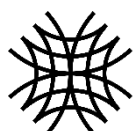




Vedlegg 3: Teknologi og FoUI

Jernbanesektorens svar på
prioriteringsoppdraget

Nasjonal transportplan 2025-2036



Jernbane-
direktoratet

BANE NOR

Innholdsfortegnelse

Forord	3
1. Teknologitiltak	5
1.1 Innledning.....	5
1.2 Digitalisering av jernbanen.....	6
1.3 Innovasjoner innen godstransport	7
1.4 Forbedre drift og vedlikehold med ny teknologi	8
1.5 Redusere kostnader i investeringsprosjekter.....	12
1.6 Felles teknologiske muligheter i transportvirksomhetene	13
2. Data og digitale tjenester på tvers av transportformer (Enturs virkeområde).....	15
2.1 Samordning av systemer og tjenester for å legge til rette for sømløs multimodal mobilitet.....	15
2.2 Felles nasjonal salgs- og billetteringsplattform	17
2.3 Deling og utnyttelse av data.....	18
3. Data og digitale løsninger for jernbane (jernbanens virkeområde)	23
3.1 Datakvalitet er avgjørende for gode analyser	23
3.2 Bedre kundeinformasjon for togreisende.....	24
3.3 Bedre informasjon om godstransportene.....	25
4. FoUI-tiltak	27
4.1 Prioritering av egen FoUI-innsats	27
4.2 FoUI og deltagelse i forskningsprogrammet Europe's Rail	27
4.3 Søkelys på utvalgte aktiviteter	29
4.4 Sektorovergripende FoUI-virkemidler og -tiltak.....	31
4.5 Styrking av FOUI-samarbeidet.....	32
4.6 FOUI-virkemidler og økt aktivitet for å ta i bruk ny teknologi.....	33
Vedlegg 1: Businesscaser for digitale tiltak	36
Vedlegg 2: Businesscaser teknologi – noen eksempler.....	46

1. Forord

Den teknologiske utviklingen har kraftig økende utviklingstakt. Førende trender for transport er fremdeles *elektrifisering, automatisering, konnektivitet (ITS) og delingsmobilitet*. I kombinasjon med et strammere økonomisk handlingsrom, stor usikkerhet og rask utviklingstakt er det viktig å anvende teknologien på riktig måte for å sikre størst mulig effekt og nytte.

Ny teknologi, og ikke minst nye måter å anvende den på, gjør det mulig å unytte jernbaneinfrastrukturen enda bedre enn for få år siden. En grunnleggende driver for de fire nevnte trendene er *digitalisering*. Digitalisering av ny infrastruktur (modellering) og eksisterende infrastruktur (infrastrukturmodeller) gir oss en digital kopi av virkeligheten, en «digital tvilling». En digital representasjon av virkeligheten gjør det mulig å utnytte alle faser i fra forskning, uttesting, planlegging, anskaffelse, bygging, drift og til vedlikehold. En faktor som er med på å prioritere en teknologi opp mot en annen er dens *modenhetsgrad*. Modenhetsgraden er i hvilken grad en nyvinning (en dings eller tjeneste) er klar for å tas i bruk og gi effekt (*eng.* Technology Readiness Level, TRL). Innovasjonsprosesser omkring dette gjøres kontinuerlig og metodisk, fra utforskning av muligheter frem til konsepter og prototyper. I tiden fremover satses det spesielt på å få levedyktige prototyper *implementert* i og rundt infrastrukturen for å sikre økt nytteverdi.

Med et begrenset handlingsrom i årene som kommer vil derfor satsning på teknologi som muliggjør denne utnyttelsen være svært viktig. Med en betydelig satsning på teknologi og fornyelse kan jernbanen redusere, eller utsette investeringstidspunkter, uten å nødvendigvis øke etterslepet av vedlikeholdsoppgaver.

Prioritering av tiltak i tre deler

Teknologi

I dette dokumentet er ikke de teknologiske områdene prioritert innbyrdes, men gjengitt i mange eksempler. Eksemplene kan være påbegynte prosjekter eller områder som det bør eller kan satses videre på. Eksemplifiseringen gjelder også «business case»-tilnærmingen (gjengitt i vedlegg 2) fordi det er en uttømmende liste over mulige «cases». Likevel er det noen naturlige prioriterte satsningsområder for de teknologiske områdene. Digitaliseringen av jernbanen som kommer av investeringen i ERTMS, fremtidig utvikling av automatisk togfremføring (ATO), ny togradio (FRMCS), bedre nettdekning om bord i togene, automatisk kobling av vogner (DAC), elektrifisering av ikke-elektrifiserte jernbanestrekninger, smart og prediktivt vedlikehold, tverrsektorielt prosjekt for deling av data. En videre digitalisering av jernbaneinfrastrukturen er viktig, herunder strategisk satsning på bruk av sensorer i og rundt infrastrukturen, utnytte bygningsmodellering i bygging av «digitale tvillinger», og utvidet satsning på bruk av maskinlæring og stordata.

Data og informasjon på tvers

En digitalisering av infrastrukturen omkring de kundefokuserte systemene for gods- og kundemobilitet blir stadig viktigere. En mer datadrevet transportsektor krever en økt nasjonal satsning på bedre integrering av systemer for salg og billettering, reiseinformasjon, informasjon om godstransportene, deling av data (også for planlegging og forskningsformål) etc. Samfunnets forventning til tilgjengelig informasjon om tjenestene de benytter øker like raskt som den teknologiske utviklingen. Å få levert riktig informasjon til riktig tid, spesielt i avvikssituasjoner er forventet. I tillegg vil et enhetlig tilgangspunkt for data og informasjon øke cybersikkerheten for samfunnet, virksomhetene, kundene m.v. Oppbyggingen av en felles digital infrastruktur for transportsektoren er bestemmende og vil bli et «nav» i satsningen for å utnytte eksisterende

infrastruktur. Funksjonen til «navet» kan nyttiggjøres på flere områder og sektorer, og kan således være en samfunnsmessig strategisk viktig satsning.

FOUI-tiltak

Utgangspunktet for FOUI-tiltakene er utviklingsbehovet og utfordringer i jernbanesektoren, der målet er å få til effektive og bærekraftige løsninger. I FOUI-arbeidet vil det de neste årene satses spesielt på forskning og prosjekter som bidrar til økt driftsstabilitet. For å styrke FOUI-innsatsen for pilotering foreslås det å opprette et målrettet jernbane-program for FOUI dedikert til å jernbaneutfordringer, spesielt formål som bidrar til å utnytte eksisterende infrastruktur og gi bedre driftsstabilitet.

Om rapporten

Denne rapporten er utarbeidet i et samarbeid mellom Jernbanedirektoratet, Bane NOR, Entur og Norske tog. Kapittel 2 er skrevet av Entur og kapittel 3 av Bane NOR.

2. Teknologitiltak

2.1 Innledning

Jernbanens fortrinn

Fremtidens transport skal være sikker, utslippsfri, ikke belaste klima og miljø, lite arealkrevende og ha høy kapasitet. Jernbanen tilfredsstiller i stor grad dette, men har også utfordringer med tanke på kapasitet og utslipp fra ikke-elektrifiserte strekninger og anleggsfasen. Bruk av teknologi er et viktig verktøy for å oppnå effektivitet, bedre beslutningsgrunnlag og økt kapasitet for reisende og godstransport på jernbane. Ny teknologi vil innebære store utviklingsmuligheter for jernbanen, også i samspill med andre transportformer.

