



Trendovervåkning

Overvåkning av trender, drivkrefter og utviklingstrekk



Sammendrag

Denne rapporten er en kort oppsummering og drøfting av resultatene som er levert i prosjekt Trendovervåkning - Overvåkning av trender, drivkrefter og utviklingstrekk for 2020-2021.

Prosjektet har gjennom fire parallelle delprosjekter levert resultater som er med på å håndtere usikkerhet og supplere eksisterende arbeidsmetoder med ny kunnskap. I tillegg er det foreslått en metode for trendovervåkning.

To av delprosjektene har benyttet stordata og maskinlæring for å finne resultater som er med på å redusere høy usikkerhet. Det første delprosjektet har satt søkelys på å finne og behandle «tidlige tegn» til en trend eller holdning. Delprosjektet har levert resultater ved å samle inn store mengder data fra åpne kilder og testet disse opp mot kjente algoritmer for å vurdere om det er mulig å finne nye ukjente trender, deriblant «sorte svaner» eller «grå neshorn». I dette delprosjektet har det også være mulig å følge et sett trender over litt tid og vurdere holdninger folk har til denne i perioden. Det er samtidig vist at det er mulig å teste ut hypotetiske scenarier opp mot de reelle dataene for å se om et scenario er eller kan bli virkelighet.

Det andre delprosjektet tar inn «myke variabler» og kombinerer disse med data om reisevaner. Kjente data fra norsk reisevaneundersøkelse er satt sammen med holdningsvariabler fra en europeisk undersøkelse for å vurdere om dette kan gi ny innsikt som kan supplere dagens transportmodeller. Det er bekreftet at maskinlæringsmetode på disse dataene for et avgrenset geografisk område gir ny innsikt og bedre forklaringssevne for transportmiddelvalg enn tradisjonelle metoder. Samtlige av maskinlæringsmetodene for dette delprosjektet viser bedre forklaringssevne enn tradisjonelle logistisk regresjonsmetoder for det samme området.

For de to siste delprosjektene er det levert resultater for trender som er av mindre usikker karakter. I det tredje delprosjektet har det vært mulig å benytte trender som ble funnet i de to første delprosjektene, og sette disse inn i en systemmodell for å simulere utfall av resultater, og dermed øke tolkbarheten. Systemmodellen som er bygget opp for formålet gjenspeiler et makroperspektiv, og den inneholder mange faktorer som påvirker samfunnsutviklingen, for eksempel økonomisk utvikling, klima og miljø, generasjonspåvirkning, kollektivtransport, bilbruk og lignende. Beregningene som er utført viser hvilken påvirkning trenden «jobbe hjemmefra» gir på kollektivtransport i antall reiser og på byspredning i antall kilometer.

For det siste delprosjektet er trendovervåkning vurdert ved å teste ut et nettbasert verktøy for å samle åpen og ustrukturert informasjon. Verktøyet Wide Narrow gjør det mulig å lagre, bearbeide, analysere informasjon fra åpne kilder, samt samarbeide og dele innsikt med andre i form av rapporter, nettsider eller nyhetsbrev. Ved å overvåke nyheter, fagrapporter m.m. vil det være grunnlag for å analysere informasjonen over tid og identifisere trender og utviklingstrekk. Uttesting av verktøyet bekrefter at trendovervåkningsmetoden som er foreslått implementert vil fungere i praksis.

De fire delprosjektene har levert resultater på problemstillinger som tidligere ikke har vært testet ut i direktoratet. Noen av resultatene er unike og har gitt ny kunnskap, og i noen tilfeller kvantitative metoder for å håndtere usikkerhet. Metoden for trendovervåkning med bruk av Wide Narrow kan implementeres uten videre uttesting, men dersom den tas i bruk kan det medføre noen endringer i organisering og arbeidsprosess. For metodene og resultatene som er basert på store mengder data og maskinlæringsalgoritmer, bør disse verifiseres i løpet av 2022 ved å gjennomføre en case som viser egnetheten – før metodene kan anbefales å levere resultater på selvstendig grunnlag eller benyttes tverretatlig.

Utarbeidet av Jon Robert Dohmen og Natasa Zivkovic	Saksnummer 202000623
Godkjent av Anita Skauge	Dokumentnummer 1 av 1
Dato 22.02.2022	Versjon 02
Endringslogg: 01 - Levert styringsgruppen (januar 2022) 02 - Mindre endringer i tekst (februar 2022)	Tittel Trendovervåkning - Overvåkning av trender, drivkrefter og utviklingstrekk

Innhold

Sammendrag	2
Innhold	4
Innledning	5
Hvorfor trenger vi trendovervåkning i Jernbanedirektoratet?	5
Mål	6
Kompleks verden krever mer innsikt	6
Trendovervåkningsprosjektet – håndtering av usikkerhet gjennom fire parallelle løp	7
1 Stordata og maskinlæring – hvordan oppdage nye og ukjente trender	8
1.1 Hvordan avdekke trender som kan påvirke reisemønstre på mellomlang og lang sikt.....	8
1.2 Resultater fra analysemetoder for å avdekke trender.....	9
1.2.1 <i>Innsiktsfasen (trinn 1)</i>	9
1.2.2 <i>Fordypningsfasen – validering (trinn 2)</i>	11
1.3 Scenariotesting: Hvordan kan identifiserte trender brukes til scenariotesting? (trinn 3).....	13
1.4 Resultater fra senariotesting og analyse	14
2 Stordata og maskinlæring – drivere bak holdninger og reiseatferd	16
2.1 RVU data og holdninger - analysert og visualisert med maskinlæring.....	17
2.2 Maskinlæring egner seg godt til å evaluere markedsandeler.....	19
3 Systemdynamikk – teste ut og forstå konsekvensen av samspillet mellom kjente trender	20
3.1 Hvordan få bedre innsikt og forstå samspillet mellom ulike trender?.....	20
3.2 Scenariotesting: hvordan kan hjemmekontor og byspredning påvirke etterspørsel etter arbeidsrelaterte reiser	22
4 Kontinuerlig og systematisk overvåking av informasjon og trender med Wide Narrow	27
4.1 Hvordan øke produktiviteten med Wide Narrow.....	27
4.2 Organisering og resultater fra pilotarbeidet.....	27
4.3 Erfaringer med og nytte av bruk av Wide Narrow	28
5 Metode for kontinuerlig og systematisk trendovervåkning	30
5.1 Hvorfor bruke stordata og maskinlæring i Jernbanedirektoratet?.....	31
5.2 På sporet av en overordnet metode for trendovervåkning og -analyse	32
5.3 Grunnlag for videreutvikling av nye prosesser og metoder.....	33
6 Viktigste funn og gevinster i prosjektet	34
6.1 Oppsummering av resultater for hvert delprosjekt.....	34
6.1.1 <i>Noen fremhevede erfaringer med maskinlæringsalgoritmer</i>	36
6.2 Gevinster	37
6.3 Drøfting av muligheter	39
6.3.1 <i>Overordnede føringer og lavt hengende frukter</i>	39
6.3.2 <i>Hvor står prosjektet akkurat nå?</i>	41
6.3.3 <i>Risikovurdering</i>	42
Vedlegg 1 – Trendovervåkningsprosess implementert med bruk av Wide Narrow	44
Vedlegg 2 – Modell for systemdynamikk	45

Innledning

Å forutsi utvikling på lang sikt er krevende fordi kompleksiteten og endringshastigheten øker betydelig innenfor teknologi- og samfunnsutviklingen i dag. Hvordan kan vi lage gode beslutningsgrunnlag som ivaretar økende grad av usikkerhet? Hvordan sørge for at strategiene fører til målet om mest mulig jernbane for pengene? For å kunne svare på dette og andre spørsmål er det behov for å overvåke trender og vurdere deres betydning for transportsystemet i et langsiktig perspektiv.

Transportsektoren bruker i stor grad tradisjonelle framskrivningsmetoder som er bygd på statistisk analyse av empiriske data. Når dette anvendes i praksis blir observerte trender i fortiden forlenget inni fremtiden, selv om det er ingenting som tilsier at situasjonen frem i tid blir lik tilstanden i observasjonsperioden. Det er ofte nye og ukjente hendelser og prosesser som ikke kommer klart frem via forklaringsvariablene i empirisk baserte modeller som kan forårsake trendbrudd¹. Usikkerhet er forsøkt redusert ved hjelp av statistiske metoder. Likevel er det usikkerheter som ikke håndteres eksplisitt og som det ofte heller ikke tas høyde for i bruken av resultatene. På slike områder er det en fordel å supplere med metoder som håndterer usikkerheter bedre, men det pekes på et behov for videre utprøving for å finne fram til best mulig samspill mellom metodene².

Arbeid med trender og usikkerhet i Jernbanedirektoratet i dag er fragmentert og usystematisk. Dette gjelder både innsamling, analyse og forståelse av nyheter og trender som kan påvirke utviklingen av jernbanen og transportsektoren. Innsikt kjøpes ofte fra konsulenter til ulike formål, uten at denne nødvendigvis blir drøftet med, eller formidlet til, resten av organisasjonen eller sektoren. Tolkning og analyse av mulige trender, som mulig vil påvirke flere fagområder, blir oppstykket. Det oppstår ofte dobbeltarbeid i grunnlagsmateriale for utredninger fordi informasjonsinnsamling og grunnleggende forståelse av trender startes på nytt for hvert prosjekt eller utredning. Dette kan skyldes at organisasjonen mangler *felles verktøy, metode og aktiviteter* som sikrer at dette kan gjøres helhetlig.

Ettersom trender utvikler seg i faser, vil grad av usikkerhet og hvilken retning en trend vil gå avhenge av hvor «moden» en trend er. Når modenheten er lav, er usikkerheten størst. Det betyr at overvåking av trender krever ulike tilnærminger. Trendovervåkningsprosjektet har derfor hatt som formål å teste metoder både for å overvåke de *mer sikre og de mer usikre* trendene, og på bakgrunn av dette foreslå en helhetlig prosess for trendovervåking i Jernbanedirektoratet.

Prosjektet skal ikke erstatte eksisterende metodikk for transportmodeller eller langsiktig utvikling. Målet er å supplere eksisterende metoder med arbeidsprosesser, og verktøy som kan innsikt i trender og drivkrefter som kan påvirke jernbanetransport spesielt, men også transport og mobilitet generelt.

Hvorfor trenger vi trendovervåking i Jernbanedirektoratet?

Jernbanedirektoratets samfunnsoppdrag er å oppnå overordnede mål om en effektiv, sikker og miljøvennlig jernbanesektor. Jernbanedirektoratet skal ivareta den strategiske, helhetlige og overordnede koordineringen og planleggingen av jernbanesektoren, og skal legge samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderinger til grunn for sin virksomhet. Som fagorgan har Jernbanedirektoratet et ansvar for å «... sikre et godt faglig grunnlag for utvikling av jernbanens rolle i transportsystemet gjennom utredninger, analyser og utvikling av strategier i tidlig utrednings- og planfase». Det vil være vesentlig at Jernbanedirektoratet innehar en kjernekompetanse som sikrer en god faglig oppfølging i henhold til målene som er satt i Nasjonal transportplan (NTP), og ha god faglig kompetanse som til enhver tid er nødvendige for kunne gi gode faglige råd til departementet og andre aktører i sektoren.

Ettersom utviklingen av jernbanen er preget av lange linjer, og skjer innenfor økonomiske, demografiske-, og teknologiske rammebetingelser som er i endring, er det nødvendig å kontinuerlig overvåke hva som potensielt kan påvirke transportetterspørselen og dermed den videre utviklingen av jernbanen. Denne innsikten kan bidra til et mer robust beslutningsgrunnlag, slik at det kan gjøres gode avveininger mellom hva som er «godt nok», og «hva som må til» for at anbefalingene er robuste over tid og har størst mulig samfunnsøkonomisk nytte.

¹ Tore Sager (2017), Fremsynsmetoder, Concept rapport nr. 53

² Statens vegvesen og Jernbaneverket, Metode 21 (2015)

Jernbanedirektoratet trenger derfor en helhetlig prosess for innsamling og analyse av trender og drivkrefter for å kunne:

- bygge et enhetlige kunnskapsgrunnlag og få felles forståelse av utviklingstrekkene i samfunnet
- å sikre bedre betraktninger om usikkerhet og konsekvenser i et langt tidsperspektiv, gjerne utover NTP-perioden.

Mål

Hovedmålet med prosjektet er å teste metoder for overvåking av både sikre og usikre trender og foreslå en helhetlig prosess for trendovervåking for å håndtere usikkerhet i langsiktig planlegging.

Resultatmål

Presentere et løsningsforslag som inneholder *metoder og verktøy* for trendovervåking, samt bidra til *ny innsikt og kunnskap* som gir forbedret faglig grunnlag for NTP og andre utredninger.

- Etablere verktøy og metode som sikrer fleksibilitet og som øker felles forståelse av trender og drivkrefter.
- Supplere dagens framskrivninger med metoder og analyser som bedre ivaretar håndtering av usikkerhet i et langsiktig perspektiv.
- Identifisere og teste egnede metoder for å samle inn og formidle resultater fra overvåking av informasjon og trender.

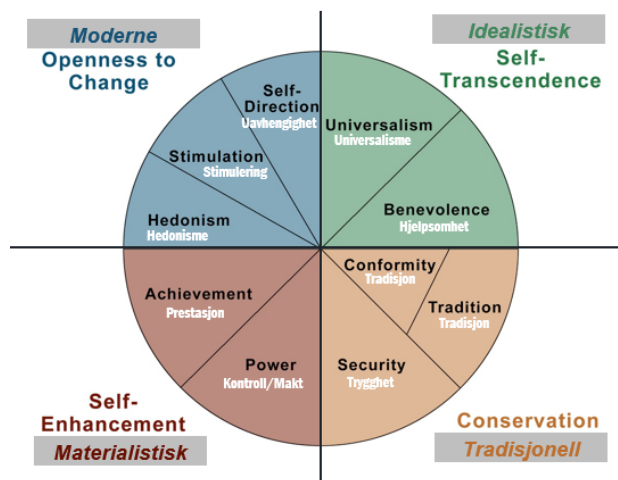
Kompleks verden krever mer innsikt

Å undersøke trender er ikke nytt, men med økende grad av kompleksitet er det viktig å forstå hvordan interaksjonen mellom trender kan føre til megatrender eller til mer uventede scenarier. I tillegg kan nye datakilder gi bedre innsikt i trender, selv om trendene er kjent fra før. For eksempel google analyse kan vise turer med ulike transportmidler på et mer detaljert nivå enn tradisjonelle reisevaneundersøkelser.

Det er potensielt mange trender som kan påvirke transportetterspørselen. Derfor er det viktig å forsøke å finne de som har størst potensial for å endre reisemønstrene. For å gjøre dette har prosjektet testet ulike metoder for å analysere tilgjengelig informasjon i stordata. Det er brukt maskinlæring og algoritmer til å se etter mønstre og trender, forklare endringer i atferd, preferanser eller holdninger, samt sette verdier på variabler som senere kan brukes i mer tradisjonelle etterspørselsmodeller.

Hvorfor bruke maskinlæring og kunstig intelligens? Bruk av maskinlæring og kunstig intelligens muliggjør gjennomgang og analyse av store datamengder, og kan oppdage sammenhenger og mønstre som kanskje ikke er så åpenbare. Selv om maskinlæring tas i bruk til å se etter mønstre og trender vil det være nødvendig med menneskelig innblanding for å analysere resultatene i riktig kontekst for å kunne gi bedre og mer robuste beslutningsgrunnlag.

Holdninger og verdier («human value score») gir ny innsikt i reiseatferd. En arbeidshypotese har vært at våre holdninger og verdier er med på å påvirke våre transportmiddelvalg. Med økende grad av digitalisering i samfunnet og bruk av sosiale medier får vi større tilgang på data som kan inneholde verdifull informasjon om hvordan holdninger og verdier påvirkes og endres over tid. I litteraturen blir holdninger og verdier delt inn i fire kategorier som vist i figur 1. Disse dataene blir kartlagt og oppdatert gjennom European Social Survey - en årlig samfunnsvitenskapelig undersøkelse som kartlegger holdninger, tro og adferdsmønstre til befolkningen i Europa. Resultater fra disse har eksistert i flere tiår, men først nå forsøker prosjektet å kombinere disse med mer tradisjonelle metoder for å se om informasjonen kan berike vår forståelse av hva som påvirker transportetterspørsel i tillegg til de «harde» komponentene som frekvens, reisetid og reiselengde.



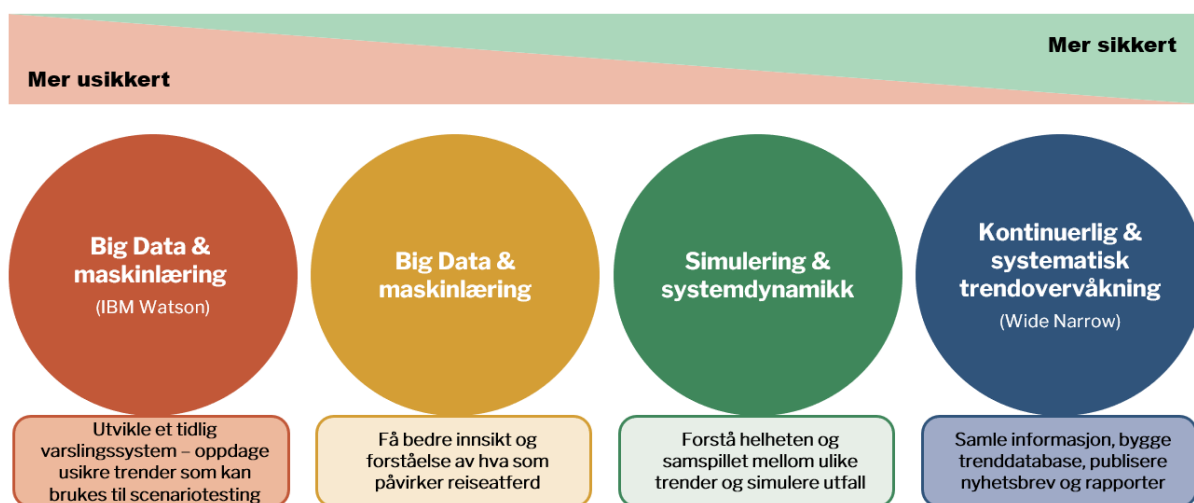
Figur 1 Kategorisering av holdninger og verdier, Schwartz Theory of Basic Values, Schwartz, S. H. (2012)

Hvorfor bruke åpne data fra sosiale medier? Sosiale medier spiller en stadig viktigere rolle i å forme holdninger og verdier. Resultater fra tidligere faser av dette prosjektet viser at «influensers» har større påvirkningskraft enn foreldre og familie. Derfor kan informasjon som deles i sosiale medier gi en bedre innsikt og forståelse av hva folk er opptatt av og hvilke behov de har også for transport og mobilitet. Dette kan være et viktig supplement til RVU- dataene, som ikke nødvendigvis gir en balansert representasjon av samfunnet. I tillegg er data fra åpne kilder levert på standardformater som gjør analyser enklere å gjennomføre og kombinere med andre data.

Siden holdninger og meninger endres raskere på sosiale medier er søk etter tidlige tegn på trendutvikling i disse dataene av særlig betydning for dette prosjektet.

