsekvenser

Med bakgrunn i blant annet IPCCs rapport *Global Warming of 1.5 °C* fra 2018 erklæres i Granavold-plattformen¹, at Regjeringen vil:

- "Gjøre Norge til et lavutslippssamfunn i 2050, hvor klimagassutslippene reduseres med 90-95 prosent" og
- "... halvere utslippene fra transportsektoren innen 2030 sammenlignet med 2005."

Transportsektorens andel av klimagassutslipp er i dag 30% og utgjør en økende andel av samlet utslipp. **Reelt betyr målene en omfattende omstilling, så praktisk talt hele landtransporten må bli utslippsfri i 2050 og med vesentlige kutt i utslipp fra flytrafikken i tillegg.** For delsektorer innen transport vil det kreve langsiktig teknologitvilling mot løsninger som vi i dag bare kan se konturene av. Granavold-plattformen bemerker da også at "måltallene er basert på forbedringer av teknologisk modenhet i ulike deler av transportsektoren."

Jernbanen er allerede tilnærmet utslippsfri gjennom elektrisk drift på de fleste strekningene, hvilket i dagens situasjon gir toget en klar miljømessig fordel i forhold til både privatbil og fly. Potensialet og tidsperspektivet for de nødvendige radikale utslippskutt for vei-, fly- og sjøtransport er analysert med det premiss at virkemidler vil bli implementert for å oppnå klimamålsetningene når man politisk vurderer at det finnes lav- og nullutslippsteknologier som er tilstrekkelig modne selv om kostnadene er høyere enn for dagens teknologier.

¹ Politisk plattform for en regjering utgått av Høyre, Fremskrittspartiet, Venstre og Kristelig Folkeparti den 17. januar 2019 [<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/politisk-plattform/id2626036/>].

Veitransport

For personbiler har utviklingen av elbiler gått så raskt de seneste årene at full overgang til batterielektrisk drift ser ut til å være praktisk mulig for nye biler i løpet av få år. Med målsetningene i nåværende NTP vil nye personbiler omsatt i 2025 være nullutslippskjøretøy. I 2030 skal det samme gjelde alle varebiler og 75 prosent av alle langdistansebusser, det siste betyr lite totalt sett. Samlet vil dette bety at i løpet av cirka 20 år vil stort sett hele person- og varebiltrafikken være uten klimautslipp i takt med utskiftningen av bilparken.

For tung godstransport på vei er utfordringen større og det er ennå ikke klart hvilke teknologier som vil bli fremtidens nullutslippsløsninger. Det finnes flere teknologiske løsningsmuligheter, for eksempel:

- Elektrifisering med
 - batteri
 - brenselcelle og syntetisk drivstoff, for eksempel hydrogen
 - kjøreledninger på hovedstrekninger supplert med batteridrift
- Forbrenningsmotor med
 - syntetiske drivstoff, inklusiv hydrogen, som energibærere, basert på elektrisitet
 - biodrivstoff, eventuelt i kombinasjon med syntetisk drivstoff

I dag er disse løsningene enten ikke fullt utviklede, kostbare eller bærekraften er tvilsom i full-skala implementering. Kostnadseffektiv omstilling til lavutslippssamfunnet er avhengig av at løsninger som velges i dag, kan sees som skritt på veien til de løsninger som vil bli benyttet i fremtiden. Strategiske teknologivalg kompliseres ytterligere av at Norge på dette feltet på sikt må være i samsvar med teknologutviklingen i utlandet, hvor produksjonen av kjøretøyene foregår.

For godstransporten må teknologiske løsninger til, da det ikke er realistisk å overflytte gods fra vei til sjø eller bane i det omfang som vil være nødvendig for å nå reduksjonsmålene.

En konsekvens av at veitransporten må bli praktisk talt utslippsfri, er at fordelene toget har på dette feltet i dag forsvinner. Dermed blir klimapolitikken ikke lenger et vesentlig argument for nullvekstmålet i de største byområdene og strategien om overføring av godstransport til bane (og sjø). Dette vil få konsekvenser for den forventede langsiktige fordeling mellom transportformene.