Ta vare på infrastrukturen med ny teknologi

Ny teknologi er et godt hjelpemiddel for å ta vare på og forlenge levetiden til slitt, og til dels utdatert jernbaneinfrastruktur. Å ta i bruk ny teknologi på nye måter fordrer å ta vare på infrastrukturen samfunnet allerede har investert i på en mer effektivt. Overgangen mellom ny og gammel teknologi gir ofte en «gråson» hvor både nye og gamle løsninger er akseptable. For jernbanen som system, vil derfor ny og gammel teknologi operere side om side i mange år. Derfor er satsning på teknologi for bedre drift og vedlikehold betydningsfullt, særlig når målet er å øke antall avganger, redusere forsinkelser og kostnader.

Behov for ny teknologi i store investeringer

Teknologi som verktøy kan bidra til mer effektiv planlegging og gjennomføring av investeringsprosjekter. I tillegg kan ny teknologi muliggjøre prosjekter som tidligere ikke var mulig å gjennomføre. For eksempel produserer nye sensorer store mengder data som kan analyseres med kunstig intelligens og gi oss innovative løsninger som var umulig for få år siden. I Europa er det allerede satt i drift tog med batteridrift. Dette åpner et mulighetsrom også i Norge. Noe som gjør investeringer i ny infrastruktur mer fleksibel enn tidligere.

Elektrifisering gir forbedring av klima og miljø

Måler vi transportsektorens elektrifiseringsgrad som andel av totalt energiforbruk er banetransport 79 prosent elektrifisert, i motsetning til veitransport (1,3 prosent), sjøfart (1 prosent) og luftfart (0 prosent)¹. Selv om jernbanetransport har lave utslipp, er det likevel nødvendig å redusere både kostnader og kutte utslipp ytterligere der det er mulig. I følge «Parisavtalen»² må utslippene fra transportsektoren reduseres med 45 prosent innen 2030, og bli netto nullutslipp innen 2050. Det vil si at så godt som alle transportformer blir 100 prosent elektrifisert eller nullutslipp i 2050. Samspillet mellom transportformene blir derfor viktigere enn tidligere for å oppnå en sømløs person- og godstrafikk.

¹ i.) Referanse til Perspektivanalysen – Jernbanen mot 2050 (2019), illustrativt hefte «Jernbaneperspektiver 2050». ii) Energiforbruk målt i MJ (megajoule).

² Eller med referanse til EUs grønne vekststrategi (The European Green Deal), se [Regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

2.2 Digitalisering av jernbanen

Digitalisering vil bidra til med å effektivisere forvaltningen av jernbaneinfrastrukturen gjennom tilgang til relevante data og pålitelig grunnlag for analyser og beslutningstøtte.

Jernbaneinfrastrukturen består av mange fysiske komponenter, og det er ønskelig å få informasjon ved å montere sensorer som vil produsere data. Ved å disponere en modell av infrastrukturen (digital tvilling) er det mulig å simulere tilstand, beregne effekter av tiltak og eventuelt predikere atferd til systemer, inkludert konsekvenser for trafikktilbudet.

Erfaring fra øvrige infrastrukturforvaltere, og andre sektorer, viser at digitaliseringsmetoder og verktøy utvikler seg raskt innen blant annet kunstig intelligens, fysisk miniatyrisering og lignende, samt at jernbaneinfrastrukturen kan utvikle og få god effekt av å ha digitale tvillinger. En slik utvikling vil gi bedre håndtering av uventede hendelser og avvik, økt automatisering og kapasitet, tilstandsbasert og prediktivt vedlikehold og andre prosesser som kan forbedres, samt gi økt verdi i seg selv.

Nytt signalsystem for jernbanen (ERTMS)

Det felleseuropeiske digitale signalsystemet European Rail Traffic Management System (ERTMS nivå 2) bygges nå ut langs jernbanen i Norge. ERTMS vil gi færre tekniske signalfeil og dermed kunne bidra til at flere tog er i rute. En annen følge av betydelig færre objekter i og ved jernbanesporet som gir redusert kompleksitet og enklere drift og vedlikehold. ERTMS gir et mer enhetlig system, hvor togfremføring overvåkes i sanntid med data og posisjon om toget. Systemet vil gi kontinuerlig flyt av informasjon både til togledere og de reisende via reiseinformasjonssystemer, som derved kan ta bedre informerte beslutninger. Digitaliseringen med ERTMS gjør det mulig å ta i bruk flere nye teknologier.

Automatisk togoperasjon (ATO)

Når det digitale signalsystemet «ERTMS nivå 2» er på plass vil det bli mulig å legge til mange nye funksjoner som vil føre til ytterligere forbedring for styring av togene og bedre brukeropplevelser for kundene. Ved å innføre automatisert togdrift (Automatic Train Operation – ATO) via «ERTMS nivå 3», sammen med framtidig standard for kommunikasjonssystem FRMCS for jernbaner i Europa, vil effekten og nytten av investeringene i ERTMS økes ytterligere. Med ATO kan togdriften effektiviseres i både tidsbesparelser og energibruk. Togene kan bli selvkjørende og avpasse hastigheten for å sikre optimal flyt i togfremføringen. Kombinasjon av ERTMS nivå 3 og ATO gjør det mulig å redusere reisetiden, øke kapasiteten. Økt kapasitet forventes særlig på dobbeltspor, hvor ERTMS nivå 3 gjør at togene kan kjøres tettere enn dagens ERTMS.

Digitale automatiske koppel (DAC)

Europa er i et globalt perspektiv alene om å fortsatt koble sammen godstogene manuelt. Derfor vil innføring av digitale automatiske koppel - DAC (Digital Automatic Coupler), sammen med øvrig digitalisering av godstogene, revolusjonere den operative godstransporten på jernbane. DAC vil muliggjøre automatisering av manuelle operasjoner som i dag er ressurskrevende, tidkrevende og innebærer risiko for både akutte og kroniske arbeidsskader. Innføringen av DAC er mulig å realisere på kort tid fordi utviklingen av teknologien og planlegging av implementering, inkludert finansieringsstrategi, pågår i en rekke europeiske land. Automatisering av bremseprøve og vognvisitasjon inngår i teknologiene som utvikles sammen med DAC. Dette vil innebære en reduksjon av transporttiden for alle europeiske godstog med minst en halvtime. Standardisering, tilpasning og utrulling klargjøres slik at 400-500 000 vogner og over 20 000 lokomotiver i Europa kan få automatisk

koppel innen få år. For Norges del handler det om omtrent 2 000 godsvogner og mellom 150 og 200 lokomotiver. En automatisk kobling av persontogvogner kan gi lignende effekter for persontransport på bane. DAC er en forutsetning for å kunne innføre ERTMS nivå 3.