Trendovervåkningsprosjektet – håndtering av usikkerhet gjennom fire parallelle løp

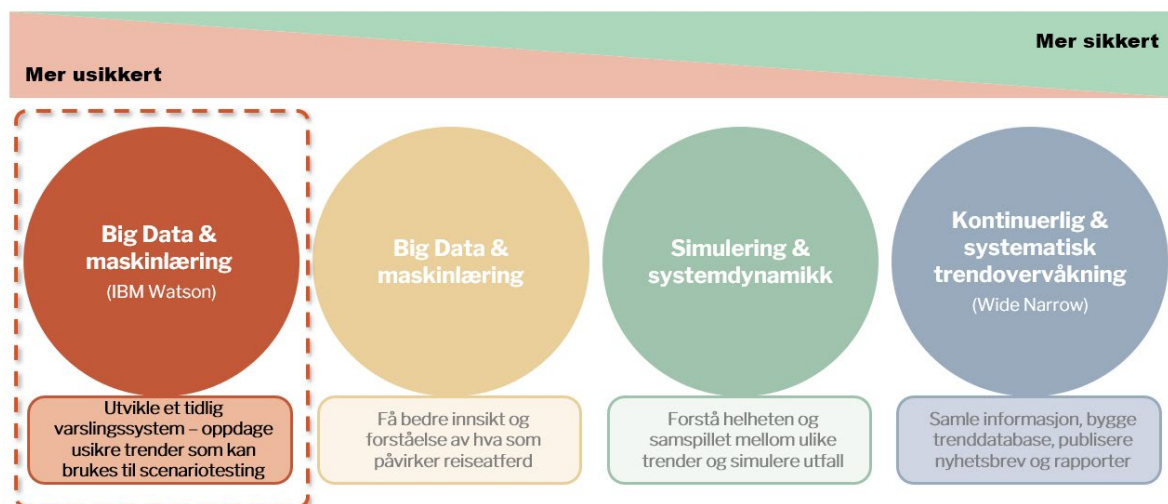
Det er gjennomført fire parallelle løp med ulike innretninger som dekker ulik grad av usikkerhet. I hvert av løpene er det derfor benyttet forskjellige verktøy, metoder og tilnærminger for å løse oppgavene og ivareta usikkerhetsgraden. Denne rapporten beskriver metoder og resultater brukt i alle løpene.



Figur 2 Fire parallelle løp skalert fra høy til lav grad av usikkerhet. Oppgaver med størst grad av usikkerhet er illustrert til venstre og oppgaver med mindre grad av usikkerhet til høyre.

1 Stordata og maskinlæring – hvordan oppdage nye og ukjente trender

Å utvikle et tidlig varslingsystem vil si å identifisere trender som ellers er vanskelig å forutse, og som kan ha store konsekvenser³. I jernbanesektoren gjøres det investeringer i bygging, drift og vedlikehold av infrastruktur med lang levetid, hvor det er viktig å sikre at løsninger som blir valgt er bærekraftige og robuste, selv om verden rundt er i endring.



Figur 3 Tilnærming 1: Hvordan bruke stordata og maskinlæring til å oppdage nye og ukjente trender og teste ulike scenarioer

I dette prosjektet ble det forsøkt å utvikle et tidlig varslingsystem for å undersøke hvordan hjemmekontor kan påvirke reisemønstre og transportetterspørsel på mellomlang og lang sikt. Det er grunn til å tro at noen av endringene som fulgte med innføringen av hjemmekontor under pandemien er permanente. Siden pendlerreiser er en stor del av kollektivreiser, vil fortsatt bruk av hjemmekontor ha innvirkning på reisemønstre og reiseatferd, men omfanget er fremdeles ukjent. Derfor vurderes hjemmekontor å være en god kandidat for videre utredning og validering av et tidlig varslingsystem.

Det ble laget fire scenarioer basert på antagelser om hvordan arbeidslivet kan organiseres og hvilke konsekvenser dette vil ha for transportetterspørselen. Scenariene er basert på kvalifisert gjetting og vurdering gitt den situasjonen samfunnet er i nå. Data fra åpne kilder, i dette tilfellet Twitter, ble brukt til å se etter trender og tidlige tegn som kan kaste lys over hvilket scenario som mest sannsynlig kan inntreffe.

1.1 Hvordan avdekke trender som kan påvirke reisemønstre på mellomlang og lang sikt

For å avdekke trender er det brukt tre analysemetoder. Disse både bygger på hverandre og supplerer hverandre. Figur 4 illustrerer hvordan disse er brukt og hvordan resultatene fra hver av dem henger sammen.

«**Emnemodellering**» (eng. topic modeling): brukes til å kategorisere store datamengder ved hjelp av statistiske beregninger. I dette prosjektet ble Latent Dirichlet Allocation (LDA)⁴ modell brukt. Denne modellen kan brukes på ulike typer datasett, finner mønstre raskt og kan brukes til å representere og visualisere resultatene.

³ Sorte svaner

⁴ [Latent Dirichlet allocation](#) (Wikipedia)

«**Holdningsanalyser**» (eng. sentiment analysis): brukes til å kategorisere positivt, negativt eller nøytralt innhold i tekst. Det er en god måte å forstå holdninger rundt et bestemt emne på, selv om algoritmene ikke alltid fanger opp ironi eller nyanser. I dette prosjektet er det ikke bare selve holdningen til et emne som er i fokus, men holdningsendringer over tid som kan kaste lys over hendelser som kan være av betydning.

«**Watson Discovery**» (benytter nyheter fra Watson Discovery News): er en AI-drevet intelligent søke- og tekstanalyseplattform. I dette prosjektet brukes denne til å både validere forekomsten av emnene som blir identifisert, og supplere resultater med skreddersydde spørringer og egne holdningsanalyser.

I første omgang rendyrkes data fra Twitter og kategoriseres ved hjelp av emnemodellering og holdninger til disse identifiseres og analyseres. Deretter brukes Watson Discovery til å validere disse ved å analysere forekomsten av identifiserte kategorier i egne dokumenter. Ved behov gjøres det nye og mer skreddersydde holdningsanalyser. Til slutt kombineres og analyseres resultatene og testes opp mot definerte scenarier. Modellene er tilpasset jernbanesektoren og Norge ved å særskilt fokusere på innhold som handler om transport og jernbane. I tillegg kan Watson Discovery geolokalisere data, slik at det er mulig å avgrense dataene geografisk.



Figur 4 Metoder og prosess for å avdekke nye trender.

1.2 Resultater fra analysemetoder for å avdekke trender

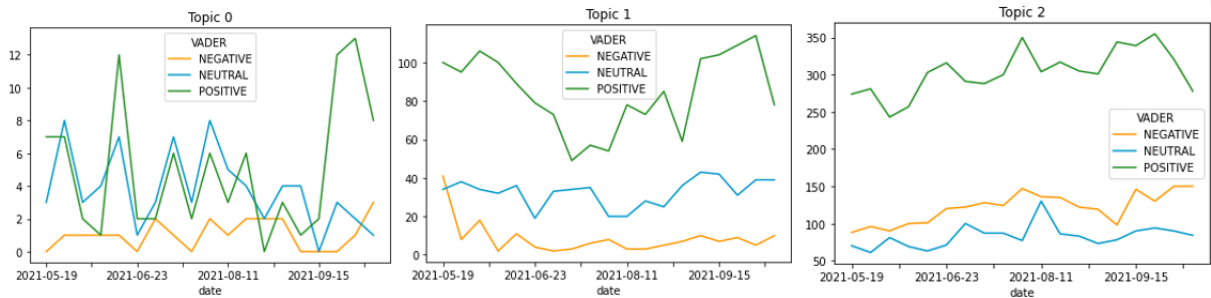
1.2.1 Innsiktsfasen (trinn 1)

Ca. 26000 Twitter-meldinger ble gjennomgått, analysert og kategorisert ved bruk av emnemodellering. Figur 5 viser resultatene fra denne og gir innsikt i hvilke 14 tema det ble snakket mest om i analyseperioden. Tema i denne sammenhengen er ikke et enkelt tema, men grupperinger av ord som algoritmen har identifisert til å høre sammen.



Figur 5 Resultater fra emnemodellering. Grupperinger av ord som algoritmen mener hører sammen.

Ved å gå inn på hvert enkelt tema er det mulig å se holdninger til disse, figur 6. Dette kan fremstilles grafisk, noe som gir mulighet til å analysere holdningsendringer til et tema over tid, og hvorvidt den utvikler seg i positiv eller negativ retning. Drastiske økninger eller fall er av særlig interesse.



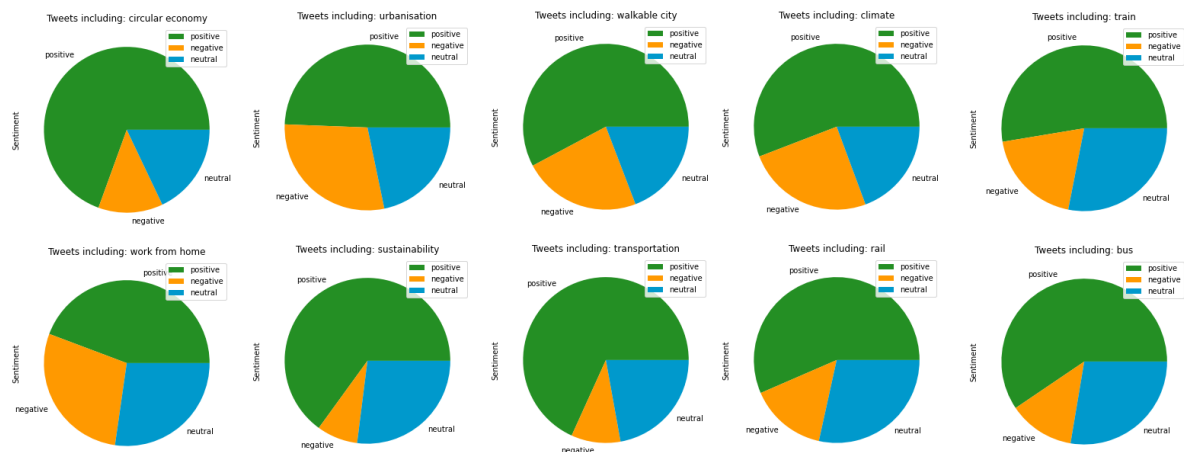
Figur 6 Holdningsanalyse over tid for de tre første temaene kategorisert ved hjelp av emnemodellering.

I tillegg er det mulig å se topp 10 emojis for hvert tema og avdekke nye ord og uttrykk som beskriver transport. Eksempler på dette er vist i figur 7. Dette kan gi dypere innsikt ved å bruke dette til å identifisere brudd og nye begreper som brukes til å beskrive transportrelaterte tema. Hvor det er identifisert brudd er det mulig å spore tilbake til de Twitter-meldingene som kan gi best forståelse av endringen og hva som kan ha forårsaket det.



Figur 7 Eksempler på topp10 emojiene (venstre) og ordskyer med nye ord og uttrykk (høyre)

Som en del av innsiktsfasen ble det gjennomført supplerende holdningsanalyser av andre tema og emner enn de som ble identifisert ved hjelp av emnemodellering. Gjennomsnittlig holdning til disse er vist i figur 8 og holdningsendringen over tid for de samme temaene og emnene er vist i figur 9.



Figur 8 Resultater fra supplerende holdningsanalyser. Gjennomsnittlig holdning til et spesifikke tema og emner.



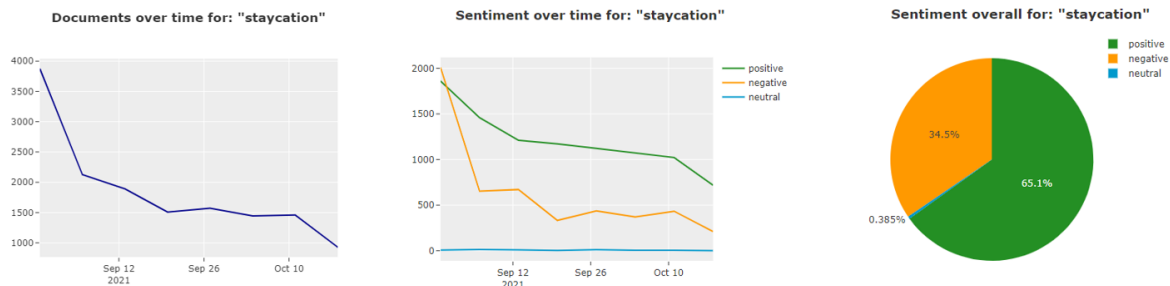
Figur 9 Resultater fra supplerende holdningsanalyser. Utvikling av holdningen til spesifikke tema og emner over tid.

1.2.2 Fordypningsfasen – validering (trinn 2)

Etter at alle relevante temaene ble kategorisert og holdninger til disse identifisert ble Watson Discovery brukt til å undersøke utbredelsen av disse. I dette prosjektet ble det gjennomgått 31 000 000 dokumenter for å validere og stadfeste hvorvidt disse er utbredt ellers i annen litteratur og nyhetssaker, eller om dette bare er noe som det snakkes om på Twitter. Her presenteres resultater for to av identifiserte temaene «staycation⁵» og «working from home».

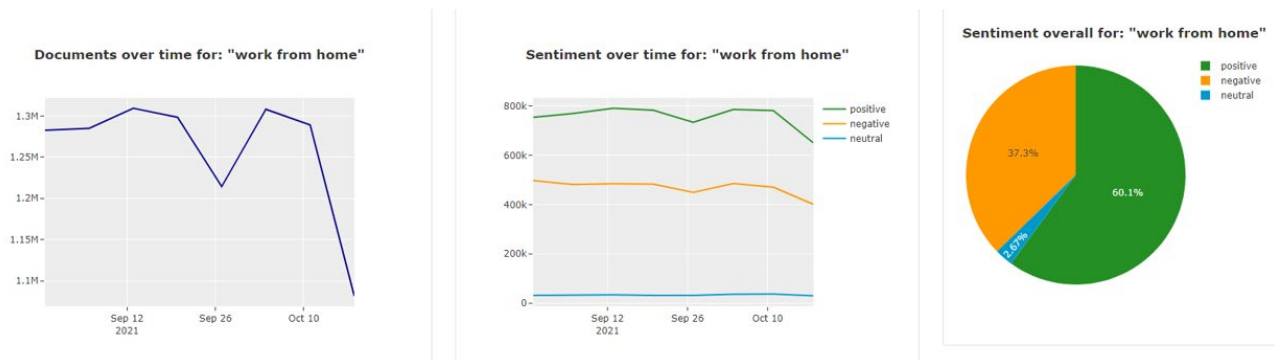
Figur 10 viser at over en periode på 8 uker har «staycation» blitt snakket mye om i starten, men etter noen uker begynt å falle drastisk. Holdningen til dette er stort sett positiv, men også den har begynt å utvikle seg i negativ retning etter en kort periode. Dette kan tyde på utvikling av en ny trend hvor flere ferierer i eget land. Videre dokumentanalyser viser at dette ikke er noe langvarig trend, men noe som kan henge sammen med andre forhold som for eksempel pandemiens reiserestriksjoner som endres i takt med smittesituasjonen i ulike land.

⁵ Feriere i eget land



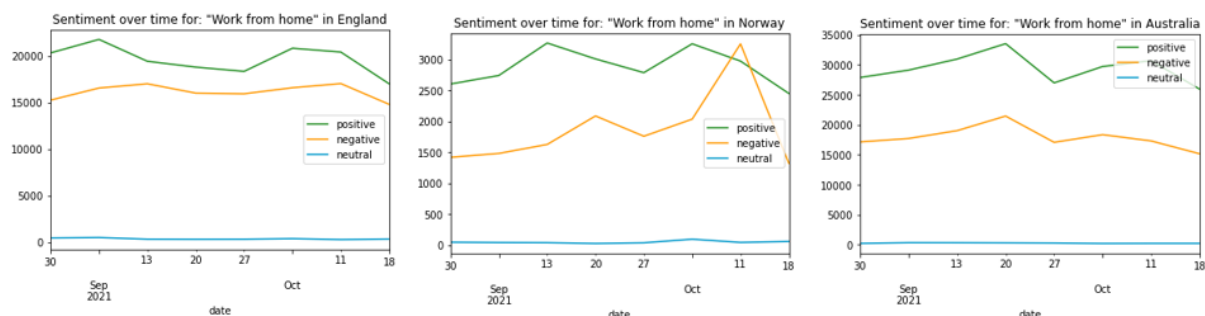
Figur 10 Resultater fra Watson Discovery-spørringen i en analyseperiode på 8 uker. Grafen til venstre i figuren viser utbredelsen av «staycation» i over 31 000 000 dokumenter. Grafen i midten viser holdningen til emnet over tid og kakediagrammet viser gjennomsnittlig holdning til «staycation» i analyseperioden.

Tilsvarende spørring for «working from home» (hjemmekontor) i figur 11 viser en gjennomsnittlig positiv holdning til hjemmekontor i analyseperioden, som har vært nokså stabil over tid. Av dokumentetsøk fremkommer det et drastisk fall i omtalen av denne i nyheter og diverse dokumenter mot slutten av analyseperioden. Dette kan skyldes at det ble praktisert mindre hjemmekontor og folk begynte å vende tilbake til arbeidsplassene sine.



Figur 11 Resultater fra Watson Discovery-spørringen om «work from home» (hjemmekontor).

Ved å benytte geolokaliseringsfunksjonen i Watson viser figur 12 hvordan holdningen til hjemmekontor har utviklet seg i analyseperioden mellom ulike land. Dette er nyttig for å kunne se hvordan potensielle trender utvikler seg i andre land.



Figur 12 Holdninger til hjemmekontor over tid i ulike land.

1.3 Scenariotesting: Hvordan kan identifiserte trender brukes til scenariotesting? (trinn 3)

Basert på den nåværende organisering av arbeidslivet og bruk av hjemmekontor er følgende scenarier definert som hypoteser:

- A. **Tilbake til normalen 1:** Innen 1 til 3 år vil reisemønstrene være på 2019-nivå
- B. **Tilbake til normalen 2:** Innen 3-10 år vil reisemønstrene være på 2019-nivå.
- C. **Ny normal 1** – hybridløsning, hvor det jobbes 2-3 dager på kontoret eller fra et kontorfellesskap i nærheten av hjemmet.
- D. **Ny normal 2** - det jobbes hovedsakelig hjemmefra. En ekstrem versjon av scenario C.

Det er laget noen utvidede antagelser om hypotesene: Hvordan vil etterspørselen etter pendlerreiser med kollektivtrafikk utvikle seg i hvert scenario? Se figur 13. Disse hypotesene er ikke beregnet, fordi hensikten er å teste om det er mulig å identifisere hvilket scenario som mest sannsynlig vil inntreffe, og ikke lage mest sannsynlige scenarier.

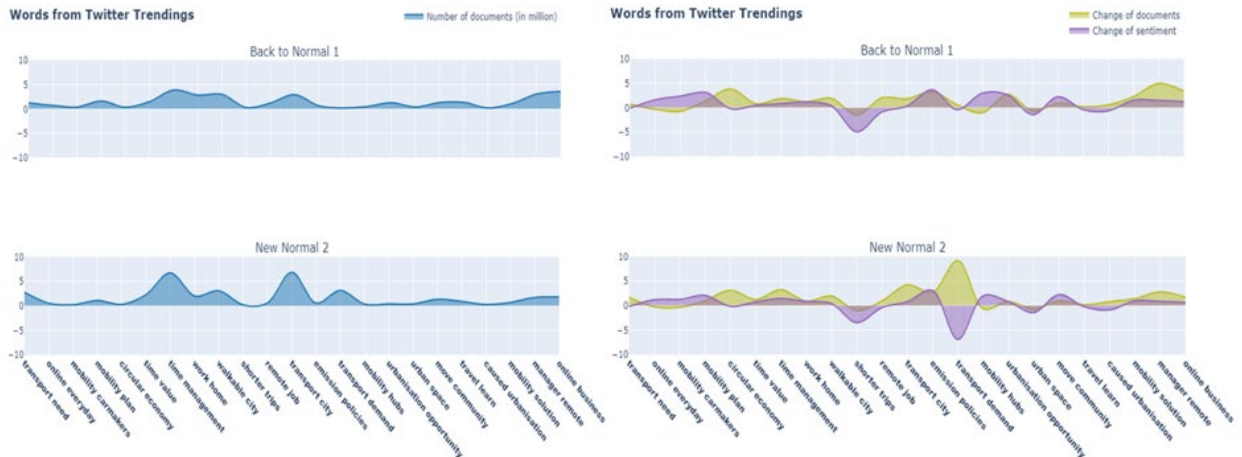
Scenario	Description	Trips	Short term:1-3yrs	Medium term: 1-10yr	Long term (10 yrs plus)
A. Back to normal 1	In this scenario travel returns to the normal upward trend in the short term and then car usage reduces in the long term.	Public transport	↑	↑	↑
		Work by car	↑	⚡	↓
		Private by car	↑	⚡	⚡
B. Back to normal 2	In this scenario the return takes longer and drags on to the medium term before the public transportation returns and car usage persists	Public transport	⚡	↑	↑
		Work by car	↑	↑	⚡
		Private by car	↑	↑	⚡
C. New Normal 1	In this scenario a new normal is formed where public transport does not return to normal and reduces in the long term	Public transport	⚡	⚡	↓
		Work by car	↑	↑	↑
		Private by car	↑	↑	↑
D. New Normal 2	This scenarios is a more extreme version of the new normal 1 where attitude changes are permanent and there is no return to public transportation	Public transport	⚡	↓	↓
		Work by car	↑	↑	↑
		Private by car	↑	↑	↑

Figur 13 Scenarioer og hvordan hjemmekontor vil påvirke transportetterspørselen. Offentlig transport inkluderer både arbeids- og fritidsreiser.