Transporttettersspørsmålet og dens fordeling på transportformer vil være påvirket av kostnadsutviklingen. Kostnad per kilometer i bil vil bli påvirket av omstillingen til nullutslippsteknologi. I referansefremskrivningen er det lagt inn at de marginale kostnadene per kilometer er lavere ved eldrift med den nåværende avgiftstruktur. Hvis man alternativt antar at dagens kilometerkostnader for fossilbiler antas også å gjelde for nullutslippsbiler frem mot 2050, øker transportarbeidet for lange reiser bare med hhv 40% og 44% for bilfører og bilpassasjer til 2050 i stedet for 52% og 54% i Referanse-beregningen. Kostnadsøkningen gir dermed en reduksjon på 7% i det samlede transportarbeidet med bil. Omtrent halvparten av reduksjonen overflyttes til fly, tog og buss, mens den andre halvparten skyldes færre turer.

Flytransport

Sivil luftfart står for cirka 7% av dagens klimautslipp fra norsk innenrikstransport, med en tilsvarende utslippsmengde i utenrikstrafikken. Transportarbeid med fly forventes å øke markant i fremtiden. Utslipp per passasjerkilometer er redusert betraktelig de seneste to tiår og er i dag ca. 100 gram CO₂, hvilket er av samme størrelse som for personbiltransport. Klimaeffekten av utslipp fra fly er dog større, når utslippet skjer i stor høyde. Flyets viktigste fordel som transportform er at det er raskt, men det er samtidig det viktigste

problem i klimasammenheng, fordi det gir mulighet for å reise veldig langt med tilhørende store utslipp.

I dagens situasjon er biodrivstoff eller syntetiske drivstoff fra elektrisitet de reelle alternativer til fossilt jetfuel, men elektriske fly er et felt med intensiv forsknings- og utviklingsaktivitet. Sentrale kommersielle aktører forventer å begynne med kommersiell bruk av hybridfly (delvis elektrisk framdrift) rundt 2030 og fullt elektriske rutefly på korte distanser i løpet 2030-årene. Avinor har planer om full elektrifisering av norsk innenriks luftfart i 2040. Norge har av historiske årsaker et velutbygd nett av flyplasser med korte rullebaner som er velgnet til mindre elfly. Lykkes det å utvikle pålitelige, mindre eldrevne fly med rekkevidde 500-1000 kilometer er potensialet derfor stort i norsk innenriks luftfart, hvor utfordringene i norsk landtransport, med fjelloverganger og fjordkryssinger, gir en konkurransefordel til fly. Dette gjelder ikke bare hele dagens rutenett (med unntak av reiser mellom Sør- og Nord-Norge), men også der nye korte ruter kan være et alternativ til kostbar utbygging av vei eller bane.

Ferjer og sjøtransport

Skipsfarten er også i en startfase i forhold til overgang til nullutslippsteknologi. Innføring av lav- eller nullutslippsteknologier som følge av krav til utslippsreduksjoner kan øke transportkostnaden både for godstransport på sjø og for ferjesamband i veinettet, men det vil antageligvis ikke få stor betydning for transporttettersspørselen.

Nye teknologier og forretningsmodeller

Samhandlende intelligente transportsystemer

Intelligente transportsystemer er utnyttelse av IKT i kjøretøyene eller i infrastrukturen. Ved *samhandlende* intelligente transportsystemer (C-ITS) utveksles dynamisk informasjon direkte mellom kjøretøyene eller mellom det enkelte kjøretøy og infrastrukturen uten aktiv medvirkning fra føreren av kjøretøyene og infrastrukturoperatøren. Utbredelsen av 5G vil øke pålitelighet, hastighet og kapasitet av trådløs dataoverføring dramatisk. Dette forventes å øke potensialet for C-ITS betraktelig ved at alle kjøretøyer på sikt kan bli oppkoblet og utveksle relevante data om posisjon, hastighet, retning og veiforhold i et 'internet-of-things'. C-ITS kan forventes å ha en rekke forskjellige samfunnsmessige fordeler:

- **Bedre fremkommelighet:** Avansert trafikkstyring og -informasjon, og førerstøttesystemer i bilene (ADAS) forventes å kunne gi bedre trafikkflyt og større kapasitet i veinettet. Det vil kunne gi store reisetidsbesparelser ved å redusere den forventede økning av trengsel og gi høyere reisehastighet på sentrale deler av veinettet som følge av økt framtidig etterspørsel.
- **Trafikksikkerhet:** Stort potensial for færre ulykker og hendelser, spesielt i veitrafikken. Effekten forsterkes av økt utbredelse av førerstøttesystemer, som i dag bare finnes i 'high-end' segmentet.
- **Drivstoffbesparelse og miljøgevinster:** Bedre trafikkflyt og mulighet for å redusere trafikken når og hvor luftforurensningen er kritisk vil redusere klimaeffekter og helseskader fra trafikken.

Automatisering

Automatiserte kjøretøy er antageligvis den teknologitrend som i størst grad kommer til påvirke transportsektoren i de kommende årtier. Nettopp i disse årene vil utviklingen gå veldig raskt, men tidsperspektivet for implementering i praktisk bruk i Norge er meget

usikker og implikasjonene for hvordan og hvor mye vi kommer til å bruke de forskjellige transportmidler er på nåværende tidspunkt vanskelig å forutsi. Disse usikkerhetene betyr tilsvarende stor risiko for feilinvesteringer i transportinfrastruktur, som har meget lang levetid.

To nivåer knyttet til behovet for sjåfør kan i fremtiden gi avgjørende endringer i forhold til dagens situasjon, hhv. 'Selvkjøring med sjåfør' og 'Førerløse kjøretøy'.

Selvkjøring med sjåfør: Bilen (eller bussen, toget, fergen eller flyet) er i stand til 'selvstyring /selvkjøring', men tilstrekkelig sikkerhet krever at noen (her kalt 'sjåfør') er med, og kan ta over styringen på kort varsel om noe ikke fungerer.

For veitransporten vil dette være enklest på motorveier og mest komplisert i bytrafikken. De største fordelene forventes å bli:

- *Økt trafiksikkerhet ved at menneskelige feil kan unngås.* Uoppmerksomhet, for høy hastighet, dårlig orientering og andre førerrelaterte risikofaktorer er de viktigste årsaker til at trafikkuhell skjer.
- *Sjåføren kan bruke tiden på noe som er mer nyttig.* Ulempen ved å bruke tid på å kjøre bil vil derved bli mindre.

Begge effektene er størst for privat bilkjøring sammenliknet med andre transportformer, da det er her vi har private førere som sjåfør. Implikasjonene for transportetterspørsel og innretning av transportsystemet blir da:

- Etterspørselen etter transport med privat bil vil øke, da ulempen ved å tilbringe tid i bilen vil bli mindre.
- Noe av den økte etterspørselen vil komme ved at det blir mindre etterspørsel etter andre transportformer, slik at balansen mellom bilkjøring og kollektiv trafikk vil bli forskjøvet til fordel for bilen. Trafiksikkerhetsargumentet for å øke kollektivtrafikkens andel vil også bli mindre.
- Komforten under kjøring vil bli tillagt større vekt, da det påvirker muligheten for å bruke tiden nyttig. Det kan få konsekvenser for design av kurvatur og annen utforming av veiene fremover.
- Økt transportetterspørsel på vei gir økt behov for utbygging, men omvendt betyr ulempen ved lengre reisetid mindre, når man har mulighet for å bruke tiden nyttig.
- Sikrere bilkjøring kan på sikt gi kostnadsbesparelser i veibygging, hvis sikkerhetskravene kan endres med automatisering.
- Selvkjøring kan på noen strekninger gi muligheter for å øke kapasiteten av den eksisterende fysiske veiinfrastruktur, gjennom mindre avstand mellom bilene og smalere kjørefelt.