Nytt togradiosystem (FRMCS)

Kjøring av tog er avhengig av et togradiosystem som kan formidle togfremføringsrelatert tale og data mellom trafikkstyringssentralen og operative enheter/funksjoner langs jernbanenettet. Dagens togradio er GSM-R, et system basert på 2G-teknologi som er likt for hele Europa. I løpet av kommende 10-års periode vil systemstøtten fra leverandør opphøre. EU arbeider med en standard for nytt togradiosystem Future Railway Mobile Communications System (FRMCS), basert på 5G-teknologi, som skal erstatte GSM-R. FRMCS vil være en tjenesteplattform som er uavhengig av teknisk kommunikasjonsløsning, og dermed robust for fremtidige teknologiske endringer (5G, 6G, satellittkommunikasjon mv.). I samsvar med samtrafikkforskriften må denne standarden implementeres i Norge. EU vil ikke fastlegge hvem som skal eie infrastruktur eller hvem som skal levere telekommunikasjonstjenesten i det enkelte land. FRMCS forventes å ha kapasitet for å overføre større datamengder, som i praksis vil være avhengig av den tekniske kommunikasjonsløsningen som hvert land velger å etablere.

Bedre mobil nettdækning for passasjerer ombord i togene

Reisetiden har en verdi fordi «tid er penger». Dette er et begrep som har betydning for de reisende. Det er gjerne to kategorier med reisende: «de som ønsker at tiden skal vare» som typisk er turister eller fritidsreisende, og «de som ønsker at tiden skal gå raskt» som typisk er pendlere eller forretningsreisende. God mobil nettdækning i togene er noe alle ønsker seg for å få til «nyttig tid på reisen». Den samfunnsøkonomiske analysen i konseptvalgutredningen for bedre nettdækning viser at tiltaket er svært lønnsomt for samfunnet, spesielt fordi effektene treffer et stort geografisk område. Dette tiltaket viser at kvalitetsaspekter ved reisen også kan gi gode effekter, ikke bare de tradisjonelle verdiene som spart reisetid og flere togavganger. Bedre nettdækning langs togsporet er gunstig for godstransporten som også blir mer digitalisert. Et annet tiltak som kan øke nettdækningen på toget er å erstatte den solreflekterende metallfilmen som ligger i vindusglassene på togene med nye som ikke stopper radiosignaler fra utsiden av toget.

2.3 Innovasjoner innen godstransport

Gods på bane er mer etterspurt enn tidligere. Godstiltakene som er iverksatt, bidrar til et kostnadseffektivt og miljøvennlig transportmiddel med mål om å bedre lønnsomheten og gi et konkurransedyktig næringsliv.

Det foregår også forskning på å optimalisere utnyttelsen av havneressursene (lastebiler, trailere, containere, tog, skip og kraner) og godsflyt. For eksempel gjennomføres det i Trondheim et SINTEF-prosjekt «Autoport – for forbedring av havnelogistikk ved bruk av optimalisert maskinlæring, hvor endemålet er å få til autonome havneoperasjoner». Noen av lærdommene fra Autoport planlegges ført videre inn i arbeidet for sømløs planlegging (over grenser og mellom terminaler) i Europes Rail.

Eksempler på automatiserte og miljøvennlige lasteløsninger for gods:

- **Automatiserte kranoperasjoner på Alnabru**
De nye kranene som tas i bruk på Alnabru har allerede mulighet til at noen av de horisontale bevegelsene kan skje autonomt og med mulighet til å bygge ut funksjonalitet i framtida. Kan

forutsette alt nytt lasteutstyr som anskaffes vil ha muligheter for autonomlasting og lossing. Begrensningene vil ligge i jernbanen og systemene rundt evne til å ta i bruk teknologien.

- **Elektrifisering av terminaldrift på Nygårdstangen**
Bane NOR jobber med elektrifisering av terminaldriften for eksempel Nygårdstangen i Bergen som en pilot. Utvikling av løsninger for dette skjer også i stor grad i leverandørindustrien.
- **Delingsmobilitet / multimodale løsninger – også for gods**
Langvarig erfaring innenfor delingsmobilitet i godstransporten finnes, i kombinasjon med godt etablerte aktører og kommersielle løsninger for deling av transportmiddel eller andre logistikkfunksjoner. Videreutviklingen av delingsmobilitet innenfor gods vil fortsette, men trolig mest hos de etablerte aktørene (samlastere, spedisjonsfirma etc.), og ofte i form av bedre dataløsninger eller nye produkter. Sannsynligvis vil ikke de nye løsningene være spesialisert i forhold til jernbane, men multimodale som inkluderer jernbane.
- **Magnetisk levitasjon for effektive terminaloperasjoner**
Innovasjonsarbeidet innenfor den kommende transportformen «hyperloop» gir muligheter for å implementere deler av teknologien på dagens infrastruktur. For eksempel er det flere demoprojekter i Europa som tar i bruk magnetisk levitasjon («maglev») for å effektivisere terminaloperasjoner ved å sende gods på «spor laget av magneter». Dette reduserer behovet for bruk av truck- og kranoperasjoner.

2.4 Forbedre drift og vedlikehold med ny teknologi

Digitalisering av komponentene i infrastrukturen gir bedre planlegging (digital tvilling)

Digitalisering av komponentene i jernbaneinfrastrukturen (objekter og deres funksjonalitet) er en forutsetning for å jobbe effektivt og fremtidsrettet med planlegging og utvikling av transporttilbud. Ved å videreutvikle en standardisert digital infrastrukturmodell (DIM) vil det bidra at materiellanskaffelser og infrastrukturtiltak (vedlikehold, utbygging og fornying, inkludert ERTMS) kan gjøres raskere, mer enhetlig og presist enn i dag. Endemålet med å digitalisere all infrastruktur er å skape en «digital tvilling». Selv om den største gevinsten ligger i redusert tid og kostnader, så er det et stort antall systemer innenfor ruteplanlegging og trafikkinformasjon som baseres på felles informasjon om infrastrukturdata som vil oppleve stor nytte. For eksempel er DIM (informasjon om hastighetsprofiler, kurvatur, stigning/fall, plattformlengder og stasjonsutforming), sammen med en digital modell av togene (togenes egenskaper), en forutsetning for å jobbe effektivt med digital ruteplanlegging på mellomlang sikt. Effektene av å ha en digital tvilling og kunne modellere infrastrukturen er å gi svært målrettede tiltak i infrastrukturen.

Forvaltning av jernbaneinfrastruktur

For å effektivisere vedlikehold jobber Bane NOR gjennom et program «På rett spor» hvor målet er å få innsatsen på drift og vedlikehold standardisert, dokumentert og målbart. Blant annet omhandler dette piloten «Systematisk datadrevet vedlikehold», som bygger videre på tidligere arbeid med sensordata. Gjennom bruk av sporovervåkingsappen får vi tilgang til sensordata og har mulighet til å få informasjon om utviklingen i tilstand på infrastrukturen. Andre piloter i programmet er driftskonsept for overvåking, som bidrar til at generiske kontroller byttes ut med sensorovervåking og nye former for tilstandskontroll og vedlikehold.