Scenariotesting og analyse består av nye tekstanalyser og beregninger som gjøres ved hjelp av IBM Watsons algoritmer. Scenarioene som skal testes er i utgangspunktet statiske, og ved å koble de sammen med identifiserte «trender⁶» blir scenarioene supplert med nye egenskaper som kan endre de etter hvert som verdiene i trendene endres. Verdiene til trendene beregnes ved å kombinere resultater fra holdningsanalyser og dokumentanalyser. Scenarioene, trendene og resultatene fra ulike beregninger og tekstanalyser sammenstilles og visualiseres grafisk. Dette brukes som grunnlag for videre analyse og tolkning. Eksempel på den grafiske fremstillingen er vist i figur 14, og inneholder følgende informasjon:

- Emneord/trender som skal analyseres
- Totalt antall dokumenter som inneholder disse trendene
- Prosentvis endring i antall dokumenter i en analyseperiode på 8 uker
- Holdningsendringer til trendene i en analyseperiode på 8 uker

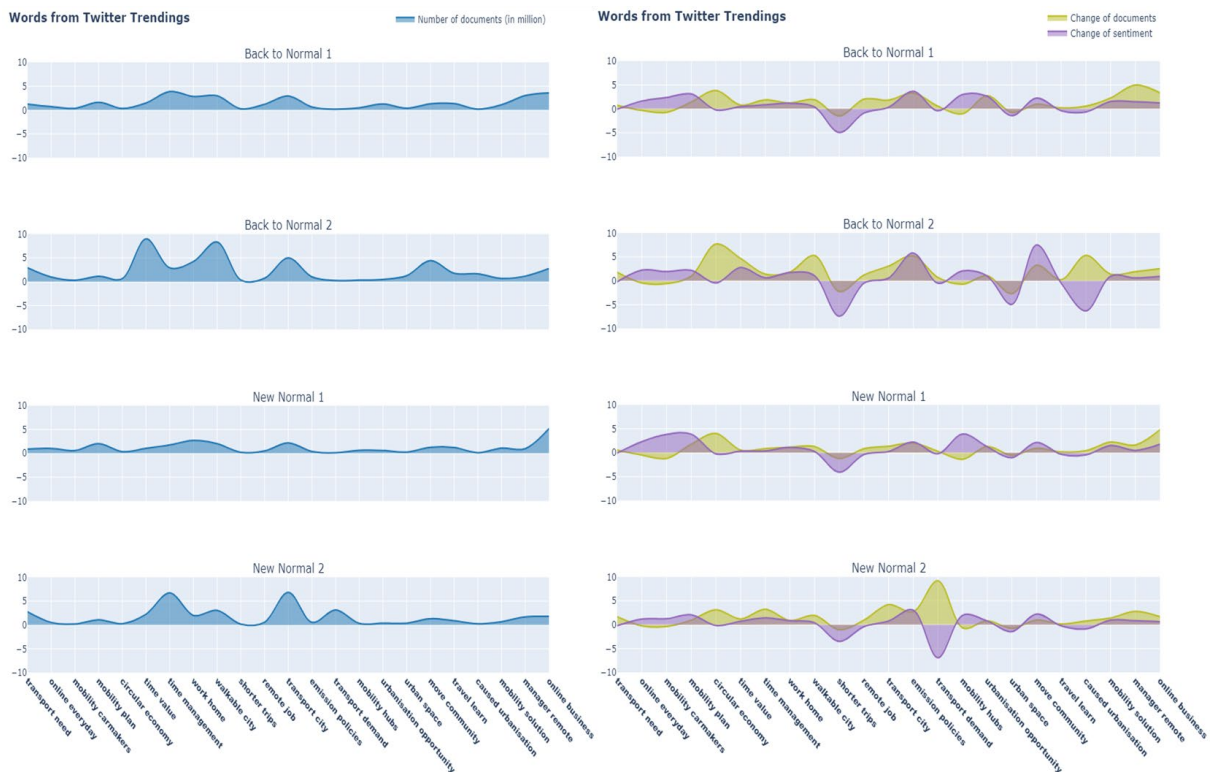
⁶ Trend er i denne sammenheng brukes om det identifiserte temaet fra emnemodellering og andre transportrelaterte ord som ønskes undersøkt nærmere.



Figur 14 Grafisk fremstilling av scenarier som grunnlag for videre analyse. Her vises beregningene for de trendene som ble identifisert i innsiktsfasen (emnemodellering).

1.4 Resultater fra senariotesting og analyse

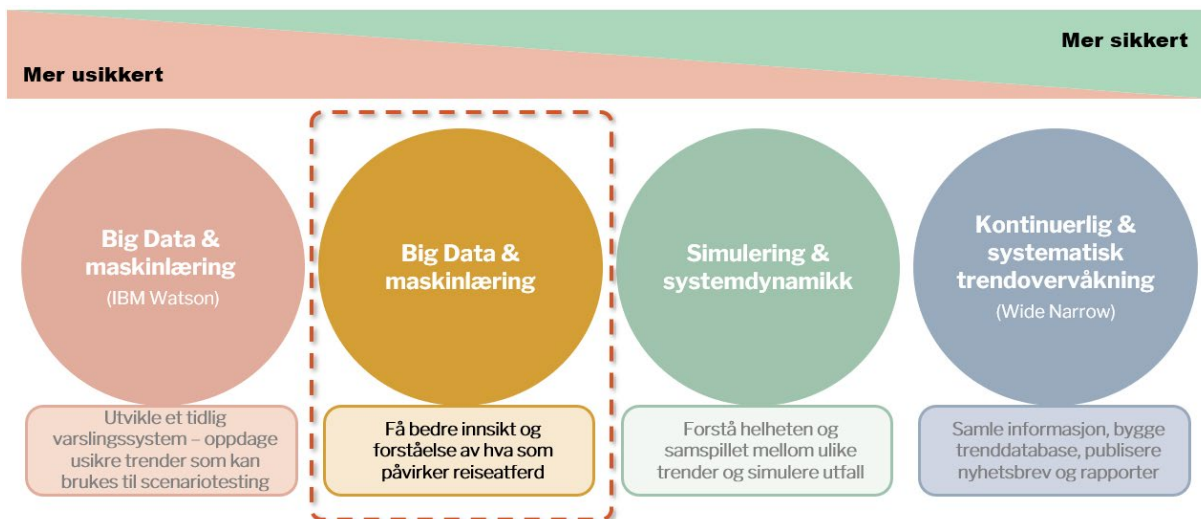
Selve analysen består av å se hvilke trender som er hoveddriveren for et scenario kombinert med forholdet mellom holdningsendringen og endringen i antall dokumenter trenden nevnes i. De samme trendene kan dukke opp i flere scenarier, men en del av tekstanalysene og beregningene er å fordele forekomsten av trendene i henhold til relevansen de har for hvert scenario. Som vist i grafen til venstre i figur 15 er "transport demand" vist i alle scenarier, men dominerer mest i scenario «ny normal 2», se utslaget på kurvene.



Figur 15 Scenariovisualisering. På venstre side vises forekomsten av trendene fra dokumentetsøkene relevante for hvert scenario. Grafen til høyre viser endringen i antall dokumenter som inneholder trendene og holdningsendringen til disse i samme tidsperiode.

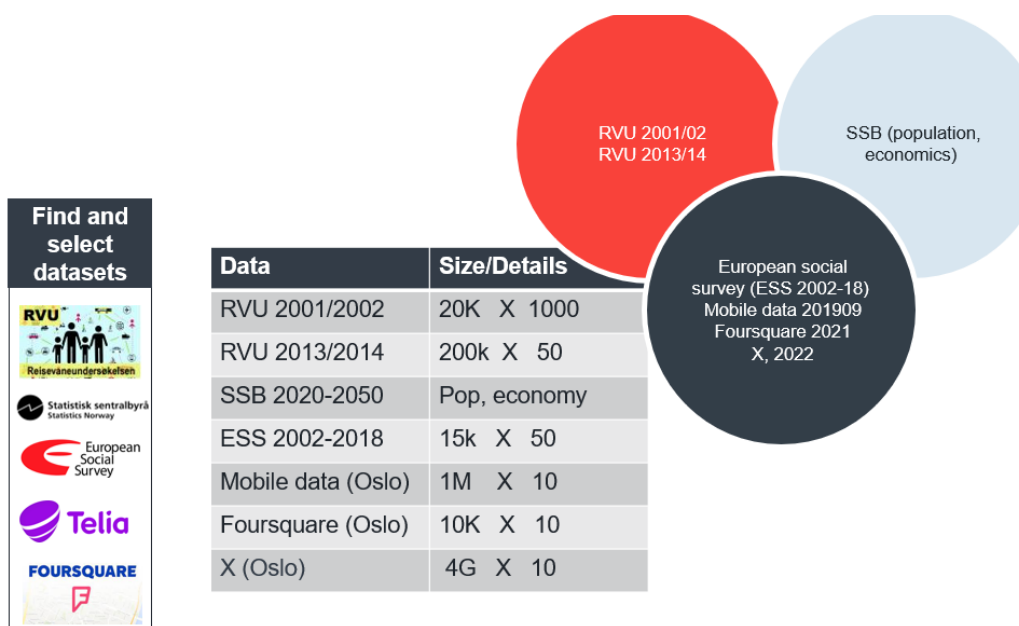
2 Stordata og maskinlæring – drivere bak holdninger og reiseatferd

Selv om det ikke er full konsensus i faglitteraturen knyttet til hvordan sosial påvirkning og holdninger gir utslag i reiseatferd har prosjektet brukt dette som utgangspunkt for en arbeidshypotese om at våre holdninger og verdier er med på å påvirke våre transportmiddelvalg.



Figur 17 Tilnærming 2: Hvordan bruke stordata og maskinlæring til å få bedre innsikt og forståelse av drivere bak reiseatferd.

Siden tradisjonelle transportmodeller ikke fullt ut klarer å undersøke sammenhenger mellom verdier, holdninger, sosioøkonomiske forhold og reisemiddelvalg forsøker prosjektet å teste dette ut ved å ta i bruk maskinlæringsmodeller. Disse ble brukt til å analysere en kombinasjon av bla. RVU-data, sosioøkonomiske data fra European Sosial Survey. Figur 18 viser alle data som ble brukt og kombinert, samt hvor store mengder data som har blitt analysert.



Figur 18 Oversikt over datakilder brukt til å få mer innsikt i reiseatferd.

Ved å ta i bruk maskinlæring til å analysere store datamengder har prosjektet forsøkt å håndtere usikkerhet på en annen og bedre måte enn tradisjonelle transportmodeller. Tidlige forsøk på å verifisere om dette er realistisk viser at de dårligste resultatene fra denne tilnærmingen er bedre enn de beste resultatene fra tradisjonelle transportmodeller. Grafene i figur 19 illustrerer grad av nøyaktighet og presisjon til tradisjonelle transportmodeller (logistisk regresjonsmodeller) sammenlignet med maskinlæringsmodellen Random Forest algoritme⁷. Den blå grafen representerer den tradisjonelle metoden og den lilla grafen er Random Forest algoritmen som ble valgt for videre analyse i prosjektet.



Figur 19 Sammenligning av tradisjonell regresjonsmodell og Random Forest algoritmen som ble valgt for videre analyse i prosjektet.

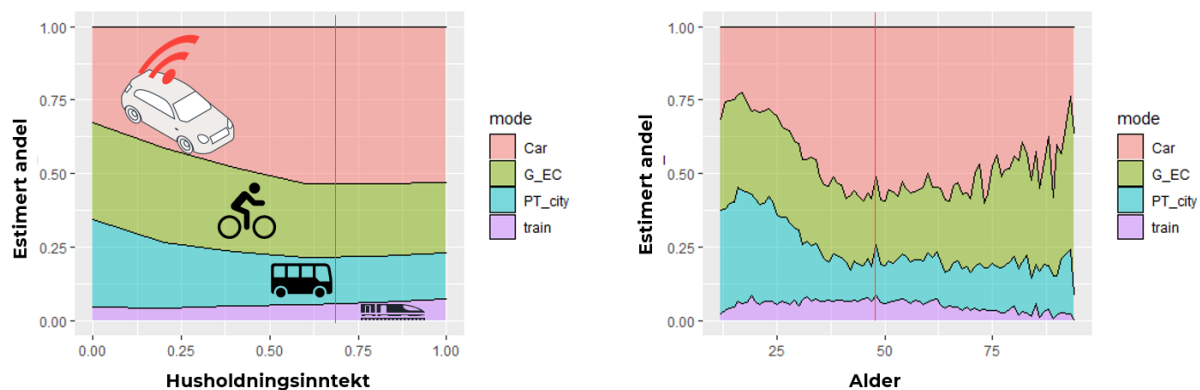
Maskinlæring ble i dette prosjektet brukt til å bekrefte at maskinlæringsmodeller kan gi tilsvarende resultater som konvensjonelle analyser av RVU-data, og vise at modellene også kan kombinere disse med data om holdninger og verdier (Human Value Score - HMS) for å gi bedre innsikt i hva som påvirker reiseatferd.

2.1 RVU data og holdninger - analysert og visualisert med maskinlæring

Figur 20 viser resultatene fra RVU-analysen, hvor maskinlæring ble brukt og illustrerer transportmiddelvalget fordelt etter kjønn og alder. I tillegg viser figuren framskrivning av foretrukket transportmiddel. Den vertikale linjer viser nullpunktet for analysen som er 2014.

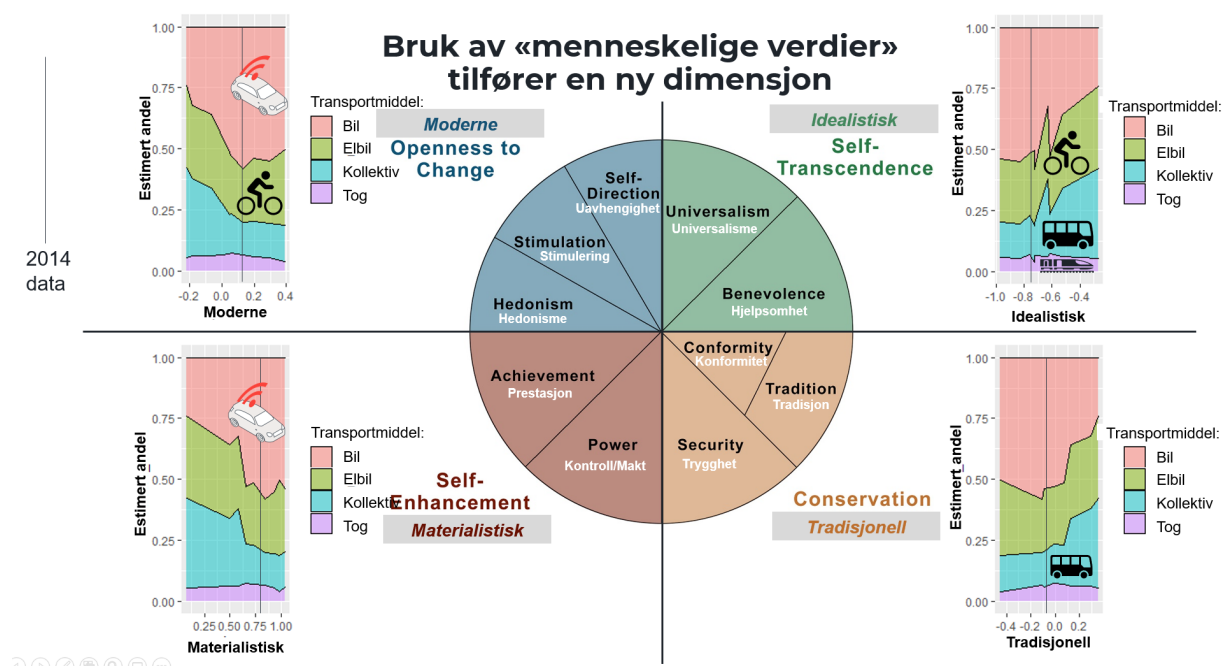
Analyse av RVU-data med konvensjonelle metoder krever at det gjøres enkle antagelser om dataene ved at de segmenteres eller grupperes. Dette kan gi noen begrensninger i analysen. Den store fordelen med maskinlæring er at modellene som brukes kan behandle store datamengder og dermed eliminerer behovet for antagelser eller segmenteringer i forkant. Hele datasett kan kjøres i en analyse og resultatene kan visualiseres på samme måte som ved konvensjonelle metoder.

⁷ Random Forest: maskinlæringsteknikk som brukes til å løse regresjons- og klassifiseringsproblemer for å gi resultater på komplekse problemer.



Figur 20 Resultat av dataanalyse ved bruk av maskinlæring. Bedre innsikt uten antagelser eller segmenteringer. Den røde streken indikerer nullpunktet (2014-data)

I tillegg til å analysere og framskrive RVU-data i seg selv ble maskinlæring brukt til å analyse data om grunnleggende menneskelige verdier som endrer seg sakte over tid og så kombinere disse med RVU-dataene. Fordelen med å benytte data fra ESS er at de allerede samlet inn, er åpne og har god kvalitet. Figur 21 viser hvordan resultatene fra en slik analysekombinasjon kan illustreres. Dette gir en ny type innsikt både i hvordan holdninger og verdier påvirker transportmiddelvalgene, men også si noe om fremtidig transportmiddelfordeling. For eksempel individer som er mer opptatt av fellesskapet og velvilje velger sykkel og kollektiv, mens individer som er individorienterte er mer tilbøyelige for å velge bilen.



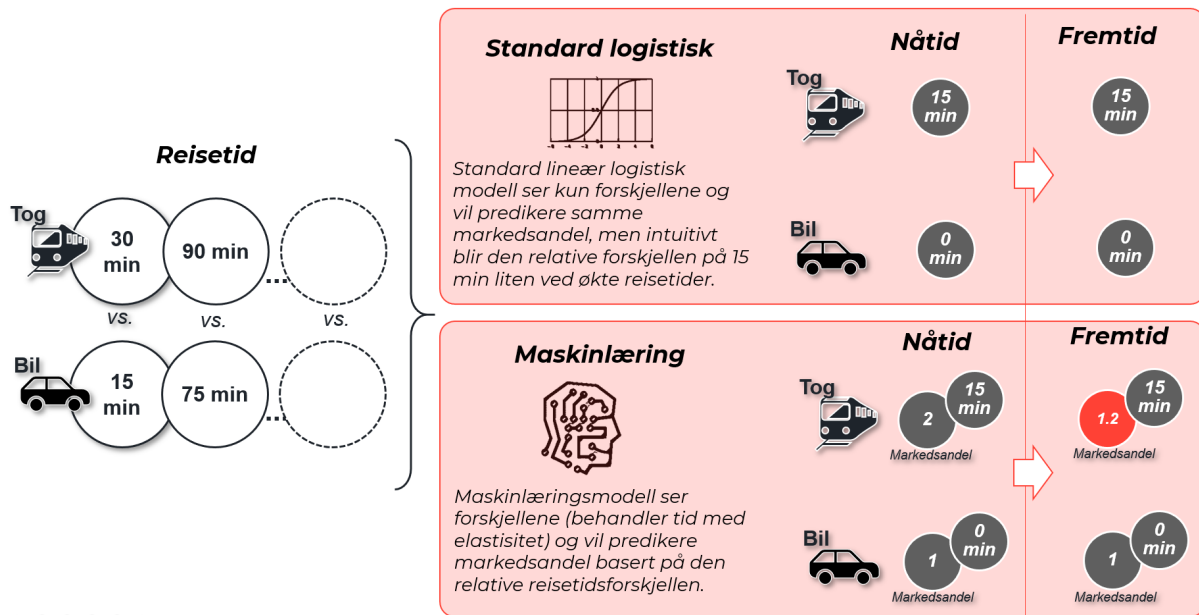
Figur 21 Analyse av RVU-data og data om holdninger og verdier (ESS-data).