Førerløse kjøretøy: Sikker transport av passasjerer fra dør til dør uten sjåfør ombord. Dette muliggjør også tom reposisjonering av kjøretøy. Full førerløshet ser ut til å være meget komplisert å få til og kan derfor være begrenset til bestemte områder eller veityper eller betinget av værforhold eller annet. Førerløs kjøring vil gi markant nye muligheter:

- *Nye brukergrupper av private biler.* Førerløs bil benyttes av personer uten førerkort, typisk barn og unge samt eldre, som i dag er avhengig av skyss fra foreldre e.l. eller bruker andre transportformer. På samme måte kan man få fraktet ting uten å bruke tid på det selv.
- *Høyere utnyttelsesgrad gjennom tom reposisjonering.* I dag står bilene som regel stille, mens brukeren oppholder seg på destinasjonen. Hvis bilen selv kan kjøre hjem, kan resten av familien bruke den, mens mor eller far er på jobb. Dette betyr at den faktiske tilgang til bil økes i husholdninger med både en og to biler.

Og fordelene kan potensielt være meget store:

- Samme effekter som for selvkjøring, men med større økning i transportetterspørselen.
- Etterspørselen etter kollektivtransport vil reduseres fordi en del av den økte bilkjøring vil komme fra kollektivbrukere som i dag ikke har tilgang til bil.
- Argumentet for å tilby subsidiert kollektivtransport ut fra en 'public service betraktning' blir mindre, når alle i prinsippet kan bruke bil. Det vil fortsatt være sosiale argumenter, men det gjenværende tilbud av 'public service'-basert kollektivtransport vil kunne tilrettelegges etter nye konsepter.
- Bosettingsmønstret kan bli endret for familier med barn, som enklere kan bo utenfor byene, hvor dårlig kollektivtrafikk i dag begrenser barnas mobilitet.
- Trafikken til og i byene vil ikke lenger være begrenset av vanskeligheter ved å finne parkering eller høye p-avgifter. Bilen vil kunne sette brukeren av og deretter returnere hjem eller til p-områder i avstand fra sentrum.
- Lav fremkommelighet på grunn av trengsel på veiene er i dag en vesentlig begrensning for å velge bilen, spesielt i rush-tiden. Førerløse biler som kjører tomme for å hente brukeren, vil i langt mindre grad være påvirket av denne begrensningen, hvis bare reisetiden er noenlunde forutsigbar.
- Der vil være en risiko for at etterspørselen etter bilkjøring i og rundt de største byene, og spesielt Oslo, vil stige så voldsomt at trafikken vil bryte sammen i spissbelastningen dersom det ikke gjøres ytterligere regulering via kapasitetsprising eller annen begrensning av adgangen til å bruke veinettet.
- På lange turer kan det bli mulig å sove underveis, så reisetiden betyr mindre hvis man reiser om natten, så lenge man ankommer på ønsket tidspunkt. Til gjengjeld vil reisekomforten, inklusiv veiens kvalitet og kurvatur i så fall bli avgjørende. Det kan bety at bilreiser får økt betydning på reiseavstander som i dag er dominert av fly.

Automatisering vil slå langsomt igjennom i hele bilparken, både fordi det vil ta flere år før teknologiene vil slå igjennom for fullt i salget av nye biler, og fordi private biler har en typisk levetid på langt mer enn ti år.

Automatisering av lastebiler har primært potensial som førerløs kjøring. Lønn til sjåføren utgjør opp mot halvparten av transportkostnaden med lastebil. Det betyr at full automatisering, hvor lastebiler kan kjøre helt uten fører over lange avstander, kan medføre store konkurransefordeler i forhold til dagens transportere. I motsetning til for personbiler trenger dette ikke være helt fra dør til dør, da man kan forestille seg at førerløs kjøring bare skjer til og fra terminaler utenfor byene eller mellom spesialdesignede logistikkentre ved motorveiene, hvor en sjåfør kan komme om bord og ta first/last-mile styringen.