En strategisk satsning på sensorer

Mulighetene for å skaffe seg data om tilstanden til infrastruktur i ett lukket jernbanesystem er avgjørende for å analysere problemer før de oppstår og sikre effektive tiltak tidsnok. Sensorer er ofte omtalt som Internet of Things (IoT) og er en enhet som måler en fysisk eller kjemisk tilstand, og konverterer denne til tolkbare data. Droner med kamera er også sensorer som får stadig større anvendelsesområde. I dag masseproduseres det sensorer til en lav kostnad, slik at det er en god strategi å installere mange sensorer i jernbaneinfrastrukturen. Gammel infrastruktur vil kreve en del forskning og pilotering for å finne metoder som vil avdekke tilstanden. Regelverk bør oppdateres for å imøtekomme nye metoder for inspeksjon.

Eksempler på bruk av sensorer:

- **Sensorer / IoT: Tilstandsovervåkning og automatisert inspeksjon av stålbruer**

Innsamling av bilder og data med droner er en effektiv måte å utføre inspeksjon på. Bildeanalyse basert på maskinlæring og store datamengder kan brukes for å avdekke tilstanden på f.eks. stålbruer. Mer informasjon om tilstanden gir reduserte reparasjonskostnader, riktig prioritering for vedlikehold av bruer, økt fortrolighet omkring brusikkerhet, mer bærekraftig å utnytte eksisterende bruer lenger enn å bygge nye, samt effektiviserer og endrer behovet for bruinspeksjon. Metodene kan avdekke rimelig korrekt hvor vedlikeholdsinnsetningen bør fokuseres. Regelverk for bruinspeksjon og bruforvaltning bør endres slik at ny teknologi kan benyttes i større grad.

 - **Sensorer / IoT: Analysemodell for å prioritere levetidsvurderinger av bruer i stål**

Det finnes omtrent 900 jernbanebruer i stål i det norske jernbanenettet, og de aller fleste av disse har vært i drift i mer enn 50 år. En analysemodell basert på data fra likeartede bruer er en effektiv måte å kategorisere og prioritere hvilke bruer som trenger vedlikehold uten å inspisere alle samtidig. Piloter for kan utføres på f.eks. Dovre- og Bergensbanen.
 - **Sensorer / IoT: Lastmodell for levetidsvurderinger i forhold til utmatting av bruer i stål**

Lastene på jernbanen har endret seg til høyere aksellaster og oftere avganger, slik at utmattingsbrudd er et alvorlig og høyst reelt problem. Forskning på utmatting av stålbruer vil gi innsikt i hvilke bruer som er mest utsatt slik at målrettet vedlikehold kan iverksettes på disse. Nøyaktigheten til levetidsvurderinger må bedres i alle ledd gjennom datainnsamling og kalibrering av numeriske modeller for laster, responsestimering, utmattingsmotstand og utmattingskade. Det er behov for forskning på nye sensorer og metoder. Piloter kan utføres på «Testarena Hell», hvor 114 år gamle Hell bru står som testanlegg.
- **Sensorer / IoT: Måling av kjøretøy og infrastruktur fra om bord i tog i trafikk**

Moderne tog har innebygde sensorer og algoritmer som i normal drift kan overvåke kjøreledning eller sporgeometri og vognhjul. Overvåkingen kan gi reduserte reparasjonskostnader (tog og infrastruktur) ved å reparere på riktig sted til riktig tid, samt at øker sikkerheten ved å redusere risikoen for skade. Systematisk lagring og behandling av måledata bør prioriteres slik at de blir tilgjengelig for forebyggende vedlikehold og forskning. Norske Tog ønsker, sammen med Togprodusenten Stadler, å iverksette tilstandsbasert vedlikehold på Flirt-togene. Dersom det er mulig å finansiere dette prosjektet, har det stort potensiale for å drive vedlikehold av tog, og på sikt deler av infrastruktur, på en kostnadsbesparende måte.

- **Visuell videoinspeksjon og bildegjenkjenning**

Bane NOR som infrastrukturforvalter effektiviserer vedlikehold ved å ta i bruk ny teknologi. Videoinspeksjon med bildegjenkjenningsmetoder vil lede til nye vedlikeholdsrutiner og utvikle metoder som krysser flere fagfelt. Resultatene fra videoinspeksjoner behandles digitalt med algoritmer. De innsamlede data og beregninger gir grunnlag for å estimere restlevetid og eventuelle trafikale gevinster. Erfaringer fra pilotering gir mulighet til å dimensjonere en spesifisering til en plattform for nødvendig lagrings-, beregnings- og overføringsbehov, basert på en åpen standard som sikrer en spredt leverandørindustri. En annen viktig effekt er å lage en strategi for en enhetlig plattform som kan benyttes på målevogn, arbeidsmaskin, flyvende eller rullende droner, og tog i ordinær trafikk, i tillegg til fastmonterte sensorer. Målet er å kunne hente ut relevant informasjon ved mistanke om avvik i henhold til en gradering av farenivåer, samt sørge for en tilpasset korresponderende rekke av tiltak som kan operasjonaliseres.

Eksempler på satsning for redusert klimaavtrykk, økt levetid og utnyttelse av eksisterende materiell:

- **Alternative og hybride fremdriftsløsninger for kjøretøy som i dag kjører på diesel**

Fordi teknologien for fremdriftsform på lokomotiver har gjort betydelige fremskritt, kan det i dag vurderes batteridrift, hydrogendrift og hybriddrift. For eksempel kombinasjon av batteri- og hydrogendrift sammen med ordinær strømforsyning. Hybride togtyper kan da kjøres på både elektrifiserte og ikke-elektrifiserte banestrekninger. Det er ikke gitt at nye løsninger er bedre enn en dagens helelektrisk fremdriftsform, og det er mange faktorer som må vurderes for å gi en god oversikt. Disse vurderingene omfatter kostnader, fordeler og ulemper ved ulike driftsformer, livsløpskostnader og sirkulærøkonomi, samt en vurdering av behovet for ombygging eller utskifting av kjøretøy og maskiner på sporet. Behovet for fremdriftsform kan gi seg utslag i ulike konsepter for godstransport, persontransport og sporgående arbeidsmaskiner. Det er igangsatt en konseptvalgutredning for å vurdere hvilket konsept som vil gi optimale utslippsreduksjoner på jernbanen.

- **Batteriteknologi tilpasset jernbane i arktiske strøk (MoZEEs's case 2023-2024)**

I forhold til hybride jernbanekjøretøy (med batteridrift i tillegg til ordinær elektrisk drift er det behov) som inkluderer batteri er behov for å finne optimal ytelse i forhold til vekt, volum, ladetid, sikkerhet, klimatiske forhold og hvordan batterier blir slitt. Det eksisterer mange kjente utfordringer med degradering av battericeller som utfordrer batteriers bruksområder og levetid. Forskning på batterier med tilhørende styringssystemer, er også relevant for ferger og anleggsmaskiner. Det er et fremvoksende miljø for forskning og produksjon i Norge, hvor IFE (Institutt for energiteknikk) er en sentral aktør. Forskningen vil være et viktig bidrag for å hente ut optimal kost-nytte-effekt for hel- og del-elektrifiserte togstrekninger og lading ved stillstand under norske forhold. Næringsutviklingen, med etablering av omkring åtte batterivirksomheter, vil være i verdensklasse. Satsningen vil bidra til å redusere klimagassutslipp i transportsektoren.