Prosjektet har også identifisert at det er en klar sammenheng mellom inntekt, transportmiddelvalg og holdninger på de korte reisene. Lavere inntektsgrupper reiser kollektivt fordi det er billig og ikke nødvendigvis fordi de er miljøbevisste. Når inntekten øker, gir det også flere valgmuligheter og holdninger f r større betydning for valg av transportmiddel. Derfor vurderes lavinntektsgrupper til å være mest tilbøyelig til å endre reiseadferd dersom inntekten øker.

Valg av transportmiddel på de lange reisene påvirkes mer av sosioøkonomiske forhold enn av holdninger. Bilen dominerer på de lange reisene, og bilhold sammen med husholdningsstørrelse har størst betydning for valg av transportmiddel. Kjønn og utdanning har henholdsvis liten og middels betydning.

2.2 Maskinlæring egner seg godt til å evaluere markedsandeler

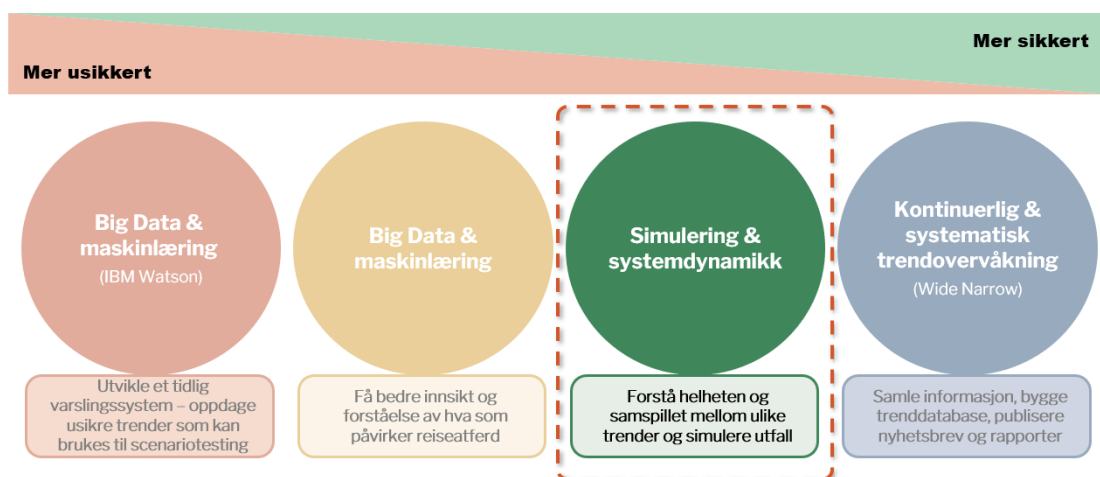
En typisk standard lineær logistisk regresjonsmodell ser kun forskjellene i tidsulikheter, og vil predikere samme markedsandel, men intuitivt blir 15 min reisetidsforskjell liten når reisetiden øker mye for eksempel til flere timer. En maskinlæringsmodell derimot, ser de relative forskjellene og vil predikere markedsandel basert på den relative reisetidsforskjellen, det vil si at maskinlæringsalgoritmene behandler tid med elasticitet. Markedsandelene blir derfor mer korrekt beregnet. Av figur 22 ser vi at beregning med maskinlæring gir toget *større* markedsandel enn ved bruk av standard logistisk regresjon.



Figur 22 Maskinlæringsmetoder egner seg godt til å evaluere markedsandeler fordi den behandler tiden med elasticitet.

3 Systemdynamikk – teste ut og forstå konsekvensen av samspillet mellom kjente trender

Å undersøke trender er ikke nytt, men med økende grad av kompleksitet er det også viktig å forstå hvordan interaksjonen mellom trender kan føre til megatrender eller til mer uventede scenarier. Til å forstå sammenhenger mellom ulike trender ble systemdynamikk benyttet. Systemdynamikk er matematiske modeller som brukes for å få bedre forståelse av komplekse systemer, hvor resultatene vises som grafer med en tidsakse. Selv om disse modellene har eksistert i mange tiår, er det først de senere årene at den har blitt anvendt som metode for å håndtere usikkerhet i transportplanleggingssammenheng.

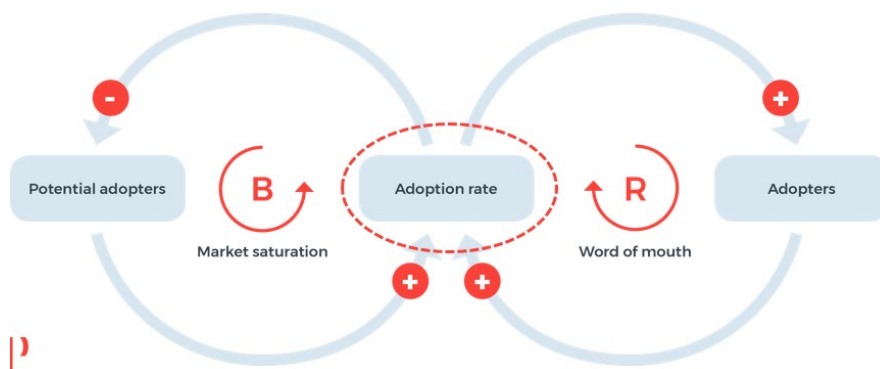


Figur 23 Tilnærming 3: Hvordan forstå helheten og samspillet mellom ulike trender?

3.1 Hvordan få bedre innsikt og forstå samspillet mellom ulike trender?

Modellene for systemdynamikk er basert på et kausaldiagram som viser årsakssammenhenger, eller hvordan «alt henger sammen med alt». Før modellen kan lages er det nødvendig å skissere hvordan relevante komponenter kan tenkes å henge sammen. Komponentene kobles så sammen, og forholdet mellom de illustreres med positivt og negativt fortegn alt ettersom om de drar i samme retning eller i motsatt retning. Modellen kvantifiseres med statistiske metoder, partiell derivasjon, markedsundersøkelser og/eller ekspertuttalelser, og resultatene visualiseres som grafer over en valgt tidsperiode. Grafisk fremstilling muliggjør analyse av eventuelle knekkpunkter og endringer i relasjoner som kan analyseres ytterligere.

Hvordan systemmodeller fungerer er illustrert i figur 24, hvor tilpasningshastigheten for ny teknologi undersøkes – i dette tilfellet elektriske biler.



Figur 24 enkel fremstilling av hvordan to av komponentene i modellen påvirker hverandre

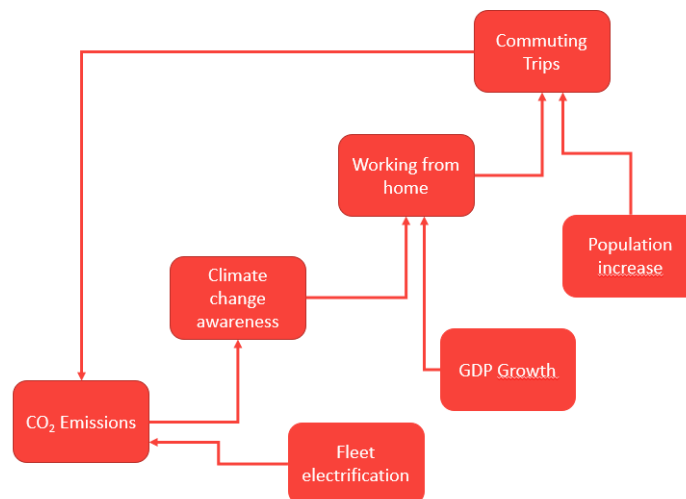
Den positive forsterkningen (R) til høyre indikerer at høy eksponering for elektriske biler fører til større sannsynlighet for å kjøpe elektrisk bil. Den negative forsterkningen (B) til venstre indikerer markedsmetning og avtagende etterspørsel etter hvert som flere går over til elektriske biler. Siden andre komponenter spiller inn, som for eksempel el-bil fordeler og miljøhensyn, vil de positive og negative forsterkningene fortsette å virke samtidig, men variere i styrke over tid. Tiltak som er ment å påvirke et spesifikt målområde i realiteten påvirker et komplekst system som krever nærmere undersøkelser både med tanke på å forstå uforutsette konsekvenser tiltakene kan ha, samt forholdet mellom ulike drivkrefter.

Fordelen med systemdynamikk er at andre potensielle komponenter kan overvåkes og inkluderes i modellen etter hvert som de får betydning for systemet som undersøkes. Dersom organisasjonen får økt innsikt og forståelse av problemstillinger eller temaer kan komponentene i modellen detaljeres for å øke treffsikkerheten på simuleringene. Endring i en komponent fører til at en simulering bør analyseres på nytt. I simuleringen blir verdiene fra alle komponentene i systemet oppdatert for hver analysekjøring.

I tillegg til å forstå sammenhenger mellom trender og drivkrefter, kan systemdynamikk brukes til scenariotesting, og som supplement til andre modeller og metoder – for eksempel direktoratets Trenklinmodell og elastisitetsberegninger.

I dette prosjektet er systemdynamikk brukt for å undersøke hvordan «hjemmekontor» og «byspredning» kan påvirke etterspørsel etter arbeidsrelaterte reiser på lang sikt ved å teste ulike scenarier.

Først ble komponenter med størst effekt valgt ut. Arbeidsrelaterte reiser deles inn i bilreiser, kollektivreiser og andre metoder, og i dette prosjektet er særlig effekten på kollektivreiser av interesse. Valgte komponenter er vist i figur 25. Andre komponenter har vært testet, men grunnet begrenset effekt ble de holdt utenfor.



Figur 25 Komponenter brukt i modellen.

Figuren viser også hvordan komponentene i modellen blir påvirket og påvirker, både direkte og indirekte av hverandre. Arbeidsrelaterte reiser blir for eksempel direkte påvirket av antall personer som velger å jobbe hjemmefra – helt eller delvis, over en lengre periode. Dette blir igjen påvirket av miljøbevissthet hos den enkelte ansatte. Miljøbevissthet blir i sin tur påvirket av utslippsnivå, forutsatt at høye utslippsnivåer fører til mer mediedekning og på den måten mer bevisstgjøring rundt valg av transportmiddel. Størrelsen på utslipp henger direkte sammen med antall arbeidsrelaterte reiser som foretas med bil.

3.2 Scenariotesting: hvordan kan hjemmekontor og byspredning påvirke etterspørsel etter arbeidsrelaterte reiser

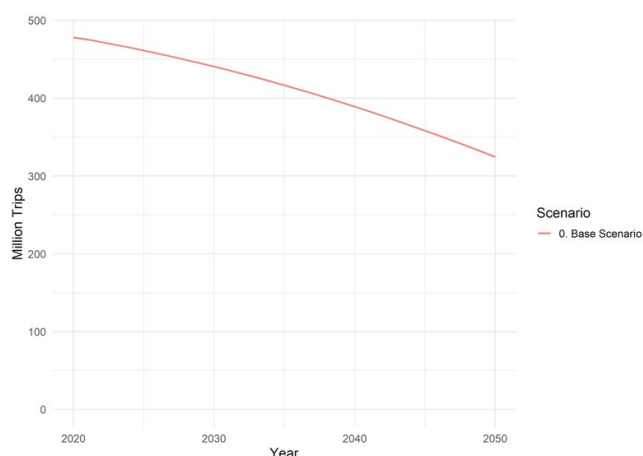
Med bakgrunn i valgte komponenter ble fire scenarier definert, i tillegg til et referansealternativ.

<i>Scenario</i>	<i>Beskrivelse</i>
Scenario 0	<u>Referansealternativ:</u> standardverdier for alle komponenter/trender basert på informasjon fra Jernbanedirektoratet, datakilder og annen tilgjengelig kunnskap
Scenario 1	<u>Hjemmekontor (dagens nivå):</u> å jobbe hjemmefra fortsetter på nåværende post-covid nivå
Scenario 1B	<u>Hjemmekontor (økt bruk):</u> å jobbe hjemmefra blir en sterkere trend med årene
Scenario 2	<u>Byspredning (dagens nivå):</u> byspredning fortsetter med dagens hastighet
Scenario 2B	<u>Byspredning (raskere):</u> byspredning intensiveres med årene

I disse scenariene utforskes effektene av endringer i ulike komponenter isolert sett og kombinert. Formålet er å fremstille resultatene grafisk slik at det er mulig å se knekkpunkter og endringer i relasjoner.

Resultatene og konklusjonene fra disse scenariene kan avvike, eller til og med motsi andre modeller. Dette fordi modellen i mange tilfeller ikke bruker de samme komponentene og effektene som tradisjonelle transportmodeller bruker. I tillegg reflekterer modellen brukt i dette prosjektet en gjennomsnittssituasjon for hele Norge, og skiller ikke mellom lokale og regionale effekter. Disse kan modelleres i regionspesifikke modeller.

Scenario 0 er referansesituasjonen som forutsetter at arbeidsrelaterte reiser med kollektivtransport vil reduseres. Dette er en effekt av bruk av hjemmekontor og at kollektivtransport vurderes som mindre attraktivt sammenlignet med bil. Ettersom bilflåten i større grad blir elektrifisert medfører dette en kostnadsreduksjon per kilometer, noe som gjør bilen til et enda mer attraktivt alternativ. Byspredning er ikke aktivert i dette scenariet, mens hjemmekontor er på nivå med situasjonen slik det var før pandemien i 2020. (5 % jobber fulltid og 20% jobber delvis hjemmefra).

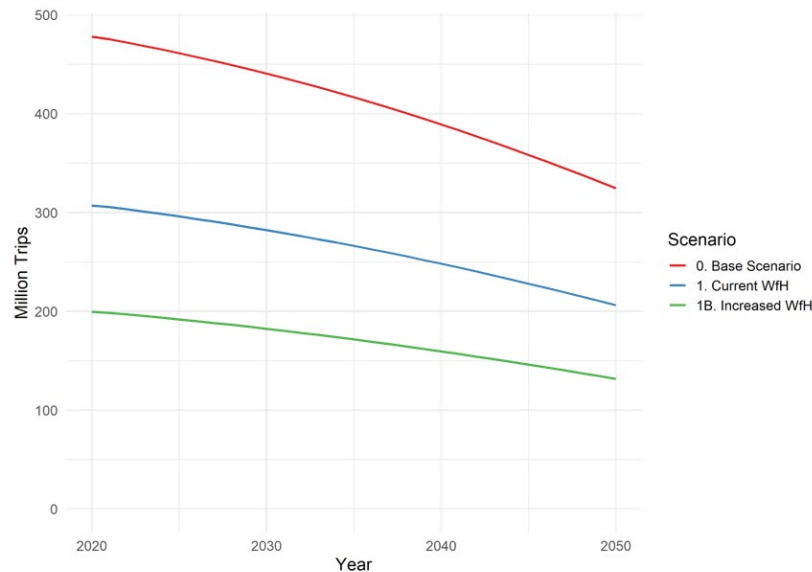


Figur 26 Scenario 0 – referansealternativ. Grafen viser framskrivning av antall reiser med kollektivtransport frem mot 2050. Kollektivtransport inkluderer all offentlig transport, ikke bare reiser med jernbane.

Scenario 1 Hjemmekontor (dagens nivå): I dette scenarioet er det flere som jobber hjemmefra, noe som reduserer antall arbeidsrelaterte reiser med kollektivtransport ytterligere.

Scenario 1B (økt bruk av hjemmekontor): I dette scenariet gjøres det en antagelse om at omtrent 60% jobber delvis hjemmefra også etter pandemien.

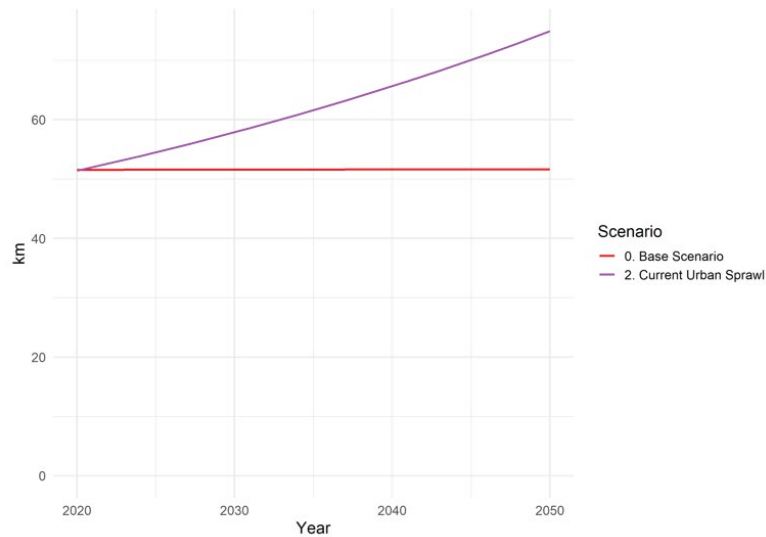
En sammenligning av disse scenariene viser et konvergerende mønster, det vil si at kurvene starter med en større forskjell, men nærmer seg etter hvert samme punkt mot slutten av analyseperioden. Dette er fordi effekten av hjemmekontor overskygges av andre effekter som har større betydning for valg reisemiddel, for eksempel bilens attraktivitet. Økt miljøbevissthet fører også til økt bruk av hjemmekontor i scenario 0 og 1, noe som gjør den relative forskjellen mellom scenariene mindre.



Figur 27 Scenario 0, 1 og 1B. Grafene viser framskrivning av antall reiser med kollektivtransport fram mot 2050

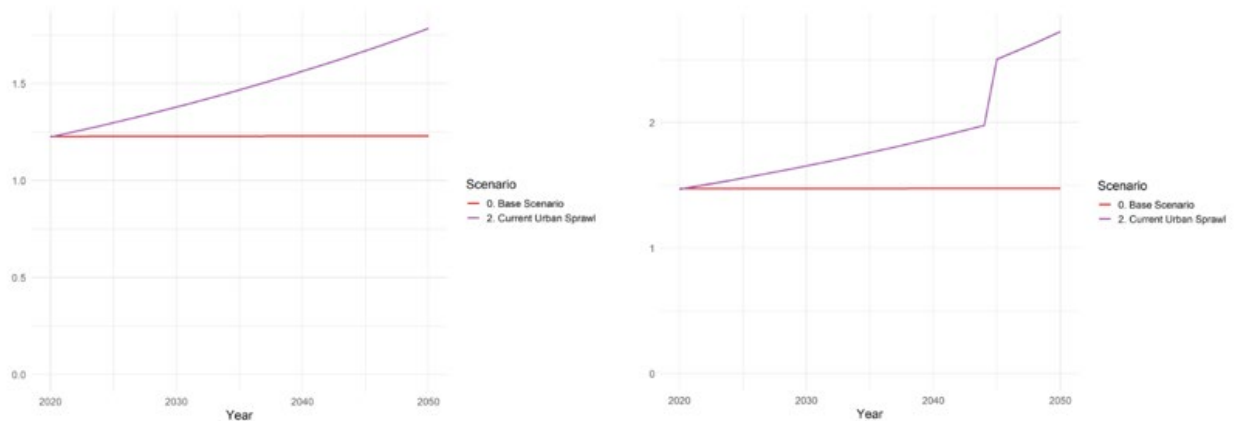
Scenario 2 (Byspredning dagens nivå)

For å komme frem til effektene byspredning har på kollektivreiser må det først gjøres en analyse av konsekvensene byspredning har på reiseavstand og reisetid med bil og kollektiv. Dagens nivå på byspredning regnes å gi en økning i reiseavstand på 1,8% i året. Dette gir en gjennomsnittlig reiseavstand på mellom 50-75 km.



