

## Sammendrag

# Samfunnstrender og ny teknologi - Perspektiver for fremtidens transportsystem

TØI-rapport 1641/2018

Forfattere: Jørgen Aarbaug, Tale Ørving og Niels Buus Kristensen

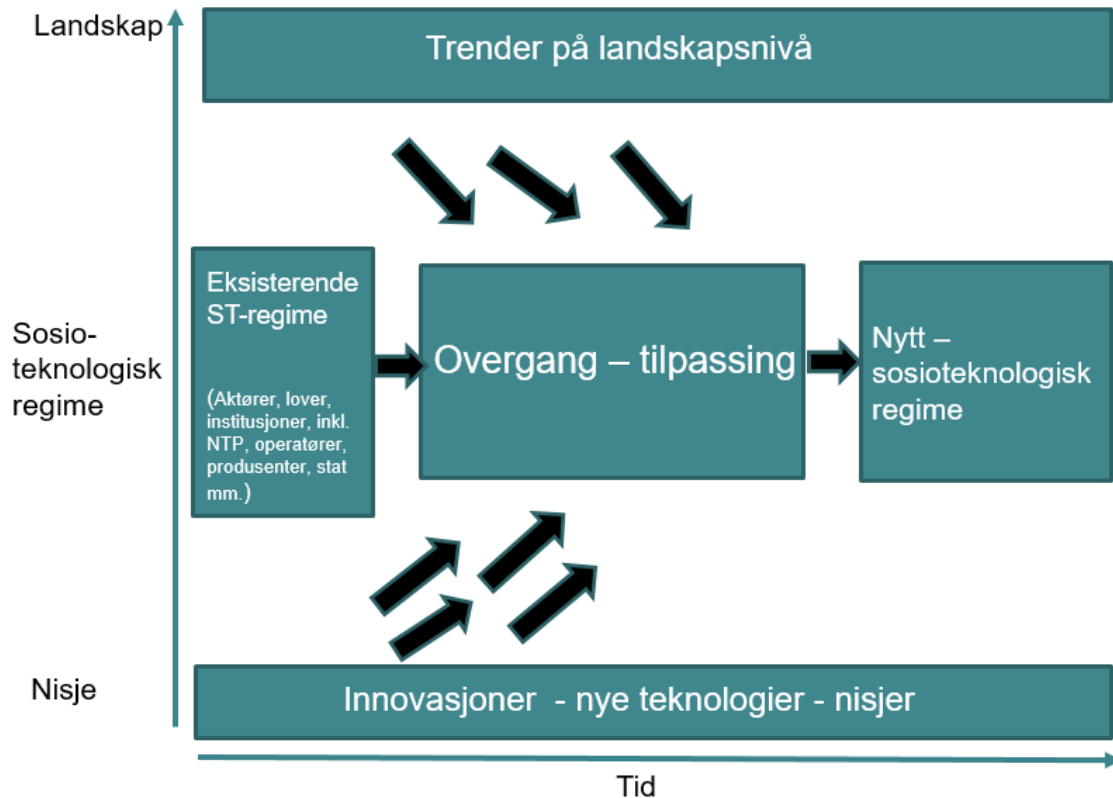
Oslo 2018 49 sider

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

## Bakgrunn for rapporten og metodisk tilnærming

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

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



Figur S.1 Flernivåperspektiv (MLP).

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

Utviklingsbanene vi benytter oss av er;

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

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

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

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

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

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

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

## Store trender (trender på landskapsnivå)

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

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

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

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

## Ny teknologi som påvirker samfunnet og transportsektoren

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

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

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

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

## Samvirke mellom trender og teknologi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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