- **Redusere utslipp på eksisterende dieseldrevne lokomotiver**

Fornybar diesel, eller såkalt HVO (*eng.* Hydrotreated Vegetable Oil), kan erstatte vanlig diesel 100 prosent, og kan brukes direkte i dieselmotorer uten, eller med minimale tilpasninger. Norske Tog ser på system for å oppnå en renere forbrenning,

hvor nytt konsept for innsugs- og eksosventiler tillater betraktelig forbedret strømming av gassene.

- **Forskning eller anskaffelse av hybrid sporgående arbeidsmaskin**
Vurdere ombygging eller anskaffelse av en sporgående arbeidsmaskin med nullutslippsløsning for å finne optimal kombinasjon av energibærer for denne typen operasjoner langs jernbanen.
- **Ta vare på energi med regenerering av energi fra retarderende tog**
Jernbanen er i stor grad elektrifisert, og i 1999 introduserte Jernbaneverket idéen om å sende overskuddsenergien tilbake i strømforsyningsnettet ved nedbremsing. Erex-systemet ble først formalisert som et Nordisk samarbeid i 2004, og senere under navnet European Partnership for Railway Energy Settlement Systems (ERESS)³. Det er gratis å være med i ERESS. Systemet har potensiale for å spare 15-30 prosent av energien⁴ som reduserer bremseslitasje, klimaavtrykk og øker konkurranseevnen.
- **Anvendelse av ny teknologi på eksisterende infrastruktur**
Utvikling av ny teknologi rundt hyperloop kan tas i bruk på eksisterende jernbane i dag. Magnetisk levitasjon er en fremdriftsmetode som skal benyttes i hyperloop, men som nå tas i bruk for å gi lokomotiver og vogner ekstra skyvekraft. Det kreves således ettermontering av permanentmagneter på lok og vogner som samvirker med en lineærmotor montert i skinnegangen i bakker der det er behov for ekstra skyvekraft. Teknologien kan også benyttes for å flytte gods og containere effektivt rundt på et havne- eller terminalområde. Dette fjerner noe av behovet for trege og kostbare truck eller kranoperasjoner, men kan samvirke med eksisterende infrastruktur.
- **Nye bremsebelegg for passasjertog og godsvogner for å redusere støy**
En vesentlig del av støyen fra godstog skyldes bremsesystemet med støypejernklosser som virker på løpebanen. Ved å bytte til ulike blandingsmaterial i bremseklossene (kompositt eller sintret metall) kan hindre ujevn oppvarming og permanente deformasjoner og dermed redusere dannelse av urunde hjul. Støy er en miljøutfordring og EU har bestemt å redusere støyen, hvorav støysvake bremseklosser er ett tiltak. Det forskes på hvilke materialer som gir best bremseeffekt under alle værforhold og reduserer støyen mest. Forskingen hittil viser en reduksjon på inntil 10 dB.
- **Skinne- og hjulsliping gir redusert støy, friksjon og økt levetid**
Rullefriksjonen mellom jernbanehjul og skinner er en tiendel av friksjonen mellom lastebilhjul og asfalt. Tradisjonelt sett utføres skinnesliping for å bidra til holde friksjonen lav, bidra til økt oppetid og sikkerhet ved bedre sporkvalitet, økt levetid for skinner, redusert støy til omgivelsene og bedre komfort i togene. Avhengig av slitasje og tilstand på skinner vil det utføres preventiv eller korrektiv skinnesliping, og i noen tilfeller for tilpasning av skinner til

³ <https://eress.eu/>

⁴ Noen operatører med nyere tog rapporterer om besparelser på inntil 35 %

spesialprofil. I den senere tid er det utviklet effektive maskineringsprosesser, hvor roterende verktøy med kutteblader fjerner materiale, ofte ved hjelp av en fres, såkalt «skinnefresing».

- **Belastningsmålinger på skinnegang**

Forskning på tungbane i arktiske strøk gjøres i Narvik i et felles forskningsmiljø mellom Bane NOR, SINTEF, UiT Narvik på Ofotbanen. Det er montert sensorer (strekklapper) på skinnelegemet mellom Kiruna-Narvik, nærmere bestemt på Haugfjell for å måle sporkrefter. Dataene om belastninger på skinnegangen sendes til Sverige for prosessering. Resultatene fra dette arbeidet har økt aksellastkapasiteten fra 30 til 32 tonn, og det forsøkes på om denne kan økes ytterligere. En del av denne forskningen vurderer også bruk av betongsviller med ulike polstringer (pads) mellom skinnegang og sviller. Ofotbanen er den mest lønnsomme jernbanestrekningen i Norge, og det er få tungbaner i verden, noe som gjør forskningen unik.

- **Georadar-verktøy kartlegging av infrastruktur under bakken**

Bruk av georadar-teknologi kan redusere kostnader og øke måloppnåelse. Undersøkelser i spor gir for eksempel evaluering av ballastens tilstand i forhold til tykkelse ballast, finstoffinnhold og subballast, men også tilstanden til drenering og annen infrastruktur i/under ballasten. Eksempler på steder hvor georadar er testet: Drammen stasjon (kartlegging av infrastruktur under bakken) og Bærumstunnelen (undersøkelse av betonghvelvet).

- **Tidlig varsling av skred og flom**

Bruk av forbedret flomberegningsmetodikk for små nedbørfelt ved hjelp av nye verktøy kan bidra til bedre oversikt over flomfare. Vanlige problemstillinger inkluderer vannmetning i fylling, jordskred mot banen og mye vann i stikkrenner. Det er aktuelt å benytte banekart for å vise flomfare. Det foregår både forskning på området og utvikling av konkrete løsninger for å predikere skred og flom.

- **Sikring av planoverganger med ny teknologi**

I Norge er det totalt 3423 registrerte planoverganger, og omtrent 1 685 er på strekninger med regulær trafikk, hvorav over 1300 er uten veisikringsanlegg dvs. usikrede overganger. Det er en omfattende oppgave å sikre overganger, men ny teknologi kan gjøre det rimeligere å finne akseptable løsninger for varsling/sikring av planovergangene. Å kombinere teknologier for nøyaktig togposisjon (ERTMS), sensorer, maskinlæring og bildeanalyse kan gi innovative og kostnadsbesparende løsninger.

- **Hindre dyrepåkjørsler med aktive og passive tiltak**

Løsninger for å redusere dyrepåkjørsler er komplekse og ressurskrevende, særlig de fysiske tiltakene som rydding av vegetasjon og sette opp gjerder er kostnadsdrivende. For mange gjerder vil også hindre dyrs bevegelser. Bane NORs tiltaksplan involverer mange ulike tiltak og som inkluderer mange parter og samarbeidsprosjekter. Forskning på temaet har ledet til ny kunnskap som kan hindre påkjørsler med bruk av teknologi. Dette forskningsarbeidet bør fortsette slik at ny kunnskap og nye teknologisk innovative løsninger kan bidra til å redusere dyrepåkjørsler.

2.5 Redusere kostnader i investeringsprosjekter

Transportsektoren har fått skjerpede krav til reduksjon av klimagassutslipp og mer effektiv ressursbruk, samt økt nytte av investeringene. Endret handlingsrom og lavere økonomiske rammer kan påvirke utviklingen av jernbanen. Kostnadsbesparende løsninger, samt vurderinger av nye

muligheter som ny teknologi og digitalisering gir for transportsektoren, må synliggjøres og nyttiggjøres i større grad.