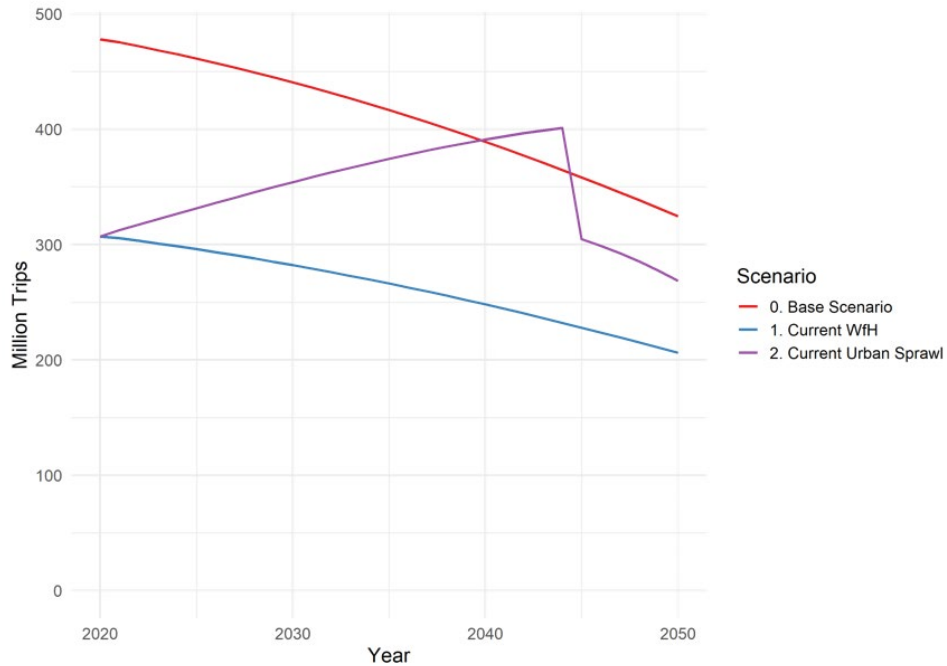
Figur 28 Reiseavstand. Grafen viser økning i reiseavstand med bil og kollektiv gitt en årlig økning i byspredning på 1,8

Hvordan reisetid med bil og kollektiv påvirkes av byspredningen vises i figur 28. Det antas at byspredning har størst effekt på reisetid med kollektivtransport når avstanden øker. Av figur 27 kan vi lese at rundt år 2045 begynner pendleravstanden å nærme seg 70 km. Dette kan forklare den markante økningen i reisetid for kollektiv i figur 29.



Figur 29 Reisetid. Grafene viser effekten dagens nivå på byspredning har på gjennomsnittlig reisetid med bil (venstre) og kollektiv (høyre).

Sammenlignet med referansealternativet og scenario 1 har byspredning en positiv effekt på kollektivreiser. Den innledende økningen i reiseavstand ser ut til å ha positiv effekt frem mot 2045. Knekkpunktet og den negative utviklingen videre frem mot 2050 kan forklares med økt reisetid for kollektiv grunnet lenger pendleravstand (over 70km som forklart i figur 28 og 29).



Figur 30 Scenario 0, 1 og 2. Grafene viser framskrivning av antall reiser med kollektivtransport fram mot 2050.

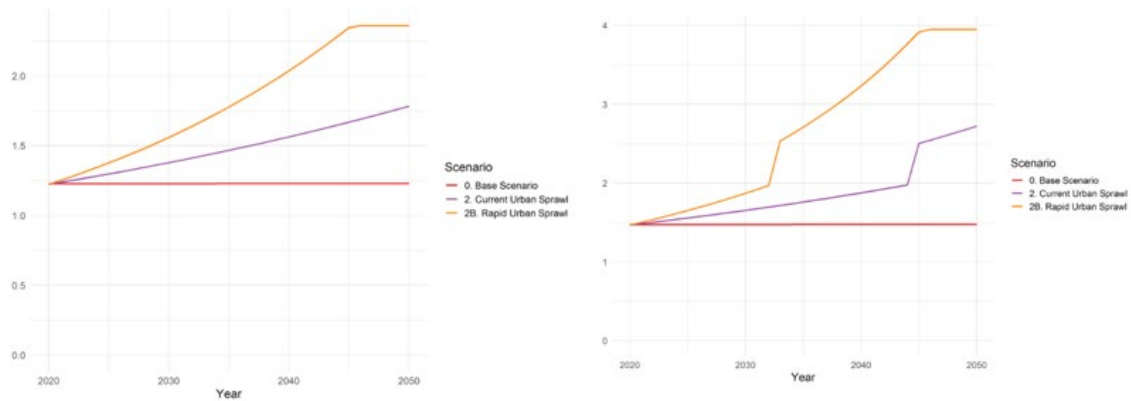
Scenario 2B (Byspredning intensivert)

I dette scenarioet undersøkes en mer intensivert byspredning med en årlig økning av pendleravstand på 3,6%. I dette prosjektet er det satt en maks grense på 100 km. Byspredning utover denne grensen vil ikke registreres i modellen. Dette kan forklare hvorfor grafen i figur 31 flates ut eller stabiliseres fra år 2045.



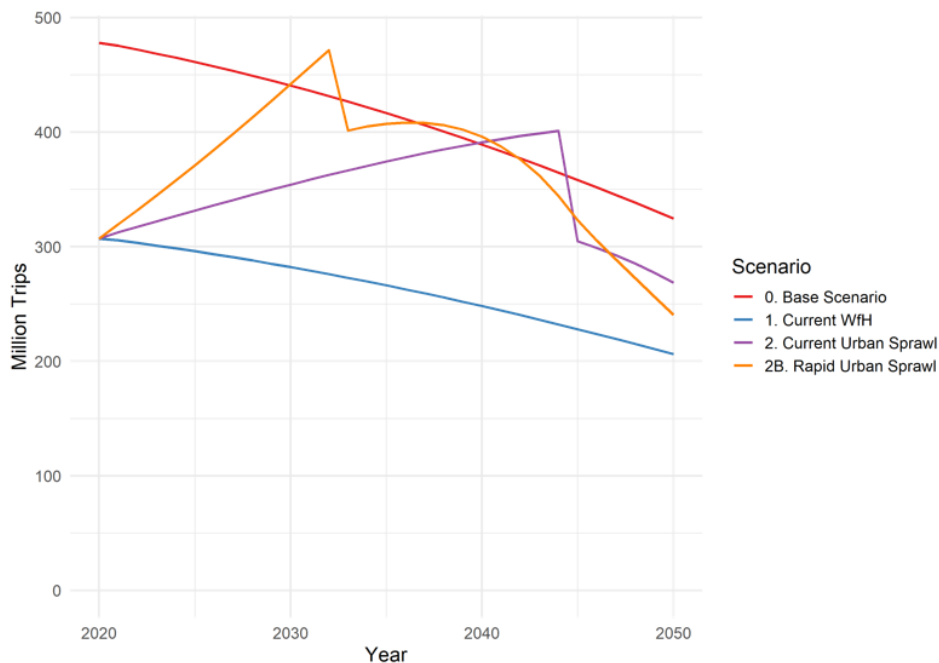
Figur 31 Reiseavstand. Grafen viser økning i reiseavstand med bil og kollektiv gitt en årlig økning i byspredning på 3,6 %

I likhet med forrige scenario øker reisetiden med kollektivtransport når pendleravstanden øker. I dette scenarioet skjer dette noe tidligere – allerede i 2032 nærmer pendleravstanden seg 70 km, for så å flate ut igjen ved 100km i 2045.



Figur 32 Reisetid. Grafene viser effekten dagens nivå på byspredning har på gjennomsnittlig reisetid med bil (venstre) og kollektiv (høyre).

Effekten den intensive byspredningen har på kollektivtransport er veldig interessant. Det ser ut til at den negative effekten byspredning har på reisetid med kollektiv når pendleravstanden er lenger er 70 km er mindre relevant i dette scenarioet. Frem mot 2032 følger kurven den samme trenden som i scenario 2, hvor bilen er mindre attraktiv i forhold til kollektivtransport, frem til pendleravstanden når 70 km. Etter dette faller kurven drastisk, men trenden snur og kurven tar seg litt opp igjen og er på nivå med referansealternativet frem mot 2042. Elektrifisering og hjemmekontor tar over som de dominerende drivkreftene for endring og en kontinuerlig nedgang fører til totalt færre pendlerreiser sammenlignet med scenario 2.

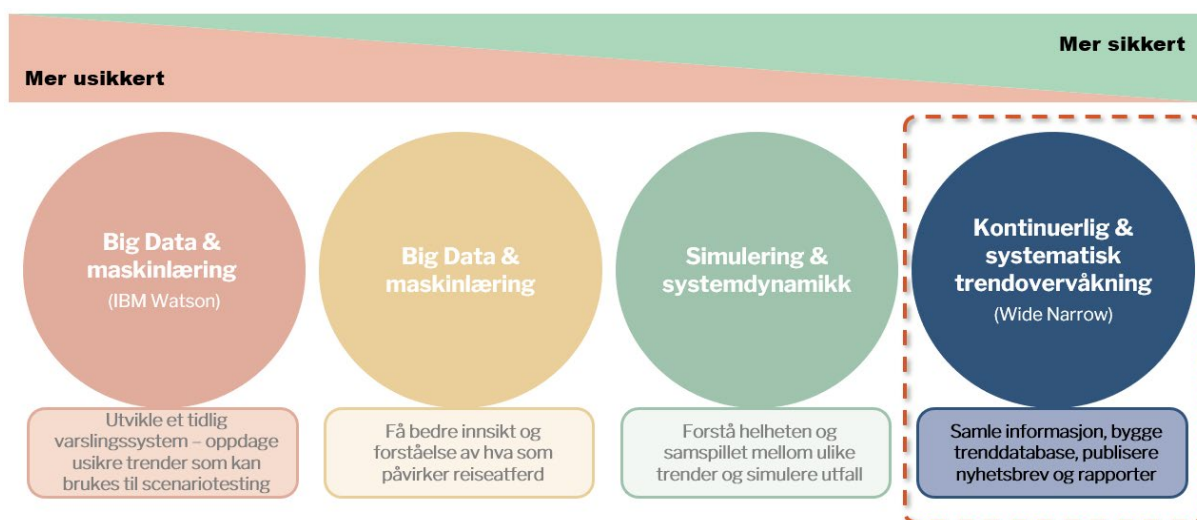


Figur 33 Scenario 0, 1, 2 og 2B. Grafene viser framskrivning av antall reiser med kollektivtransport fram mot 2050

Dette eksemplet demonstrerer kompleksiteten til systemdynamikk og hvordan det kan brukes for å fremheve ulike effekter og sammenhenger mellom trender. Dette fordrer ytterligere analyser og videreutvikling av modellen for å kunne gjøres enda mer relevant for transportsektoren.

4 Kontinuerlig og systematisk overvåking av informasjon og trender med Wide Narrow

For å teste ut hvordan overvåke de mer sikre trendene har prosjektet undersøkt verktøyet Wide Narrow for kontinuerlig og systematisk overvåking av informasjon. Dette er et verktøy som systematiserer informasjon, slik at det er lettere å se etter mønstre, og på den måten oppdage og følge kjente trender over tid og hvordan de utvikler seg.



Figur 34 Tilnærming 4: Hvordan samle inn, formidle relevant informasjon og overvåke kjente trender?

4.1 Hvordan øke produktiviteten med Wide Narrow

Analysearbeidet i direktoratet organiseres i stor grad etter temaområder med avgrenset tidshorisont (prosjektets levetid) og involvering. Innsikt kjøpes ofte fra konsulenter til ulike formål, slik at tolkning og analyse blir oppstykket.

Samfunnet blir stadig mer kompleks og krever i større grad kontinuerlig overvåking og det er behov for samarbeid på tvers av temaspesifikke analysegrupper for å løse ulike utfordringer. Wide Narrow er bygget opp rundt en arbeidsprosess og kan brukes for å legge til rette for en struktur og arbeidsflyt med tydelige roller og ansvar. Dette vil over tid kunne øke produktivitet, redusere personavhengighet og øke kvaliteten på sluttleveransene. Wide Narrow deler arbeidsprosessen i tre hovedstrømmer:

1. *Screen*: innsamling av informasjon fra ulike kilder
2. *Refine*: bearbeiding av relevant informasjon, med muligheter for ulike typer grupperinger
3. *Report*: formidling – rapporter, nyhetsbrev eller nyhetsvarsler

4.2 Organisering og resultater fra pilotarbeidet

I utgangspunktet ble det opprettet fire piloter som skulle teste verktøyet til å samle inn, vurdere og analysere informasjon knyttet til tema batteriteknologi, gods, sikkerhet og lokførerutdanningen. Pilotene skulle teste verktøyet over en lengre periode og var organisert både etter seksjoner, faggrupper og prosjekter.

En database for hver pilot ble opprettet og relevante kilder for informasjonsinnhenting ble vurdert og lagt inn i samråd med fagpersoner. Pilotdeltagerne har deretter hatt ansvaret for å vurdere innsamlet informasjon, kvalitetssikre og videreformidle dette ved å sende ut både automatiske nyhetsvarsler på e-

post, og redigerte og tilpassende nyhetsbrev. De pilotene som har kommet lengst med testing og som presenteres her er NULLFIB prosjektet og godsgruppen.

NULLFIB: «Nullutslipp batteridrift på jernbanen» hadde som formål å overvåke utviklingen innen batteriteknologi. Deltagerne i denne piloten var fagekspertisen i prosjektet fra direktoratet. I tillegg var Bane NOR og Norske tog på mottakerlisten av aktuelle nyhetsvarsler og nyhetsbrev. Overvåkingen av batteriteknologi har vist at utviklingen går mye raskere enn antatt i første del-prosjekt av NULLFIB-prosjektet (pris, energitetthet og ladehastighet). Erfaringer med denne piloten viser at ulike kilder kan samles et sted, og at overvåkingen kan føre til bedre analyser ved å ha felles forståelse av kunnskapsgrunnlaget, og prosesser for samhandling rundt ny informasjon – hvor eksterne virksomheter kan bidra.

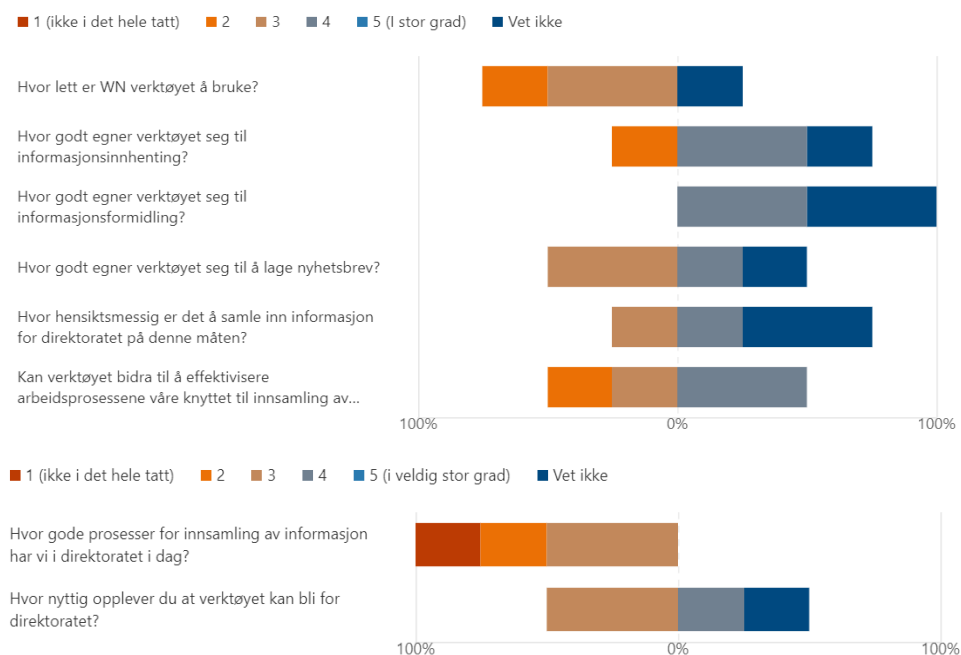
For direktoratets interne godsgruppe har det vært identifisert nøkkelområder som bør overvåkes nærmere, og det har vært rapportert løpende på utviklingen. Erfaringen er at flere i godsgruppa har kunnet få med seg den helhetlige utviklingen innenfor fagområdet for gods og logistikk, fra utviklingen innen et felles spotmarked for godstransporter i Europa til utprøving av droner for levering. Eksempler på rapporter og nyhetsbrev fra pilotene ble produsert for å se om de egnet seg for distribusjon.

4.3 Erfaringer med og nytte av bruk av Wide Narrow

Det ble gjort løpende evalueringer (intervjuer) knyttet til nytten og bruken av verktøyet. I tillegg ble det sendt ut et evalueringsskjema i etterkant av testperioden. Svarprosent på denne var rundt 45 %. Erfaringene som presenteres her er en oppsummering av evalueringene.

Wide Narrow vurderes å være et nyttig verktøy for innsamling og formidling av informasjon. Erfaringer fra NULLFIB prosjektet viser at overvåking og formidling av informasjon om enkelte temaområder kan være svært nyttig ikke bare for direktoratet med også for sektoren. I etterkant av pilotene viste andre aktører interesse for å framskaffe dette verktøyet selv da de opplevde og omtalte direktoratet som «*alltid oppdatert på siste teknonytt*». Dermed kan bruken av verktøyet i tillegg til å sikre sporbarhet og fleksibilitet, tillate gjenbruk og informasjonsdeling både internt og eksternt

Fra samtalene med pilotdeltagerne kom det frem at selv om verktøyet vurderes å kunne bidra med å effektivisere arbeidsprosessene i direktoratet, synes det å være utfordrende å gjennomføre dette i eksisterende arbeidsprosesser mht. analyser og fagdiskusjoner.



Figur 35 Oppsummering fra sluttevalueringen.

Pilotdeltagerne opplevde testing av verktøyet som inspirerende, men mener at det må videreutvikles og at enkelte funksjonaliteter må forbedres. Det kan ta noe tid å sette opp alle relevante kilder med filtreringer og spesifisere søkemotorene, slik at relevant informasjon samles inn, ellers kommer det en del irrelevant informasjon. I tillegg finnes det mye informasjon som er nyttig, men som blir behandlet som konfidensiell og dermed ikke er tilgjengelig via internett. Dette er en generell utfordring og ikke noe som bare gjelder for dette verktøyet.

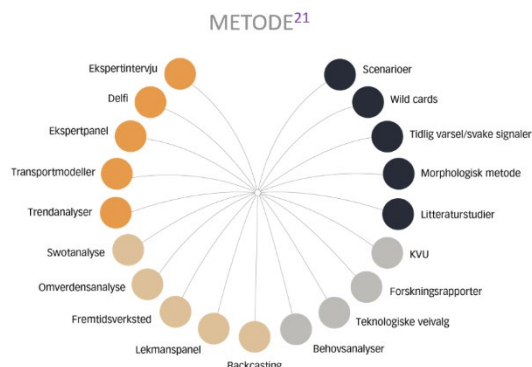
Selv om ikke alle pilotdeltagerne vurderer at dette verktøyet er den beste og enkleste løsningen er de nokså enig i at direktoratet ikke har gode nok prosesser for innsamling av informasjon i dag, og at dette er et område hvor direktoratet kan bli betraktelig bedre på. Ikke bare til å hente inn informasjon, men også til lagre og søke etter informasjon som allerede er samlet inn.

5 Metode for kontinuerlig og systematisk trendovervåking

Prosjektet for trendovervåking er basert på tidligere metodeutredning, *Metode21*, som startet i Jernbanelverket i 2013 og videreført i Jernbanedirektoratet frem til 2018. Rapportene *Tidlige tegn og sorte svaner* (2014), *På sporet av mer robust planlegging* (2015) og *Fremsyn 2050 - Trender innen samferdsel frem mot 2050* (2018) har dette prosjektet bygget videre på.

Rapportene fra 2014-2015 viser til fremsynsmetoder⁸ og rapporten fra 2018 var en tverretattlig engangsutredning for å avdekke relevante trender og utviklingstrekk som underlag til NTP-prosessen.

Hensikten med alle fremsynsmetoder er å kvalitativt eller kvantitativt samle informasjon, samt forsøke å forutse fremtiden for å redusere usikkerhet i langsiktig planlegging. De fleste metodene fra prosjektet i 2015 er testet ut, hvor få eller ingen av disse metodene viser mulighetene dagens teknologi med stordata og maskinlæring gir, se figur 36.