Overordnet må følgende konklusjoner anses for plausible:

- Overgangen kan gå raskere enn for personbiler, når først teknologien er klar, fordi:
 - Brukstiden for lastebiler i langdistansetrafikken er bare cirka fem år;
 - Nye aktører uten bunden kapital kan gå inn på markedet.
- Effekten på samlet godstransportetterspørsel på vei vil antageligvis være mindre enn for persontransport, da konkurranseflaten mot alternativene (sjø og bane) er relativt begrenset, og fordi priselastisiteten for godstransportetterspørsel er begrenset av transportkostnadens beskjedne andel av varens samlede pris.
- Derimot kan førerløs kjøring bety en endring i retning mot mindre forsendelser med høyere frekvens i mindre lastebiler, når den sparte sjåførlønnen reduserer kostnadsfordelene ved store kjøretøy. Dette kan bidra til økt trafikk på veinettet. Den negative

effekten på fremkommeligheten på veinettet vil dog være begrenset av at langdistanse-trafikken med lastebil få steder utgjør en betraktelig del av den totale trafikken.

Førerløse lastebiler kan også gjøre batteribasert elektrifisering av godstransporten til en mer attraktiv løsning på klimautfordringen. Rekkevidde er den store barrieren for batteridrift i langdistanse godstransport, men kostnaden ved å stoppe for lading blir mindre når det ikke er en sjåfør som må vente under lading.

Automatisering skjer også i større eller mindre grad innenfor **fly-, tog- og sjøtransport** med tilhørende terminal- og logistikkjenester. Dette har potensiale for både driftskostnadsbesparelser og økt kapasitet av infrastrukturen. Men etterspørselseffekter vil ikke være på nær så radikale som for veitransporten, hvor fordelene for sjåføren og den prosentvise kostnadsbparelse ved å ta ut sjåføren har langt større betydning.

Delingsmobilitet

Delingsmobilitetsløsninger er i rask vekst, men andelen av samlet transportomfang er ennå begrenset. Tradisjonell utleie av bil eller sykkel kan under noen definisjoner også ses som delingsmobilitet. Det som er det avgjørende nye er at automatisert reservasjon, aktivering og betaling kan skje umiddelbart, overalt, for korte tidsrom, billig og raskt ved bruk av smartphone. Generelt har delingsmobilitetsløsninger også størst kommersielt potensial i byene av logistiske årsaker.

Noen av de nyeste konsepter er såkalte mikromobilitetskonsepter som (el-)sykkel og (el-)sparkesykkel, som også kan få en betydning for kollektivtrafikken i forhold til 'first/last-mile'-utfordringen. Delebilsordninger kan ses som et alternativ til privat bilhold eller bilnummer to, og kan gi økt mulighet for å bruke bil for de som ikke har råd til eller stort nok behov for å eie egen bil. Det er usikkert om stor utbredelse av debiler vil kunne gi en stor reduksjon av biltrafikken. Uansett vil en vesentlig effekt være mindre arealbehov for parkering, hvilket naturlig nok har størst betydning i byene, hvor plass er en veldig knapp faktor med høy verdi for byens liv. Parkeringsprising som avspeiler denne verdien kan derfor være et kostnadseffektivt virkemiddel for å fremme debiler og optimere utnyttelsen av byens arealer.

Automatisert delingsmobilitet

En vesentlig ulempe ved debiler i forhold til egen privatbil er at du oftest må gå et stykke til bilen. Dette løser dagens drosjer eller Uber/Lyft-konsepter for deg, da du kan bestille bilen dør-til-dør. I noen land, heriblant USA, har plattformbaserte konsepter som Uber og Lyft mer eller mindre utkonkurrert tradisjonelle drosjer, og forventer i fremtiden å basere seg på førerløse biler til det som populært kalles '*Robotaxis*'. Det vil gi en markant lavere kostnad hvis man kan spare sjåføren, og vil i de områdene hvor de blir utbredt potensielt ha vidtrekkende perspektiver for bilhold og bruk av kollektivtransport. Dagens plattformbaserte drosjekonsepter er stort sett bare vanlig i de største byene, og det er ennå uvisst i hvilke urbanitetsgrader Robotaxi-konsepter vil være kommersielt bærekraftige, da prisen vil være avgjørende for bruken av tjenestene. Men uansett kan det sammenfattende konkluderes med at:

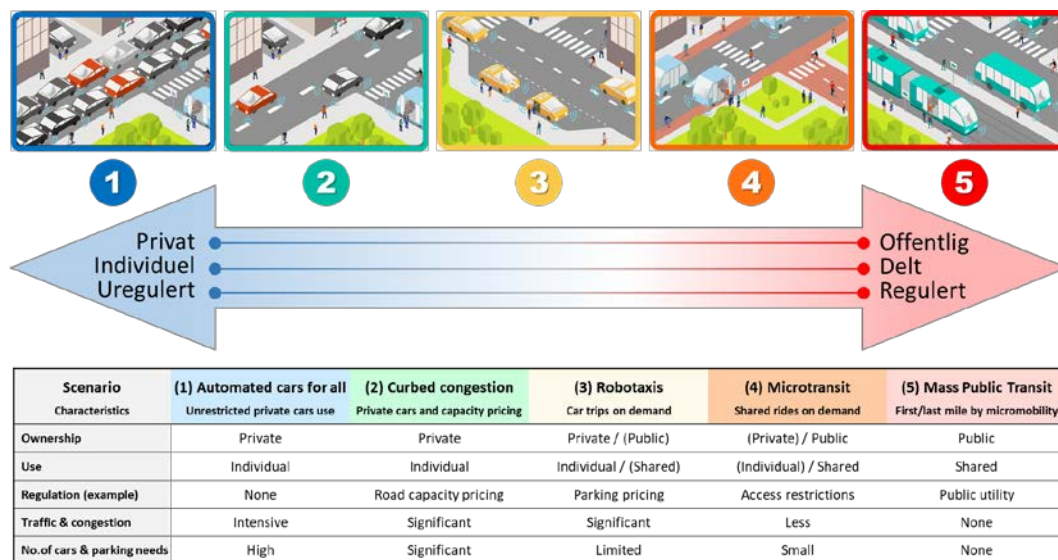
- robotaxier vil kunne gi store mobilitetsfordeler for personer som i dag ikke har mulighet for å bruke bil;
- robotaxier vil kunne gi en markant reduksjon i areal opptatt til parkering, noe som spesielt er en fordel i bysentrene;
- tomkjøring, omveikjøring, overflytting av kollektivbrukere og økt transport- etterspørsel vil gi markant økt bilkjøring, til et nivå som med trafikksystemets

nåværende kapasitet og uten ytterligere restriksjoner på bilbruk, vil gi trengsel og reisetidsforsinkelser på uholdbart nivå;

- insentiver til fremme av samkjørsel kan redusere trafikken vesentlig; men
- høyklasse kollektivløsninger i byens sentrale korridorer må antageligvis fortsatt ta en stor del av etterspørselen for at transportsystemet skal kunne håndtere det samlede transportbehovet i tett befolkede områder;
- samordning av robotaxier med kollektivtrafikken, som del av 'first/last-mile'-konseptet, vil antageligvis kunne forbedre og øke bruken av kollektivtrafikken i områdene rundt de større byene.

Scenarier for automatisering og delingsmobilitet i fremtidens veitransport

Figuren nedenfor gir et overblikk over scenarier for veitransportsystemet i en fremtid med elektrifiserte, førerløse kjøretøy og forskjellig vekt på delingsmobilitetsbaserte forretningskonsepter.



Scenariene utspenner tre forskjellige dimensjoner:

- Privat ↔ Offentlig
- Individuell ↔ Delt
- Uregulert ↔ Regulert

som i praksis ofte vil være korrelerte. De fem scenarier beskrives nedenfor i sin rene form, som bare gir et stilisert bilde av en mulig fremtid. Virkeligheten for et konkret område vil mer nøyaktig kunne beskrives med større eller mindre andeler fra hvert scenario:

1. *Automated Cars for All*. Når og hvis private biler blir førerløse, må vi forvente at de økte anvendelsesmuligheter vil gi vesentlig større transportetterspørsel med bil, som uten betydelig regulering av trafikken vil føre til meget stor trafikkvekst. Fordi tomme biler ikke har samme ulempe som passasjerene ved lav framkommelighet/kø, vil denne utvikling i bysentre og rundt de største byene resultere i et sterkt kapasitetspress og store framkommelighetsproblemer, som i praksis vil begrense mobiliteten i disse områdene. Utenfor de store byene og på lange turer mellom byene, hvor kapasitetsproblemene er mindre, vil de muligheter som førerløse biler tilbyr i høyere

grad kunne utnyttes til å gi store mobilitetsfordeler også for personer som i dag ikke har mulighet for å bruke bil.