Eksempler på kostnadsreducerende tiltak:

- **Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) med forsterket og mikset virkelighet (VR, AR, MR)**
Bane NOR har lagt et premiss om fullstendig digitalisering for all fremtidig bygging av infrastruktur. Å digitalisere et jernbaneanlegg gjennom hele livssyklusen med bygningsinformasjonsmodellering (BIM) vil gi effektive verktøy for utredning, plan, bygging, forebyggende drift og vedlikehold. En slik digitalisering vil redusere livsløpskostnader betydelig. BIM legger også grunnlag for å utarbeide virtuelle modeller (VR) som gir unike muligheter til visualisering og simuleringer av infrastrukturen (AR/MR) gjennom digitale tvillinger. Videre gir BIM mulighet for stordata-analyserer, håndtere økende kompleksitet, redusere feil, øke kvaliteten, standardisere utførelse innenfor ulike fagområder, bedre informasjonsflyt mellom dagens systemer, forbedre FDV-dokumentasjon og ikke minst bidra til effektivisering for de store investeringsprosjektene. Det gjenstår fortsatt en del arbeid før potensialet er utnyttet.
- **Konstruksjonsmaterialer**
Betong er et av de mest brukte byggematerialene i dag og Bane NOR bidrar med å redusere mulig CO₂-utslipp ved å satse på prosjekter som for eksempel gjenbruk av tunnelstein som tilslag i betong. Dette gir en kostnadsbesparing i form av mindre transport og mindre behov for arealer til deponier. Slike prosjekter sikrer god kunnskap om problematikken og utvikler pålitelige testmetoder som senere kan benyttes i fremtidige jernbaneprosjekter som ønsker å utnytte tunnelstein og andre overskuddsmasser. Stål har lenge blitt benyttet på jernbanen, men med årene har bruene blitt eldre og belastningen tyngre. Jernbanedirektoratet og Bane NOR har satsset på utdanningsinstitutter som NTNU til å forske mer på restlevetid av eldre stålbruer. Tidligere beregningsmetoder har vært konservative og det jobbes med å redusere usikkerheten ved å gjøre laboratorietester på bruer for utmatting samt gjennomføre måleprogrammer på bruer før de tas ut av drift. På sikt kan denne type arbeid være med på å revurdere sikkerhetsfaktorene for utmattingsberegninger av jernbanebruer i stål.

2.6 Felles teknologiske muligheter i transportvirksomhetene

I transportvirksomhetenes svar på utredningsoppdraget 22. januar 2023 ble det identifisert teknologier som alle transportvirksomhetene jobber med. Teknologiene vil benyttes ulikt i de respektive transportvirksomhetene, men har mye til felles. Det er antatt at ved å samarbeide tettere omkring disse tverrgående teknologiene vil det gi større synergier, samt sikre mer enhetlig bruk og implementering.

Temaer som er kartlagt som felles er følgende:

- Sensorer / IoT
- Droner
- BIM / digitale tvillinger
- Cybersikkerhet
- Samfunnssikkerhet / sårbarhet
- Maskinlæring og kunstig intelligens
- Regelverk og standardisering
- Robust posisjonering

- Batteriutvikling
- Deling av data, lagring / stordata

3. Data og digitale tjenester på tvers av transportformer (Enturs virkeområde)

I 2019 ble det gjennomført 718 millioner reiser med kollektivtrafikk i Norge. Gjennom flere år har kollektivandelene vokst, spesielt i byområdene. Så kom pandemien, og ved utgangen av 2022 var antall reiser på om lag 90 prosent av 2019-nivået, mens biltrafikken i byområder og spesielt elbil har styrket sin konkurransekraft.

Transportsektoren står for 61 prosent av ikke kvotepliktige utslipp og 33 prosent totalt. Nullvekstmålet har i mange år ligget som en forutsetning, og må fortsette å gjøre det, dersom Norge skal kunne nå de klimamålene som er satt. For å styrke kollektivtrafikkens stilling etter pandemien, må dens konkurransekraft og effektivitet løftes. Enkelhet for kundene må stå i sentrum, og det må det fokuseres på større grad av helhet og samvirkning på tvers av administrative nivåer, transportformer og transportformål. Det er kun med en helhetlig tilnærming vi vil kunne oppnå tjenester til de reisende som innfrir deres forventninger og gjør kollektivtrafikken enkel å benytte. Med kollektivtransport menes her ikke bare den offentlig kjøpte kollektivtrafikken, men også mikromobilitet, delemobilitet, kommersiell transport m.m.

I EUs grønne vekststrategi (European Green Deal), under temaet *smart mobility*, er det fire innsatsområder:

- *Sømløs multimodal transport basert på digitale løsninger*
- *Frigjøre det fulle potensialet av data*
- *Utvikle og ta i bruk tilkoblede, samvirkende og automatiserte mobilitetstjenester*
- *Papirløs godstransport for å oppnå raske, digitale prosedyrer*

Det er naturlig å se hen til disse målene i arbeidet med teknologiltak i neste planperiode.

Dagens samfunn blir mer og mer digitalisert, men på mange områder er vi fortsatt der at vi primært digitaliserer eksisterende manuelle prosesser, heller enn å designe nye tjenester som virkelig utnytter de mulighetene teknologien gir. En vanlig utfordring med ny teknologi er at det i begynnelsen er vanskelig, ofte umulig, å fastsette målbare gevinster, noe som gjør det utfordrende å få midler til tiltakene. Det er umulig å forutsi hvilke teknologier som blir aktuelle gjennom en hel NTP-periode. En ønsket tilnærming er derfor å etablere en tilskuddsordning som retter seg spesifikt mot samferdselssektoren, for å oppmuntre til fremvekst av ny teknologi og nye løsninger.

Tiltakene kan deles inn i tre hovedkategorier:

- I. Samordning av systemer og tjenester for å sikre/legge til rette for sømløs, multimodal mobilitet
- II. Videre utvikling av felles digital infrastruktur
- III. Deling og utnyttelse av data

3.1 Samordning av systemer og tjenester for å legge til rette for sømløs multimodal mobilitet

Bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur og transportkapasitet kan innebære å få til et bedre samspill mellom transportformene og løsningene, slik at man får flere reiser ut av hver krone. Arbeidet med å integrere tjenester og data på tvers av transportformer og forvaltningsnivåer vil legge til rette for bedre utnyttelse av eksisterende tilbud, og bør derfor prioriteres. I dette arbeidet

er det viktig å ta utgangspunkt i den reisendes behov, og sikre at informasjon og tjenester har en lav terskel for å tas i bruk. I dag er fragmenteringen og kompleksiteten når man reiser på tvers av operatører en medvirkende årsak til at kollektivtransporten blir valgt bort.