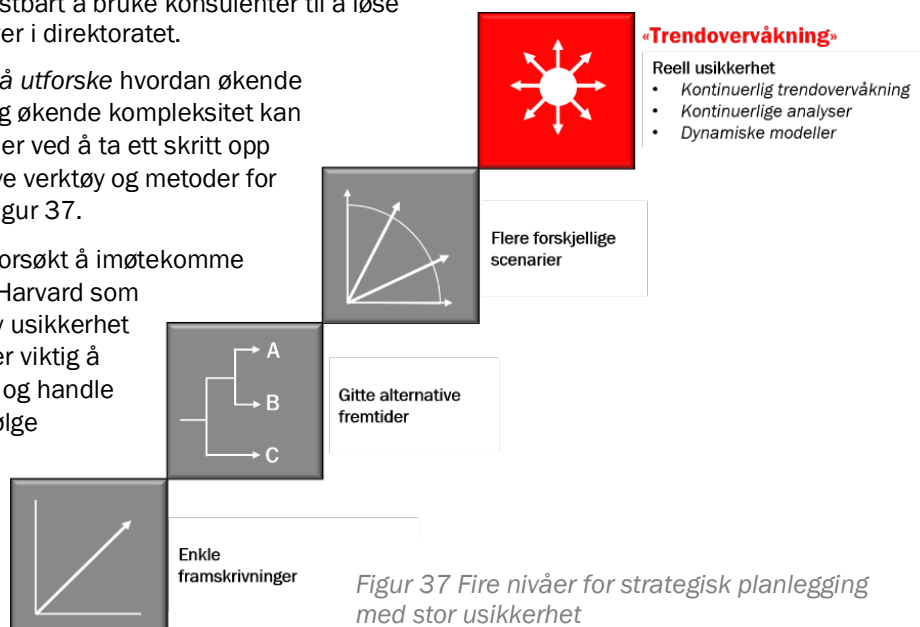
Figur 36 Fra "På sporet av mer robust planlegging" (2015)

Ny tid med raskt økende grad av kompleksitet og usikkerhet, krever nye metoder og verktøy. Det er tre grunner til at prosjekt *Trendovervåking* har utforsket muligheten for «å gjøre mer av informasjonsinnhenting og -behandlingen selv»:

- behov for mer systematikk og kontinuitet i innsamlingen av informasjon som grunnlag for utviklingstrekk, trender og analyser.
- behov for å gjøre analysene så kvantitative som mulig før kvalitative analyser utføres.
- det er uhensiktsmessig og kostbart å bruke konsulenter til å løse løpende faglige kjerneoppgaver i direktoratet.

Prosjektet har derfor lagt til grunn å *utforske* hvordan økende endringstakt, økende usikkerhet og økende kompleksitet kan imøtekommes fortløpende. Det skjer ved å ta ett skritt opp trappen på usikkerhet⁹ og finne nye verktøy og metoder for å imøtekomme utfordringene, se figur 37.

Trendovervåkningsprosjektet har forsøkt å imøtekomme det øverste nivået. Forskerne ved Harvard som har utviklet teori omkring nivåer av usikkerhet poengterer at det på dette nivået er viktig å unngå trangen til «å kaste kortene og handle utelukkende på magefølelsen». I følge McKinsey¹⁰ og Gartner¹¹ er teknologien for maskinlæring /kunstig intelligens godt moden og anvendbar i dag. Det er også noe av grunnen til at prosjektet i stor grad har fokusert på uttesting av stordata og maskinlæring.



Figur 37 Fire nivåer for strategisk planlegging med stor usikkerhet

⁸ Flere [fremsynsmetoder](#), se [Foresight Diamond](#), Popper, R. (2008) Foresight Methodology

⁹ Courtney et.al., Harvard Business Review (1997), [Strategy Under Uncertainty](#)

¹⁰ McKinsey, [The top trends in tech](#)

¹¹ Gartner (2021), [Hype Cycle for Artificial Intelligence](#)

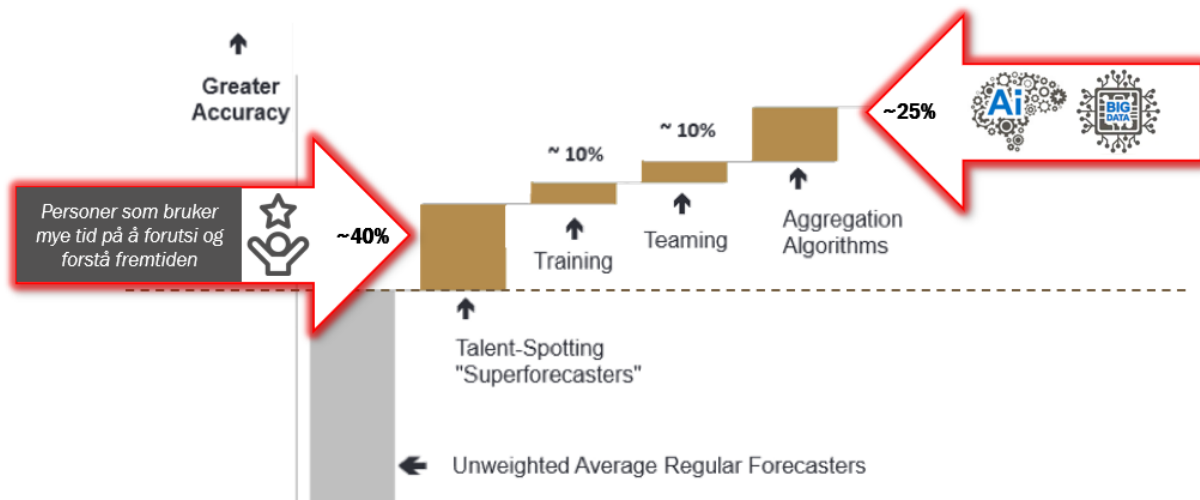
5.1 Hvorfor bruke stordata og maskinlæring i Jernbanedirektoratet?

Det er tegn på at beslutningsprosesser generelt sett blir mer datadrevet^{12,13}. Det er også grunn til å tro at norske virksomheter og offentlige organisasjoner følger denne utviklingen ifølge professor i informatikk, Morten D hlen ved UIO dScience¹⁴. Professor, Morten Goodwin ved UiA - senter for kunstig intelligens og forskning sier følgende: «Hvorfor skal bedrifter ta i bruk kunstig intelligens? - Ganske enkelt fordi det fungerer veldig bra. Man f r det til å fungere uten at man trenger å programmere absolutt alt. ... gjøre datamaskinen i stand til å løse kompliserte oppgaver.»¹⁵

Hvordan kan så fagmiljøer som jobber med langsiktig utvikling kombinere menneskers visdom med maskinlæring på en god måte? Good Judgment Project (GJP)¹⁶ viser hvordan det er mulig å foreta mer nøyaktige spådommer om fremtiden. Siden oppstarten av GJP i 2011 har det blitt samlet inn millioner av spådommer fra titusener av personer for å finne ut av hvor gode mennesker egentlig er til å forutse fremtiden – og hvilke vaner som har gjort oss bedre. Trenede personer kan forutsi fremtidige hendelser med god nøyaktighet, men en kollektiv meningsdannelse fra en gruppe trenede individer kan gi enda bedre prognoser.

Psykologene i GJP fant ut at folk flest «danner en folkelig konform sannsynlighetstenkning» delt inn i kategoriene «umulig», «mulig» og «sikkert/sannsynlig.» Dette kan lede til store systemiske feil, ved at sannsynligheten av ting, fenomener, hendelser, muligheter som er «utenfor boksen» blir undervurderte. Med riktig opplæring og trening er det faktisk mulig å skille mellom *små* forskjeller i ulike prognoser/prediksjoner. I følge GJP kan prognoser/spådommer forbedres med 85% ved å kombinere super-sp menn (superforecasters), trening, arbeidsgrupper og algoritmer. Figur 38 illustrer hvordan disse henger sammen og hvor mye hver av de har å si for den totale forbedringen i prediksjonsevne.

- + 40% «super-sp menn» – de med god prediksjonsevne og bruker mye tid på å forstå fremtiden
- + 10% **trening** – redusere skjevheter i et utgangspunkt, og gi opplæring og innsikt i fremsynstenkning
- + 10% **arbeidsgruppe** – samarbeid gir diversitet og reduserer usikkerheten ytterligere
- + 25% **algoritmer** – kvantifisere og sammenstille kunnskap slik at den fremhever og øker prediksjon



Figur 38 Grafen illustrerer relative forbedringer i prognostisering som følge av fire faktorer.

¹² Se [Forbes Global 2000](#)

¹³ Se [Data based decision making](#)

¹⁴ Senter for data- og beregningsvitenskap, [videreutdanningsprogram innen «data science»](#)

¹⁵ Morten Goodwin, [Amnytt nr 5, 2021](#)

¹⁶ The [Good Judgment Project \(GJP\)](#), "Harnessing the wisdom of the crowd to forecast world events", og [Superforecaster](#); 40 års forskning av professor Philip E. Tetlock og forskere ved universitetet i Pennsylvania

Trendovervåkningsprosjektet anbefaler derfor at videre analyser av trender i direktoratet bør gjøres i arbeidsgrupper i og på tvers av fagmiljøene for å sikre en best mulig vurdering av prognoser. Dette gjelder spesielt vurderinger av trendene som samles inn med bruk av verktøyet Wide Narrow.

Forskningen omkring GJP samler fremdeles inn data fra konkurranser og prosjekter i regi av etterretningsmiljøene for å vurdere prediksjonsevnen. En forskjell er at GJP nå tar i bruk maskinlæring. Av nye digitale verktøy er bruken av algoritmer og spillteori med for eksempel «Civilization 5» fremhevet for å vurdere hypotetiske utfall. Hensikten er å vurdere algoritmenes evne til å utfylle eller erstatte menneskelig dømmekraft!

Direktoratet bør utforske mulighetene som stordata og maskinlæring kan gi av kunnskap som er umulig for mennesker å forutse. Dette arbeidet bør fortsette uavhengig av dette ene prosjektet.

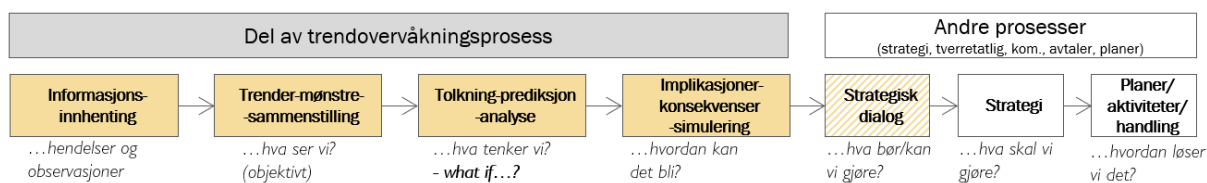
Det er åpenbart at svært få av oss plukket opp signalene på en pandemi i slutten av 2019. Det er ikke sikkert at det er direktoratets jobb å avdekke slike usannsynlige hendelser. Likevel kan manglende evne til å utnytte åpen informasjon bero på at vi ikke er *metodisk* nok i tilnærmingen til hendelser i omgivelsene. Det er helt naturlig at våre menneskelige svakheter og kognitive prosesser har forutinntatte meninger som kommer i veien. Ambisjonsnivået vi ønsker å sette for trendovervåkingen avhenger av ambisjonsnivået direktoratet ønsker å sette for sektoren.

Med det grunnlaget som ledere hittil har satsset på for å få frem fremsynsmetodene (herunder trendovervåkningsmetoden) er mulighetene nå store for å kunne ta disse i bruk på en systematisk måte og levere resultater på mer kontinuerlig basis. Ønsker direktoratet å være ledestjerne for sektoren kan ambisjonsnivået for fremsynstenkningen deles inn slik: *Hvordan tilpasse seg fremtiden?* (Re-aktiv), *Hvordan utnytte fremtiden?* (Aktiv) eller *Hvordan skape fremtiden?* (Pro-aktiv).

5.2 På sporet av en overordnet metode for trendovervåking og -analyse

Det er viktig å sikre en enhetlig metode for trendovervåking som fungerer godt for Jernbanedirektoratet, men som også kan brukes ved eksternt samarbeid. En metode for trendovervåking bør derfor være generisk nok til å fungere i varierte faglige utrednings- og beslutningsprosesser, men spesifikk nok til å fungere i kjerneoppgavene til direktoratet (f.eks. ny tjenestemodell). Prosjektet har tatt utgangspunkt i en generisk problemløsningsprosess for fremsynstenkning¹⁷ og laget forslag til en metode for trendovervåking, vist i Figur 39.

En annen viktig funksjon av en slik trendovervåkningsmetode er å sikre enhetlige og sporbare resultater for de usikre prediksjoner om fremtiden som direktoratet gjør. Det kan være tidligfase-utredning eller strategisk eller teknologisk fremsyn. En metode for trendovervåking vil i seg selv, spesielt over tid, gi større troverdighet og tillit til hvordan direktoratet dokumenterer informasjon og faktorer for beslutningsgrunnlag med lang horisont.



Figur 39 Forslag til metode for trendovervåking og -analyse i Jernbanedirektoratet.

En kortfattet forklaring på stegene i foreslått metode for trendovervåking:

- **Informasjonsinnhenting** – det er ikke mangel på informasjon, men behovet for å sikre at hendelser i omgivelsene, det vil si dagligdagse observerbare lettfattelige nyheter og artikler samles inn. Andre kilder til informasjon bør også hentes inn, for eksempel fagrapporter, patentbeskrivelser eller utklipp fra strømmen av informasjon i sosiale media. Denne informasjonen lagres, klassifiseres

¹⁷ Basert på generisk rammeverk for fremsynsprosess utviklet av UNDP, [Foresight Manual](#), Global Centre for Public Service Excellence (2018).

eller gjøres klar for deling med andre brukere. Nyheter kan deles med en gang eller lagres for å observere om man ser mønster over en tidsperiode.

- **Trender/mønstre/sammenstilling** – trender oppstår når de samme nyhetene gjentar seg flere ganger over en viss tid og danner et mønster. Eller vurdereringen av om en oppfinnelse får fotfeste og brer om seg. Eller om befolkningen utvikler en preferanse for et produkt eller tjeneste og handler deretter. En slik sammenstilling gjør oss i stand til å se mønster forme seg, men det er en forutsetning å jobbe metodisk over tid med informasjonen. Trendovervåkning må derfor utføres systematisk og over tid.
- **Tolkning/prediksjon/analyse** – dette er første steg i å analysere det observerte materialet som er satt sammen. I denne fasen er det viktig å stille mange spørsmål, finne angrepsvinkler, gjøre antagelser og utvikle mange hypoteser for *hva som kan skje* som følge av det observerte.
- **Implikasjoner/konsekvenser/simulering** – i dette steget er poenget å gjøre informasjon om til anvendbar kunnskap. I denne fasen skal spørsmålene, hypotesene og antagelsene fra forrige fase prosesseres med simulering, konsekvensberegning eller utvikle scenarioer.
- **De tre siste stegene in trendovervåkningsmetoden** – omhandler hvordan vi kan sikre at resultatene underbygger strategier eller beslutningsgrunnlag. Første steget her har til hensikt å sørge for å ha en strategisk dialog og skape en robusthet omkring strategiutviklinga før de strategiske avgjørelsene tas. Det er en god del klassisk strategiutvikling som ikke tar hensyn til denne «strategiske dialogen» før strategien blir lagt, men dialogen kan være viktig for å skape en strategisk kultur, forståelse og tillit i strategiprosessen.

5.3 Grunnlag for videreutvikling av nye prosesser og metoder

I tillegg til den foreslåtte trendovervåkningsmetoden har prosjektet utviklet og testet metoder og prosesser for å løse utfordringene i hver av de fire parallelle delprosjektene. Metodene og prosessene gir løsninger på utfordringer om betraktninger på usikkerhet som tidligere ikke har vært adressert, men som det nå er mulig å bygge videre på.

Det er laget metoder for:

- å foreta scenariotesting av helt nye trender/temaer (IBM Watson)
- å finne best egnet algoritme og bestemme reisemiddelvalg basert på stordata og maskinlæring
- å sette nye trender/faktorer i sammenheng i en stor modell (systemdynamikk)
- å overvåke, samle inn, lagre og rapportere nyheter/trender (trendovervåkning med Wide Narrow)

6 Viktigste funn og gevinster i prosjektet

Prosjektet har bevist at det er mulig å bygge videre på rammeverket av fremsynsmetoder og -teknikker som har blitt identifisert tidligere (2013-2018). Det er også bevist at det er mulig å kombinere kvalitative fremsynsmetoder med kvantitative teknikker med bruk av stordata og maskinlæring. Teknikkene som har blitt benyttet kan lede til at direktoratet blir mer datadrevet, spesielt for dagens mer kvalitative metoder. Funnene fra prosjektet understøtter dagens transportmodellering med ny kunnskap som *kun* kan frembringes ved bruk av maskinlæringsteknologi. Ny metode for trendovervåkning leder til en betydelig gevinst i måten vi vi samler og bruker åpen informasjon.

6.1 Oppsummering av resultater for hvert delprosjekt



Utvikle et tidlig varslingsystem - oppdage usikre trender som kan brukes til scenariotesting

For å håndtere størst grad av usikkerhet ble det satt søkelys på å utnytte allerede eksisterende programvare som muliggjør effektiv innsamling av data, analyse med eksisterende maskinlæringsalgoritmer og produsere og visualisere resultater..

Prosjektet har vist at ...

- det er mulig å identifisere nye trender ved å bruke åpne datakilder
- det er mulig å hente åpne data fra (Twitter), inkludert samle inn store mengder data selv og lagre i en database (IBM Watson, 31 millioner nyheter på noen måneder)
- det er mulig å skape automatiske ordskyer og emnemodellering basert på maskinlæring og si noe om innbyrdes og underliggende sammenhenger til et tema/en trend
- det er mulig å utvikle holdningsanalyser (sentimentanalyser) basert på automatiske identifiserte ordskyer/emnemodellering, samt følge og vurdere holdningen til et tema/en trend over tid
- det er mulig å lage et *tidlig varslingsystem* ved å visualisere, teste og analysere ulike scenarier for å si noe om hvor sannsynlig de er for å inntreffe
- det er mulig å finne «sorte svaner» og «grå neshorn» med stordata og maskinlæring



Få bedre innsikt og forståelse av hva som påvirker reiseatferd

For å vurdere flere nye og myke faktorer som gir ny innsikt i transportmiddelvalg/ reiseatferd for eksisterende transportmodeller benyttet prosjektet kjente data fra reisevaneundersøkelsen (RVU) og lagt til noe data om holdninger og atferd fra den europeiske sosialundersøkelsen (ESS).

Prosjektet har vist at ...

- maskinlæringsmodeller kan gi tilsvarende resultater som konvensjonelle metoder for analyse av RVU-data (verifisere gyldigheten for ny maskinlæringsmodell)
- maskinlæringsmodeller kan supplere tradisjonelle transportberegninger med ny og unik kunnskap som ikke kan tilegnes på annen måte
- i noen tilfeller kan *samtlig*e av maskinlæringsmetodene gi bedre resultater enn tradisjonelle logistiske regresjonsmodeller
- å bevise at maskinlæringsalgoritmer bruker alle datapunkter i store datasett, og at ikke er nødvendig å gruppere eller segmentering dataene
- å kombinere RVU-data med åpne europeiske data ESS-data om holdninger («myke faktorer») gir 10% bedre forklaringssevne for transportmiddelvalg enn klassiske beregningsmetoder

- f. å se at holdninger påvirker valg av reisemiddel på de korte reisene når inntekten øker
- g. å gjøre beregninger på usikre trender som for eksempel «å jobbe hjemmefra» (verdiskift), og at det kan bli en ny normal
- h. å produsere mer nøyaktige resultater for markedsandeler basert på reisetiden fordi maskinlæringsmodeller behandler tid med elastisitet (ser tidsforskjeller dynamisk) og vil predikere markedsandel basert på den relative reisetidsforskjellen i markedsområdet
- i. det er overkommelig å ta i bruk ny teknologi (maskinlæring) og at resultatene ikke trenger å være kompliserte
- j. nytten i å utforske åpne og lukkede datakilder, samt teste ut hvor relevante dataene er:
 - i. inntekter vs. demografi med data hentet fra SSB og Telia (ODM-data)
 - ii. bevegelsesmønster for holdeplass vs. befolkningstetthet med data fra Foursquare
 - iii. m.fl.



Forstå helheten og særsillet mellom ulike trender og simulere utfall

For å sette enkeltfaktorer og -trender inn i en større sammenheng har prosjektet benyttet en systemmodell. Modellen viser årsakssammenhengen og innbyrdes relasjoner og dynamikk mellom trender/faktorer. Resultatene vises som grafer langs en tidslinje. Hensikten med modellen er å kunne tolke enkeltfaktorerens utvikling og samtidig se de i forhold til helheten i ett system (se Vedlegg 2 – Modell for systemdynamikk).

Prosjektet har vist at ...