2. *Curbed Congestion*. Dette scenariet kan ses som en aktiv regulatorisk reaksjon på de trafikale utfordringer som ubegrenset bruk av fullt automatiserte biler i det ovenstående scenario gir. Samhandlende intelligente transportsystemer vil gi bedre mulighet for introduksjon av dynamisk prising av veinettet på de steder og tidspunkter hvor trafikkomfanget gir kapasitetspress og nedsatt fremkommelighet. Med fokus på kapasitetsprising, kan det bli en kostnadseffektiv måte å begrense trafikken for å gi bedre mobilitet og et mer retferdig alternativ til dagens bompengesystem.
3. *Robotaxis*. Førerløse drosjer som bestilles online med mobiltelefonen når man trenger den. Høy utnyttelsesgrad og sparte sjåførkostnader kan bety at prisen på dette konseptet kan bli så lav at det blir et attraktivt alternativ til å ha egen bil, spesielt for de som bor i de store byene. Men det er langt fra sikkert at det vil gi mindre trafikk enn i de foregående scenarier. Derimot vil samme mobilitet kunne oppnås med en langt mindre flåte av biler og dermed (enda) mindre behov for parkeringsarealer i byene hvor plassen er trang.
4. *Microtransit*. Skal debiler og robotaxier gi mindre trafikk og trengsel, krever det flere personer i hver bil. Dette kan oppnås gjennom samkjøring, hvor vi deler turen med andre, som ikke nødvendigvis skal akkurat fra og til samme sted som oss selv. Det betyr også at vi må akseptere at turen kan ta litt lengre tid fordi vi kanskje skal kjøre en liten omvei. Til gjengeld blir vi flere om å dele prisen på turen. Men kanskje er denne besparelsen ikke nok til at vi velger å dele turen med andre. Kapasitetsprising på et nivå som merkbart reduserer trafikken, forsterker insitamentene til å utvikle og bruke samkjøringskonsepter, fordi prisen per person blir vesentlig lavere med flere i bilen. Utenfor byene og mellom byene kan delte, on-demand tjenester også fungere som et individualisert alternativ til den tradisjonelle kollektivtrafikken.
5. *Mass Public Transport*. Dette scenariet fokuserer først og fremst på de største byenes utfordringer med å sikre mobilitet og fremkommelighet. Her vil det, uansett automatisering, bli vanskelig å oppnå tilstrekkelig kapasitet alene med individualiserte løsninger, selv med samkjøring. For å oppfylle byens transportbehov vil de største byene derfor fortsatt trenge et høystandard rutebasert kollektivt transportnettverk. Full automatisering av både tog, T-bane, trikk og buss kan gi driftsmessige fordeler og lavere kostnader. Spesielt for buss (også mellom byene) kan det kostnadseffektivt gi muligheter for høy frekvens større deler av døgnet. I et rendyrket kollektivt scenario uten biler i byene, vil frigjøringen av arealer som ikke lenger trengs til transportformål gi stort potensiale for radikale endringer av byplanleggingen og byenes utforming. En del av visjonen for scenariet er forsterket oppkobling til knutepunktene gjennom 'Mobility-as-a-service'-løsninger. Disse integrerer nye app-baserte 'mikromobilitet'-konsepter som (el-drevne) sparkesykler og el-sykler som svar på 'First/last-mile' utfordringen for kollektivtrafikken, det vil si transport til og fra trafikknutepunktene i korridorene for høyfrekvente linjer med høy reisehastighet.

Som fremhevet innledningsvis er balansen mellom fordeler og ulemper ved de forskjellige transportformer (bil, buss, sykkel & gang, tog, fly og sjø) svært avhengig av graden av urbanitet og av turens lengde. Dette vil også gjelde i en fremtid med automatiserte kjøretøy og delingsmobilitet. Jo høyere sentralitet og befolkningstetthet, jo mer vil det være bruk for elementer fra scenariene på høyre side av figuren og omvendt.