På EU-nivå er MaaS (Mobility as a Service) fremhevet som en løsning for å gjøre de bærekraftige alternativene mer integrerte og lettere tilgjengelige for de reisende. EU har allerede regulert krav til multimodal reiseinformasjon, og er nå i ferd med å regulere og standardisere tekniske og kommersielle krav til booking og betaling, for å legge til rette for MaaS, eller annet sømløst alternativ. EU-kommisjonen har som målsetting at tverrgående booking og betaling på EU-nivå skal være på plass innen 2030. Nasjonal reiseplanlegger er utviklet og forvaltes av Entur. Denne baserer seg på data som samles i mobilitetssektoren, og er på det nærmeste komplett når det gjelder reiseinformasjon om det tradisjonelle rutegående kollektivtrafikk-tilbudet, men det mangler fortsatt en del før all mobilitet er inkludert, og før all kollektivtrafikk kan selges samlet i en tjeneste. Det er også et mål å legge til rette for at mobilitetsbetaling kan gjennomføres i denne tjenesten, noe er mer utfyllende beskrevet i neste kapitel.

En forutsetning for samhandling på tvers av aktører og transportformål, er at data kan utnyttes på tvers. Videre utvikling av felles standarder på europeisk og nasjonalt nivå, og utvikling av felles nasjonale løsningskomponenter vil samlet redusere kostnadene hos aktørene. Det er imidlertid ikke tilstrekkelig å basere seg på frivillig samarbeid. De ulike partene har forskjellig modenhetsnivå, ambisjonsnivå og forskjellige fremdriftsplaner, noe som vanskeliggjør samarbeid. Erfaring viser at der staten tar en ledende rolle og hovedtyngden av den innledende investeringen, lykkes tiltakene bedre. Et eksempel på dette er nasjonal reiseplanlegger, hvor det nasjonale prosjektet med en sentralisert tilnærming var nødvendig for å lykkes. Dette er en viktig årsak til at Norge ligger langt fremme i Europa. Land som har valgt en desentral tilnærming har ikke lykkes med felles løsninger.

Bedre integrasjon av digitale systemer for informasjon og tjenester til de reisende

Dette er ikke bare ett enkelt tiltak, men en rekke tiltak, hvor den beste tilnærmingen vil være at det etableres en fast ramme for denne typen forbedringer og integrasjoner. Mye av informasjonen er det allerede stilt krav i EUs forordning for multimodal reiseinformasjon (EU 2017/1926). Denne er nå under revisjon, og nye data vil kreves i fremtiden. Dagens ramme for kjøp av tjenester fra Entur er ikke tilstrekkelig for å møte disse kravene. Etter hvert som nye transportformer og datatyper legges til, og transportaktørene utvikler sine forretningsmodeller, øker omfanget og kompleksiteten av arbeidet. I dag har Entur god støtte for rutedata, men for bestillingstransport (alt som ikke er rutegående, som mikromobilitet, taxi, bildeling, samkjøring og så videre) og andre transportrelaterte tjenester (som parkering) gjenstår det meste av arbeid.

Også for data om universell utforming gjenstår det mye arbeid. Under dagens regelverk har Entur informasjon om universell utforming av stoppesteder, men mangler informasjon om kjøretøy. I tillegg er det nye krav på vei fra EU, både gjennom revisjon av forordningen for multimodal reiseinformasjon, hvor universell utforming er et av satsingsområdene, og gjennom utforming av en europeisk minimumsprofil for informasjon om universell utforming i transportdata (hjemlet i forordning (EU) 2017/1926 og reviderte utgaver av denne).

Mange tjenester innen samferdsel som i dag må løses lokalt kan med fordel samordnes. Økt samarbeid om sømløse reiser og digitale kundetjenester vil gi bedre kundeopplevelser. Samordning av offentlig betalt bestillingstransport i form av Pasientreiser, TT-transport, kommunale serviceruter, ordinær bestillingstransport etc., vil gi bedre tilbud for pengene.

Økt satsing på og støtte til digitale løsninger og data hos transportaktørene

Det er en utfordring at kollektivaktørene har svært forskjellige nivåer av ressurser tilgjengelig for å løse de samme utfordringene. Der de største regionene og jernbaneaktørene i større grad har tilgjengelige ressurser og kompetanse til å utvikle løsninger på egen hånd, har de mindre regionene og aktørene ikke samme mulighet. Kvaliteten på de kunderettede løsningene påvirkes av dette, og selv om enkelte forhold er standardisert og partene forsøker å utveksle erfaringer, er realiteten at det er store forskjeller mellom aktørene med tanke på kvaliteten i både tjenester og data. Når man skal integrere aktørenes data i nasjonale løsninger blir dette veldig tydelig, og de nasjonale løsningene fremstår gjerne ikke bedre enn det svakeste leddet. Det er derfor behov for å heve kvaliteten på tjenester og data til et minimumsnivå på tvers av aktørene.

Det har tidligere vært vurdert å innføre sanksjonsmekanismer for å etablere insentiver til levering av gode data. En alternativ og mer konstruktiv tilnærming vil være å etablere støtteordninger til aktørene for at disse skal kunne implementere ønskede tjenester og data i sine løsninger. Spesielt etter pandemien har mange av aktørene trangere økonomiske rammer, og sliter med å prioritere de nasjonale kravene til reiseinformasjon. Dermed er det forskjellig kvalitetsnivå på data og tjenester hos aktørene. Dette bør heves til et felles minimumsnivå for at kollektivtransporten som helhet skal fremstå som sømløs og attraktiv for de reisende.

I dag er det spesielt sanntidsdata (og annen informasjon ved avvik) og informasjon om universell utforming som er mangelfullt. I tillegg vil krav i dagens forordning for multimodal reiseinformasjon og nye krav i revidert versjon av EUs forordning for multimodal reiseinformasjon (EU 2017/1926) medføre at en rekke nye aktører vil måtte levere informasjon. Disse aktørene er ofte private aktører. Et eksempel er taxi, hvor tidligere krav om tilknytning til taxisentral er fjernet. Det gjør at mange av integrasjonspunktene som kunne vært til hjelp i leveringen av data ikke er tilgjengelig for alle, og byrden som faller på små aktører kan bli store. Samtidig er det mange slike aktører. Hvordan dette kan best kan løses må utredes nærmere i dialog med aktørene, men dette er et løft det er naturlig at det offentlige bidrar til, siden det er det offentlige som stiller kravene.

3.2 Felles nasjonal salgs- og billetteringsplattform

Entur utvikler og leverer digital infrastruktur og relaterte tjenester innen reiseplanlegging og billettsalg i kollektivsektoren. Selskapet tilbyr en konkurransenøytral nasjonal reiseplanleggertjeneste som skal gjøre det enkelt for reisende å planlegge og kjøpe reiser, uavhengig av om reisen gjennomføres med en eller flere kollektivselskaper. Entur samarbeider med kollektivaktørene om å samle inn, foredle og dele kollektivdata for hele Norge på en åpen digital plattform. I tillegg arbeider Entur sammen med flere transportvirksomheter for bedre å utnytte data i samferdselssektoren. Selskapets overordnede mål er kostnadseffektiv utvikling og drift av tjenester for reiseplanlegging og billettering i kollektivtransportsektoren. Gjennom å skape samarbeid i kollektivsektoren skal Entur bidra til enkle og bærekraftige reiser. Entur utfører oppdrag innen datainnsamling og -forvaltning, som er hjemlet både i nasjonal lovgivning og EU-regulering, og har gjennom selskapets seks første år etablert et sett av nasjonale tjenester for kollektivtransport med billettsalg og kundeservicetjenester på tvers av operatørenes virkefelt. Selskapets nasjonale reiseplanlegger og salgsplattform benyttes både av jernbane- og kollektivoperatører.