- a. det er mulig å vise årsaks-sammenhenger mellom mange faktorer/trender (kausaldiagram), og at disse kan omsettes til en matematisk modell som kan beregne ulike utfall (systemdynamikk)
- b. systemdynamikk kan brukes til å øke tolkbarheten av enkeltresultatene fra andre deler av prosjektet som benytter stordata og maskinlæring
- c. det er mulig å beregne påvirkningen av trenden «jobbe hjemmefra» på kollektivtransport i antall reiser og på byspredning i antall kilometer:
 - I. å beregne et referansealternativ: standardverdier for alle komponenter/trender basert på informasjon fra direktoratet og andre tilgjengelige kilder
 - II. å beregne hjemmekontor (dagens nivå): å jobbe hjemmefra fortsetter på nåværende post-covid nivå
 - III. å beregne hjemmekontor (økt bruk): å jobbe hjemmefra blir en sterkere trend med årene
 - IV. å beregne byspredning (dagens nivå): byspredning fortsetter med dagens hastighet
 - V. å beregne byspredning (raskere): byspredning intensiveres med årene
- d. systemdynamikk kan brukes til scenariotesting og vurdere om trendene har en positiv og/eller negativ forsterkende effekt på transportsystemet
- e. det er mulig å trekke ut verdier (og innsikt) fra systemmodellen og overføre disse til direktoratets Trenklin-modell for videre beregninger



Samle informasjon, bygge trenddatabase, publisere nyhetsbrev og rapporter

Et viktig mål i dette prosjektet var å få til i praksis kontinuerlig og systematisk overvåkning av trender, drivkrefter og utviklingstrekk i samfunnet, samt sikre en metode for overvåkning. For de mindre usikre delene av prosjektet er Wide Narrow benyttet. Verktøyet gir mulighet for å samle inn informasjon, lagre, bearbeide, analysere, samarbeide og dele innsikt med andre. Wide Narrow har en del automatiserte funksjoner, men betinger at det er mennesker i loopet.

Prosjektet har vist at ...

- a. det er mulig å lage en trendovervåkningsmetode tilpasset direktoratets behov, basert på erfaringer og utprøvd teori
- b. informasjon kan samles inn fra ulike kilder i form av nyheter, artikler, rapporter, eller fra de store strømmene innen sosiale media
- c. det er mulig å organisere og lagre den ustrukturerte informasjonen vi samler inn i en database som er søkbar og gjør det mulig å gjenbruke informasjon
- d. samarbeid om bruk av verktøyet Wide Narrow på tvers av fagområder, og det er også mulig å inkludere eksterne deltagere fra sektoren
- e. det er mulig å organisere, behandle og vurdere innsamlet materiale for å produsere nyhetsbrev og rapporter basert på integrerte eller egendefinerte maler i Wide Narrow f.eks. kvartalsrapporter, årsrapporter, og analyse- og tema-rapporter
- f. det er mulig å samle og dele informasjon fra en faggruppe/tema i oversiktssider på intranettet (såkalte «dash board widgets»)
- g. det er mulig og nyttig å innlemme direktoratets nyhetstjeneste i Wide Narrow (Infomedia M360)
- h. gjennomføringen av fire piloter med bruk av Wide Narrow har gitt nyttig informasjon om hvordan verktøyet fungerer i praksis (testet for temaer innenfor gods og logistikk, batteriutvikling, covid-19 og sikkerhet)

6.1.1 Noen fremhevede erfaringer med maskinlæringsalgoritmer

10 % høyere nøyaktighet og mulighet til å se skjulte eller kompliserte mønstre

Beregninger med maskinlæring i dette prosjektet viser en 10% høyere nøyaktighet i prediksjon på komplekse beregninger for transportmiddelvalg i et område. En slik forbedring i forklaringssevne på transportmiddelvalg kan ha stor betydning i beregning av fremtidig transportkapasitet. I uttestingen av ulike maskinlæringsmetoder på kjente RVU-data gav *alle* maskinlæringsalgoritmene bedre resultater enn tradisjonelle logistiske regresjonsmetoder. I dette prosjektet var det algoritmen «Random Forrest» som gav best resultat.

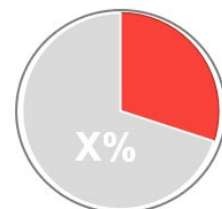


Avansert modell betyr ikke nødvendigvis kompliserte konklusjoner

Når en beslutning om en investering eller et tiltak er «på kanten til å kunne tiltrekke seg nok reisende», er det raskt sette opp en oversikt ved å bruke stordata og maskinlæring – på den måten er det mulig å skaffe informasjon raskt. (1.5 viser beregninger for reisetidsforholdet mellom bil og kollektivtransport frem mot 2030 med en antagelse om lav andel selvkjørende biler.)

«Myke faktorer» som kan ha forankringseffekter for enkelte regioner

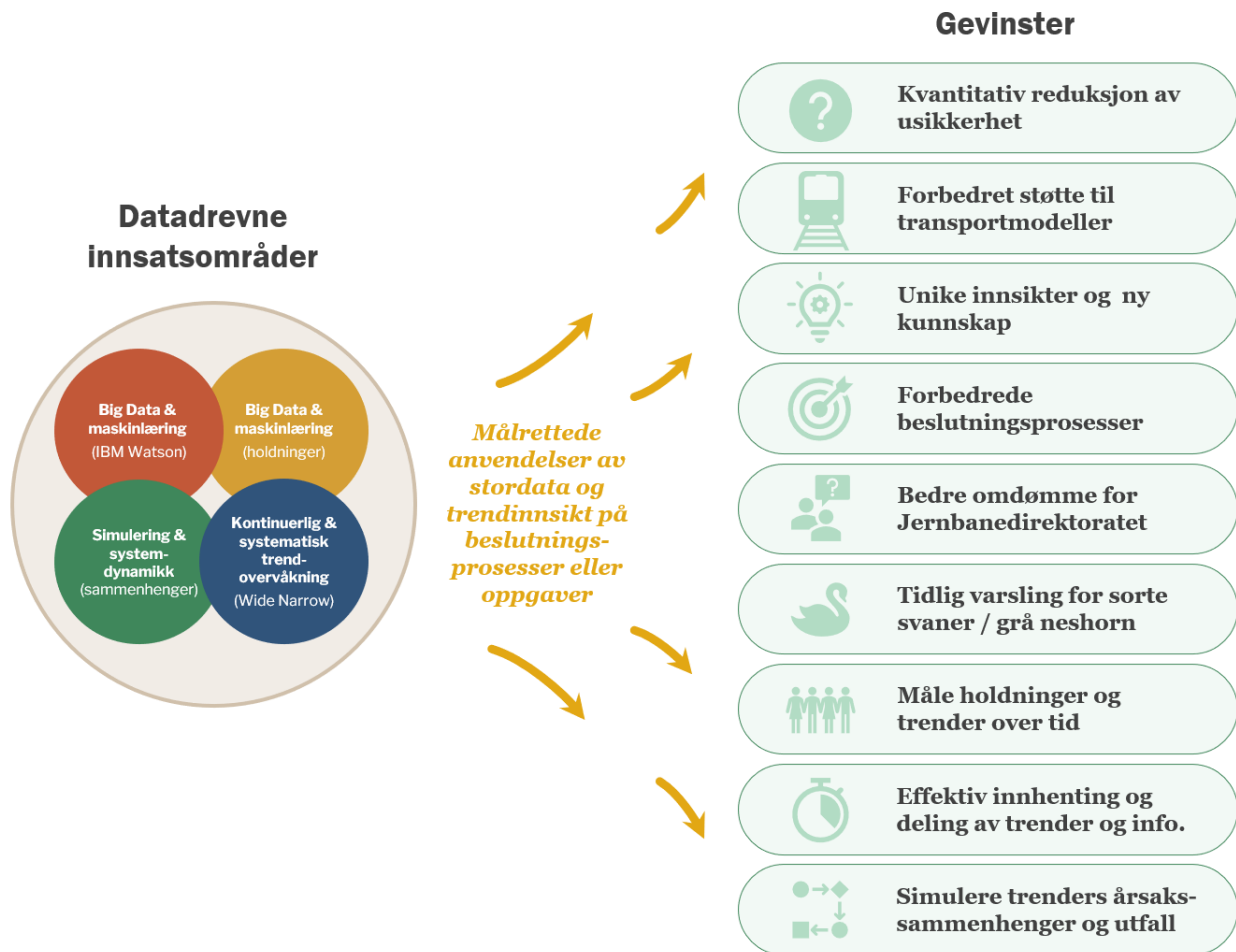
Å teste ut hvordan «myke verdier» kan inkluderes i modellene har gitt konkret merverdi til resultatene. Slike «myke faktorer» har vært oversett i lang tid, men man vet at de er betydningsfulle. I modeller i dag inkluderes marginale effekter av kjønnsforskjeller, men utelater myke faktorer som menneskelig verdiorientering. I dette prosjektet har vi vist at det er mulig å inkludere slike faktorer.



6.2 Gevinster

Resultatene som prosjektet har levert viser at det er mulig å redusere kostnader og tidsbruk, øke kvaliteten og styrke beslutningsgrunnlag i svært usikre vurderinger.

I tråd med å gjøre jernbanesektoren mer datadrevet har prosjektet produsert resultater som kun er mulig å få til med å ta i bruk stordata og maskinlæring. Samtidig er det forslått en metode for trendovervåking som på systematisk og kontinuerlig vis gjør det mulig å følge med i åpen og ustrukturert informasjon som vi til daglig omgir oss med. Det er krevende å forutse hvordan fremtiden blir. Den forblir ukjent, men vi kan redusere usikkerheten omkring utviklingstrekkene og trendene for det som kommer. Derfor er det en viktig oppgave å redusere usikkerhet i beslutninger direktoratet har ansvar for i langsiktig utvikling. Prosjektet har levert konkrete metoder og resultater som viser at det er mulig.



Figur 40 Gevinster av systematisk og datadrevet trendovervåking – Jernbanedirektoratet (2022)



Kvantitativ reduksjon av usikkerhet

I fremsynsmetodikk er mange metoder basert på kvalitative vurderinger, og nå er det laget en metode som kan kvantifisere store mengder data til resultater som vil kunne redusere usikkerhet i langsiktig planlegging.



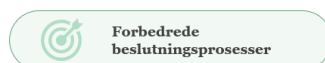
Forbedret støtte til transportmodeller

Prosjektet har klart å analysere «myke» variabler som tidligere ikke har vært mulig å analysere med tradisjonelle metoder. Myke verdier er her menneskelig verdiorientering («human values»), men kunne vært andre faktorer/trender som det er behov for å vurdere. Prosjektet har vist hvordan det er mulig å inkludere «myke verdier» og hvordan disse konkret påvirker transportmiddelvalg.



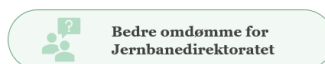
Unike innsikter og ny kunnskap

Beregninger kan gjøres raskt og uten behov for å segmentere data. Det er foretatt beregninger som tidligere ikke var mulig med tradisjonelle metoder. Dette har gitt unike resultater som har direkte nytte eller som kan benyttes i videre undersøkelser eller beregninger.



Forbedrede beslutningsprosesser

Metodene og resultatene som prosjektet har levert understøtter dagens transportmodeller, fremsynsmetoder, beslutningsprosesser m.m. Prosjektet presenterer en mulighet for å ta i bruk nye verktøy og ny metodikk for å forbedre gjeldende beslutningsprosesser ytterligere.



Bedre omdømme for Jernbanedirektoratet

På områder uten formell påvirkningskraft er det mulig å utvikle rollen direktoratet skal ha som *samlende kraft* for jernbanesektoren og kollektivtransporten. Et eksempel kan være å utvikle enda sterkere visjoner og strategier basert på beste fremsynsmetodikken og trendforståelsen direktoratet har opparbeidet seg. Å ta en enda sterkere rolle i nærings- og samfunnsutviklingen kan lede til styrket omdømme. Resultater som viser at vi har klart å forbedre usikkerhåndteringen er også med på å gi bedre omdømme som fagetat.



Tidlig varsling for sorte svaner / grå neshorn

For de mest usikre trendene foreligger det nå et forslag til et system for tidlig varsling basert automatisert innsamling fra åpne kilder (fra Twitter og Watson Discovery). Ferdig utviklet maskinlæring kan anvendes på dataene, slik at emneord automatisk settes sammen og gir oss «tidlige tegn» på interessante temaer/trender. Dette gir mulighet til å følge «tidlige tegn» over tid for å avgjøre om en trend eller et mønster er i ferd med å forme seg (mengde/antall). Det er også mulig å vurdere enkle scenarier ved å kombinere resultatene for tidlige tegn og holdningene, og visualisere disse.



Måle holdninger og trender over tid

Det er mulig å måle populariteten til et tema over tid (holdningen/sentimentet). Det gjør oss i stand til å måle holdninger folk har til en trend eller tema, som kan være nyttig som grunnlagsinformasjon til KVVU'er eller andre tiltak.



Effektiv innhenting og deling av trender og info.

Foreslått trendovervåkningsmetode og -verktøy (Wide Narrow) for å overvåke de minst usikre trendene gjør det mulig å samle inn informasjon fra åpne kilder (nyheter, artikler, rapporter og sosiale medier) på en systematisk og kontinuerlig måte. Det er mulig å organisere og lagre ustrukturert informasjon i database som er søkbar og kan gjenbrukes i ulike kunnskapsgrunnlag. Det er mulig å samarbeide på tvers i og utenfor organisasjonen for å vurdere og analysere informasjonen. Det er mulig å lage rapporter, nyhetsbrev eller dele informasjonen på annen måte. Wide Narrow har også innebygget noe maskinlæring som hjelper til med å skaffe oversikt i ustrukturert informasjon i store mengder. Dette gjør det enklere å bygge kunnskap og innsikt over tid.



Simulere trenders årsaks-sammenhenger og utfall

Å se konsekvensen av en enkelt trend kan være vanskelig. Det har i prosjektet vært testet ut årsakssammenhenger i kausaldiagrammer (hvordan «alt-henger-sammen-med-alt»). Det har blitt utviklet en modell som gjør det mulig å teste ut en trends påvirkning på kollektivtransport (i antall reiser og påvirkning på byspredning i antall kilometer). Konkrete analyser vurderer trenden «å jobbe hjemmefra». Trender kan ha en positiv og/eller negativ forsterkende effekt på transportsystemet som det nå er mulig å simulere i flere omganger (teste ut ulike scenarier).

6.3 Drøfting av muligheter

6.3.1 Overordnede føringer og lavt hengende frukter

Jernbanedirektoratet har ansvar for utrednings- og planfasen før bestemmelsene i plan- og bygningsloven kommer til anvendelse, og skal sikre et godt faglig grunnlag for utvikling av jernbanens rolle i transportsystemet gjennom utredninger, analyser og utvikling av strategier i tidlig utrednings- og planfase.

Direktoratet som fagorgan har dette ansvaret og skal sørge for økt effektivitet, forbedret felles forståelse og bedre samhandling i direktoratet, mellom transportetater og andre samfunnsfunksjoner.

I tilbakemeldinger fra NTP-evalueringen står det:

- Behov for bedre involvering som ivaretar effektivitetshensynet
- Med den «nye» NTP organiseringen er det trekk som svekker direktoratets mulighet til å se helheten i transportsystemet
- Faglige anbefalinger og prioriteringer i flere tilfeller blir for ulne, utydelige og for forsiktige. Bredere og grundigere diskusjoner/debatter om strategiske veivalg og prioriteringer i direktoratet etterspørres
- Omtalen av den teknologiske utviklingen i sektoren omtales som for overordnet og sjablongmessig
- I utredningen «En mer datadrevet jernbanesektor»¹ står det: Det ligger store muligheter for en bedre jernbanesektor ved å samle alle data, dele data mer aktivt og sikre tilgang og riktig bruk.
- I tildelingsbrevet (januar 2022) står det: Understøtte organisasjonens evne til å innovasjon og utnyttelse av teknologi. Organiseringen skal underbygge at direktoratet har god oversikt over relevant utvikling, er innovativ og utnytter mulighetene som ligger i ny teknologi for jernbanen.

Hvordan kan dette prosjektet bidra til å nå de overordnede målene og hvordan kan det bidra til å imøtekomme påpekninger i NTP-evalueringen?

Direktoratets rolle som fagorgan skal arbeide for å skape et attraktivt togtilbud i markeder der jernbanen har sine største fortrinn sammenliknet med andre transportmidler, og utvikle jernbanen med utgangspunkt i kundens behov. Analyser og resultater fra dette prosjektet har vist at det er mulig å eie større del av grunnleggende og faglige kunnskapssammenstillingen i utredninger med lang tidshorison.

Det er mange faktorer som kan endre rammebetingelsene for jernbanen og det samlede transportsystemet. Koronapandemien viser tydelig at endringer kan komme raskt og uventet. Hvordan kan vi sikre og supplere eksisterende metoder for langsiktig tenkning til å forbedre beslutningsgrunnlaget for store investeringer med lang tidshorison? Direktoratet forvalter store samfunnsverdier, og det er ikke gitt at det er en lett oppgave å prioritere bygging, drift og vedlikehold for infrastruktur som står seg i over 100 år, spesielt når utviklingen omkring oss går utrolig raskt. Å sikre at organisasjonen tar gode beslutninger er dermed en kontinuerlig prosess, hvor ulike hensyn må vurderes opp mot hverandre hele tiden.

Dette prosjektet viser små brøkdeler av løsninger som må til for følge opp direktoratet sitt samfunnsoppdrag. Det kan likevel tenkes at trendovervåkning, metodene og verktøyene rundt dette bidrar til bedre beslutninger. Spørsmålet er om trendovervåkningsmetodene vil kunne lede til mer korrekte vurderinger for, la oss si én viktig beslutning – som ofte kan være i milliardklassen? Det er ikke enkelt å argumentere for effektene på kort sikt, men det kan være noe i det å bygge en mer lærende kunnskapsorganisasjon. Hurdalsplattformen uttrykker tydelig behovet for: «å kutte i konsulentbruk i staten ved å utvikle egen kompetanse». Dette prosjektet har tatt i bruk ny teknologi som er nokså ukjent for mange og som få i direktoratet har spisskompetanse på. Dersom det skulle bli aktuelt å bygge videre på dette vil det kreve både tid og ressurser å bygge dette opp. Men det er kanskje uunngåelig uansett? Det er lite som tyder på at utviklingen med datadrevne organisasjoner som bruker stordata og maskinlæring stopper opp, tvert imot. På sikt vil dette gi resultater. Trendovervåkningsmetodene kan bøte på håndteringen og forståelsen av den eksponentielt voksende informasjonsmengden som vi må forholde oss til.

Dersom det tas utgangspunkt i noe mer konkret som tiltak eller beslutninger som følge av transportmodellberegninger, viser prosjektet at det er mulig å produsere ny og relevant informasjon. Gitt at

«myke verdier» får større oppmerksomhet i tradisjonelle transportberegninger bidrar dette prosjektet til å sikre at jernbanen utvikles med kunden og kundens holdninger & handlinger i sentrum. Flere av resultatene lar seg vanskelig beregne på andre måter enn å ta i bruk stordata og maskinlæring. Det er mulig å få mer kunnskap ut av å ta i bruk flere åpne datakilder i beregningene. Prosjektet har brukt eksisterende data (RVU), men også klart å gjennomføre nye metoder og nye «myke data» om holdninger (ESS), samt data fra sosiale media (Twitter m.fl.). Dette er noe mer enn en utvikling av det eksisterende, men en grad av innovasjon i praksis. Prosjektet har kun sett på hvordan vi kan supplere transportmodeller for persontransport, men tenker at prinsippet for supplering på godstransportområdet er likt.

Trendovervåkningsprosess

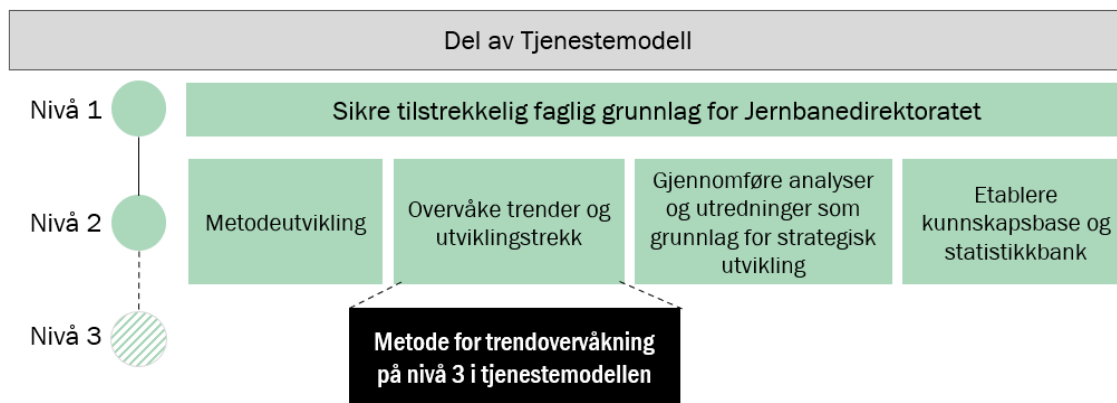
Prosjektet har jobbet med verktøyet Wide Narrow, og sammen med de gjennomførte pilotene fått innsikt i hvordan dette kan gi direkte nytteverdi hvis det gjennomføres i organisasjonen. Det forutsettes at to-tre personer får ansvar for prosessen og administrere verktøyet Wide Narrow. Den største delen av kunnskapsinnhentingen fra åpne kilder kan gjøres av noen få personer, men mange vil få nytte av den ved å få tilsendt nyhetsbrev og rapporter.

Dersom metoden for trendovervåkning innføres i organisasjonens prosesser, vil det føre til en endring i hvordan det jobbes. Dagens metode er uoversiktlig og fragmentert, hvor direktoratet har bestilt konsulentrapporter som omhandler trender og utviklingstrekk til ulike formål. Nå er det blitt et mål om å redusere konsulentbruken, og dette gir et bidrag for å få til akkurat det. En ny prosess vil i seg selv gi fordeler ved at den legger opp til en systematisk og kontinuerlig metode. Dette vil gi mer struktur for dem som jobber med langsiktige perspektiver og potensialet for å lære mer selv og forstå trender og utviklingstrekk på et dypere plan.

En god og hensiktsmessig prosess for trendanalyse i eller på tvers av faggrupper må etableres. Prosjektet har vurdert flere muligheter og ulemper for en slik analyseprosess. Det er også en risiko å innføre «nye måter å gjøre tingene på» og som potensielt kan tilsidesette andre viktige arbeidsprosesser.

I NTP-evalueringen pekes det på at direktoratet kunne hatt «en bredere og grundigere diskusjoner/debatter om strategiske veivalg og prioriteringer», «gå dypere inn i teknologisk utvikling» og «behov for bedre involvering som ivaretar effektivitetshensynet». Trendovervåkningsmetoden kan være et første steg på veien for å bedre på disse påpekningene.

Gjeldene tjenestemodell er beskrevet på nivå 1 og 2. Nivå 3 er ikke konkretisert enda, men prosjektet mener at dette kan være et utgangspunkt, se figur 41. Den pågående omorganiseringen av direktoratet (våren 2022) gir en ekstra dimensjon til dette spørsmålet, men også en gylden mulighet.



Figur 41 Mulig plassering av metodene for trendovervåkningsprosjektet på nivå 3 i tjenestemodellen.

Undersøkelse av datakilder – skaffe mer data

I utredningen for en mer datadrevet jernbanesektor presiseres at vi bør «utnytte verdiskapingspotensialet som ligger i bruk av data: Tilgang og riktig bruk av data kan gi grunnlag for bedre beslutninger og sørge for en mer effektiv ressursbruk i jernbanesektoren.» Det er flere aspekter ved å bruke tid på å undersøke datakilder: det tar tid å vurdere kilder, tid til å få avklart lisensiering, tid til å kvalitetssikre og vekte dataene. Prosjektet har sett hvor viktig rolle data faktisk spiller. Det er derfor et ønske at det brukes ressurser på å sikre innsamling og tilgang på data. Prosjektet har testet ut mobilitetsdata fra Telia (ODM-data for et avgrenset område og avgrenset tidsrom), men de foreløpige resultatene viser at et fullstendig datasett ville gitt stor presisjon i beregninger og ny kunnskap.

Kvalitative vurderinger i langsiktig planlegging blir fremdeles viktige fremover, men prosjektet har vist at store mengder data kan supplere med nye vurderinger og støtte opp med kvantitativ argumentasjon.



Figur 42 Et utvalg data som prosjektet har testet ut.

6.3.2 Hvor står prosjektet akkurat nå?

Prosjektet mener at Jernbanedirektoratet ligger godt an til å hente ut flere nytte-effekter allerede i 2022.

- I 2020 gjennomførte prosjektet «**proof of concept**» - prosjektet bekrefter antagelser
- I 2021 ble det gjennomført tester «**pilots**» - prosjektet tester avgrensede oppgaver
- I 2022 vurderer prosjektet at det er mulig å gjennomføre en reell **case** - hente ut nytteeffekter



Figur 43 Prosjektets læringsfaser

Muligheter for videreføring med involvering fra flere seksjoner i direktoratet

Prosjektet har drøftet en eventuell videreføring med seksjonene SØTA og Innovasjon. Det meste av prosjektet som omhandler stordata og maskinlæring, samt systemdynamikk vurderes som relevant å videreføres av SØTA. De vurderer følgende muligheter for videreføring:

- Det er relevante problemstillinger som kan arbeides videre med
- I arbeidet med maskinlæringsalgoritmer er det spesielt delene som går på hvordan konkurranseflatene modelleres sammenlignet med tradisjonelle modeller, og at man kan modellere adferd/etablere ulike framtidsscenario med ulik utvikling i adferd.
- Vurderinger av generasjonsforskjeller er interessant. Behovet videre vil være å få konkretisert bruken på geografiske områder og å kunne si noe om effekter av tilbudsendringer i markedet.
- Herunder vil en casestudie være relevant. Det bør også arbeides med å se på hvordan man kan anvende metodene i *samspill med andre nødvendige deler av modelleringsapparatet*, altså modeller som lager total etterspørsel, beregner reisekostnader etc.

- Delprosjektet med systemdynamikk kan være relevant i forbindelse med scenarioanalyser, eksempelvis perspektivanalysen. Metoden må videreutvikles til å kunne analysere mer spesifikke geografiske områder, og å hensynta flere parametere, spesielt utvikling i transporttilbudet/konkurransflater. Eventuelt utvikles for å kunne kombineres med andre verktøy som håndterer dette.
- Generelt sett er det behov for en konkretisering av anvendelsesområder, og hvilke utfordringer metodene kan svares ut bør stå sentralt i en videreføring av prosjektet.

Videreføre delprosjekt for stordata og maskinlæring som en case for 2022?

Hvilken konkret case som bør følges opp med metodene fra prosjektet bør avklares nærmere. Det er ønskelig at resultatene som prosjektet har levert bør anvendes på en case som allerede «står på egne bein» og ikke er avhengig av absolutte resultater fra videreført prosjekt. For eksempel Ringeriksbanen, ny Oslo-tunnel eller tilsvarende konkrete pågående prosjekter.

En videreføring av prosjektet bør sette søkelys på dokumentasjon, slik at resultater for 2022 kan anvendes på et objektivt og selvstendig grunnlag i nye transportprosjekter som skal vurderes.

En eventuell felles tverretattlig gjennom- eller videreføring bør komme etter 2023.

Kontrakt med WSP med opsjon for videreføring

Prosjektet har jobbet med konsulenter fra WSP i Norge og Sverige. Konsulentene har internasjonal erfaring, samt innsikt i tradisjonelle transportmodelleringer i tillegg til bruk av ny teknologi på området. I kontrakten med WSP ligger den en opsjon som kan innløses dersom dette blir aktuelt.

Kontrakt med Wide Narrow i Norge med opsjon for videreføring

Kontrakten med Wide Narrow er mulig å forlenge. Her vil det også innebære at direktoratet får suppothjelp fra Wide Narrow Sweden (hovedkontor). Innløsingen av en slik opsjon betyr ytterligere hjelp og støtte til å sikre en god opplæring og innføring for de personene som tar dette i bruk. I tillegg har det vært en god læringseffekt av å få innsikt i hvordan andre organisasjoner benytter Wide Narrow i Sverige eller andre deler av verden. Prosjektet har lært en god del fra andre brukere av Wide Narrow f.eks. Glitre, Skatteverket (SE) og Trafikverket.

6.3.3 Risikovurdering

Vurdering av risiko er her gjort på et overordnet nivå og består av risiko hvis prosjektet videreføres og risiko dersom prosjektet ikke videreføres.

Hvis dette prosjektet videreføres:

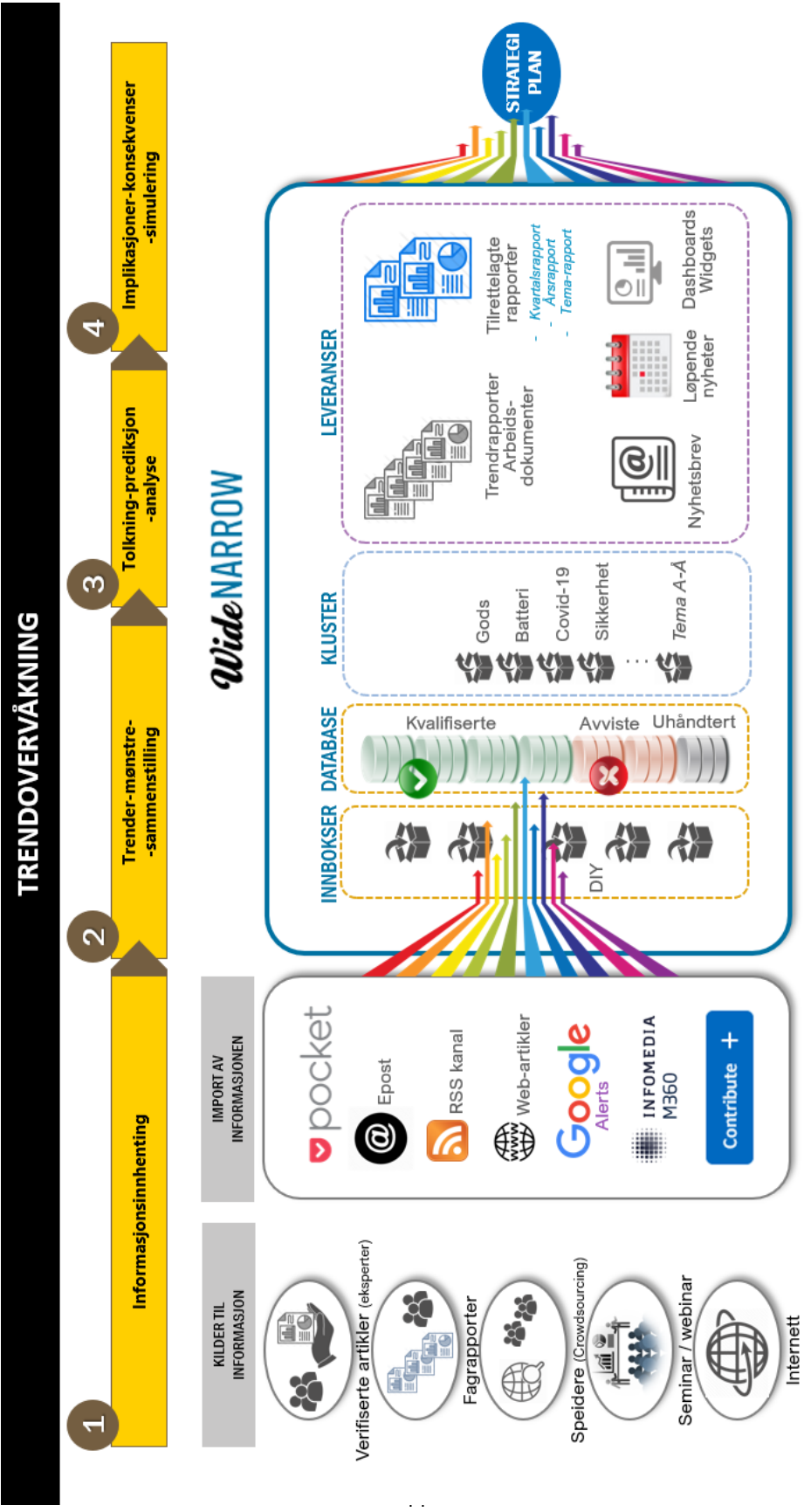
- Manglende eierskap og oppfølging av trendovervåkningsprosessen gjør at bruken og utviklingen stopper opp (produserer ikke nok eller ønskede resultater).
- En videreføring av stordata og maskinlæring bør være en supplerende prosess til et pågående infrastrukturprosjekt (stå på egne bein i 2022 slik at arbeidet ikke utelukkende er avhengig av resultatene).
- Risiko ved å ta i bruk ny teknologi (stordata og maskinlæring) – ikke nok kompetanse eller kunnskapsutvikling på området i organisasjonen til å følge det opp.
- Det er en fallhøyde i at nye prosesser kan tilsidesette eksisterende og viktige prosesser (ikke nok kapasitet og/eller feil prioritering).

Hva kan skje hvis vi *ikke* viderefører prosjektet i 2022?

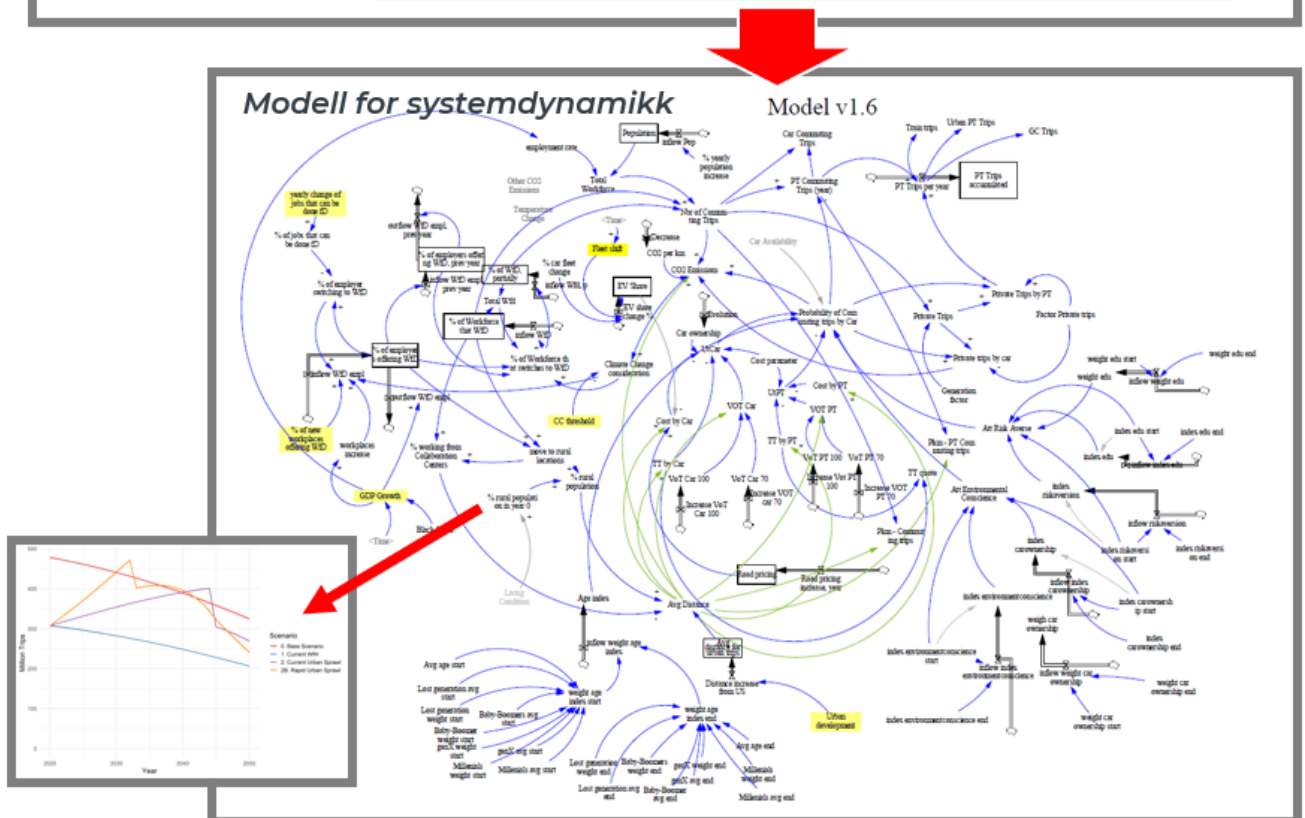
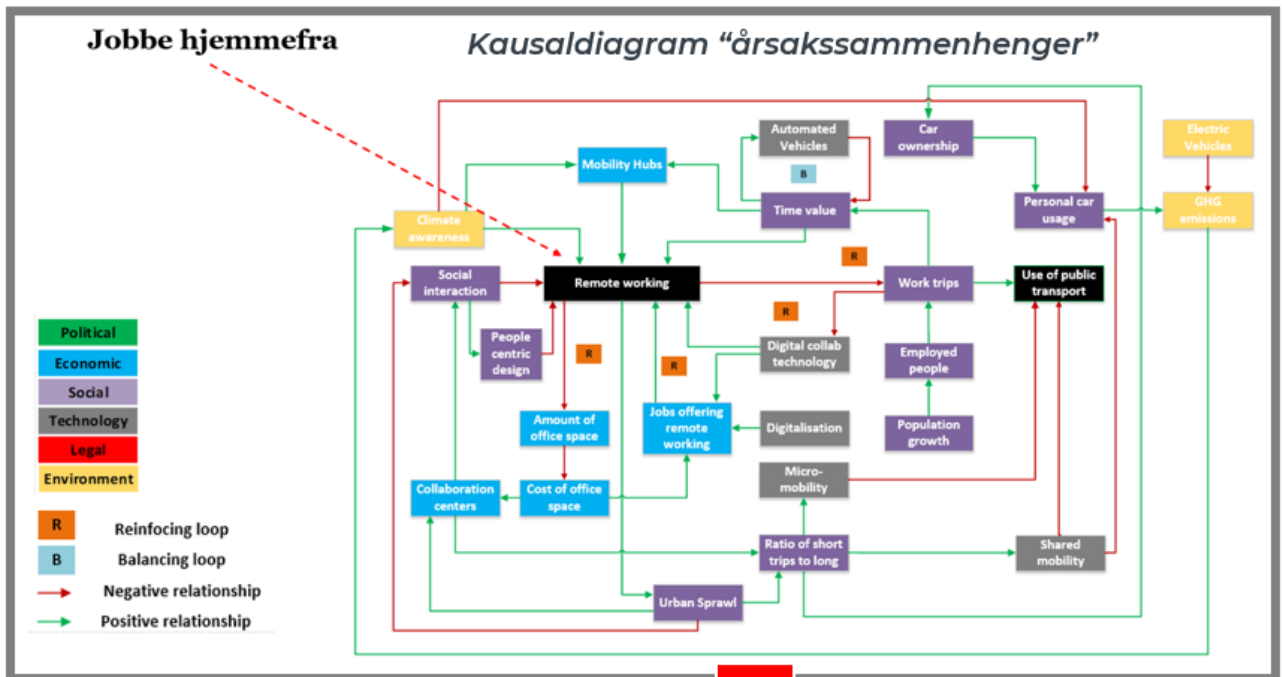
- Gå glipp av ny kunnskap som ikke er mulig å få fremskaffe på annen måte, samt forsinke muligheten for å bli mer datadrevet.
- Færre datadrevne beslutninger.
- Mindre systematikk og kontinuitet (mindre metodisk).
- Innovasjonsgraden stopper opp.
- Redusere evne til å omforme informasjon til kunnskap fra åpne kilder/data.
- Redusere evnen til å imøtekomme den raskt økende informasjonsmengden i samfunnet.

- Økt konsulentbruk.
- Betydelig redusert nytte-effekt fra erfaringene med stordata og maskinlæring (behov for å dokumentere en case slik at den kan anvendes av «hvem som helst»).
- Forsinke organisasjonens muligheter til å utvikle kompetanse på teknologien.
- Forsinke innsamling og bruk av data i direktoratet/sektoren (mindre datadrevet).
- Gå glipp av nye muligheter til å samarbeide på tvers (internt og eksternt).

Vedlegg 1 – Trendovervåkingsprosess implementert med bruk av Wide Narrow



Vedlegg 2 – Modell for systemdynamikk



*Om horisonten er diffus og deler av omgivelsene ligger i skygge, hjelper det ikke å stikke hodet i sanden.
For å kunne håndtere overraskelser er det bedre med litt sikt enn totalt mørke.*

- Tore Sager (2018), Concept, NTNU