Aktørene i kollektivsektoren opplever en strammere økonomi, og etterspør i større grad samarbeid på tvers av aktører og forvaltningsnivåer, herunder krav til samordning. Det er potensiale til besparelser/mer for pengene dersom det legges til rette for at enda flere aktører tar del i samarbeidet.

Både teknologi- og kundeforventninger utvikler seg i rask takt, noe som gjør det vanskelig for mange kollektivselskap – spesielt de små og mellomstore aktørene – å henge med på utviklingen: Det er en forventning fra de reisende om nye tjenester, for eksempel pris- og betalingsmodeller, kan være utfordrende for det enkelte kollektivselskap å utvikle alene. Nye mobilitetsformer med alt fra elektriske sparkesykler til delingsbiler gjør det mulig å reise også den første og siste kilometeren uten bruk av privatbil, men det er vanskelig å finne hele reisen, bestille og betale ett sted.

Dette kan adresseres ved å videreutvikle den nasjonale plattformen hos Entur, og sikre at alle kollektivaktører i Norge kan benytte denne for å løse problemene beskrevet. Dette legger til rette for sømløse reiser på tvers av geografier og med en hvilken som helst mobilitetsform. Plattformen har programmerbare grensesnitt (API-er) som muliggjør lokal innovasjon og utvikling av lokale og regionale salgs- og servicekanaler, typisk app-er. Et eksempel på at Enturs plattform fungerer til dette allerede, er tjenestene som AtB, administrasjonsselskapet i Trøndelag, tilbyr ved bruk av Enturs plattform.

For å oppnå en kostnadsoptimal tilnærming til å bygge en felles nasjonal salgs- og billetteringsplattform er det naturlig å basere dette arbeidet på en videreutvikling av plattformen bygget av Entur. Denne plattformen gjør allerede disse oppgavene for togoperatører samt et økende antall fylkeskommunale transportselskap gjennom et offentlig-offentlig-samarbeide og har derfor allerede de grunnleggende komponentene på plass. Det forventes imidlertid økte kostnader grunnet nye krav i EUs tilgjengelighetsdirektiv (EU 2019/882), som stiller særskilte krav til billetteringssystemer.

Innenfor arbeidet med tilrettelegging for tverrgående booking og betaling vil en slik plattform være viktig. EUs tilrettelegging for MaaS forventes i utgangspunktet å stille krav til standardiserte data og API-er, mens organisering og implementering overlates til hvert land. Landenes forskjellige tilnærming kan medføre svært forskjellig resultatoppnåelse. Som tidligere nevnt har den norske tilnærmingen med sentraliserte data og tjenester vist seg å være en suksessoppskrift, og bør videreføres også på dette området. En aktuell tilnærming er derfor å bruke statlige midler til å videreutvikle den nasjonale plattformen, og deretter vurdere brukerfinansiering for senere drift og vedlikehold. Dette vil redusere kostnadene for de aktørene som ønsker å selge kollektivreiser, og gjøre det mulig også for mindre aktører å tre inn i dette markedet. Uten en slik tilnærming vil det sannsynligvis kun være de store, internasjonale aktørene som har ressurser til å etablere slike løsninger. De vil søke å gjøre det på sine egne premisser, og har tradisjonelt ikke tatt høyde for kostnadsdrivende utfordringer, som for eksempel universell utforming eller kommersielt ulønnsomme markeder, som vil være tilfellet for deler av Norge. Det er derfor viktig at det offentlige tar en ledende rolle i dette arbeidet.

For å gjøre det enklere å velge mer bærekraftige transportformer også på lengre reiser ut og inn av Norge, må det bli enklere å orientere seg i tilbudet og kjøpe billetter. I dag løses dette i stor grad manuelt gjennom kontakt med Enturs kundeservice. For å møte kundenes forventninger og styrke jernbane og annen kollektivtransports konkurransekraft mot mindre bærekraftige transportformer som fly og bil, må det etableres bedre muligheter for selvbetjening ved planlegging, bestilling og betaling.

3.3 Deling og utnyttelse av data

Datatilfanget i transportsektoren vokser eksponentielt, men dessverre oppstår mye av dataen i dag som et biprodukt. Det er først når dataen bearbeides og forvaltes på en god måte at denne får egenverdi og at gevinstene kan realiseres. Full gevinstrealisering i sektoren forutsetter også at dataen

deles, og at denne standardiseres på en måte som gjør den enkel å ta i bruk på tvers av ulike virksomheter. Samlet vil tilgang til store mengder standardisert data kunne gi bedre analyser, tjenester til kundene, planlegging og mer treffsikre beslutninger i samferdselssektoren.

Det er viktig at hver virksomhet setter av nok kapasitet til å tilrettelegge internt for å ha de riktige forutsetningene for å kunne dele data.

En utfordring med deling av data eksternt er at de som får gevinsten av datadeling ikke nødvendigvis er de samme som har kostnadene med å dele data. Hver etat fokuserer på egne behov og mål, og i dag blir ingen av etatene målt på deling av data. Dermed blir dette heller ikke tilstrekkelig prioritert. I et stadig mer digitalt samfunn er det åpenbart at data er en verdifull ressurs.

Behovet for bedre samarbeid om data i samferdselssektoren er noe av bakgrunnen for at Samferdselsdepartementet har gitt syv av sine underliggende virksomheter et oppdrag knyttet til økt datasamarbeid.

Data og innsikt – i kollektiv og på tvers av samferdselssektoren

Det er viktig at data og teknologi utnyttes til det beste for samfunnet. Det finnes allerede områder der vi vet at større mengder data kan utnyttes til bedre kundetjenester. Det må forventes at det i planperioden vil åpne seg også andre muligheter til å utvikle nye tjenester som vil fremme kollektivtrafikkens konkurransekraft.

Entur legger til rette for en mer effektiv forvaltning og bruk av de stadig økende mengdene data som genereres i kollektivsektoren gjennom en nasjonal digital plattform. Entur samler, foredler og deler rute- sanntids- og trafikkdata for alle kollektivselskap i Norge. Dette er en del av nasjonalt tilgangspunkt for multimodal reiseinformasjon, og sikrer at Norge er i samsvar med gjeldende EU-regulering.

Det er en eksponentiell vekst i data som genereres av mobilitet og transport. Vi må sikre oss at vi har evnen til å utnytte denne dataen til innsikt. Det er først når data bearbeides og forvaltes på en god måte at egenverdien og gevinstene av bedre informasjon kan realiseres. Derfor er viktig at vi bygger en infrastruktur som kan håndtere de stadig økende datamengdene, at vi sikrer at data lagres i en fornuftig struktur som gjør oss i stand til å hente ut innsikt fra den og at vi forvalter og foredler dataen på en god måte i forhold til prinsippet om så åpent som mulig og så lukket som nødvendig. Det er helt avgjørende at det jobbes proaktivt for å sikre fremtidige analysebehov, at vi følger lovverk og EU-krav om datadeling og sikkerhet og at vi sikrer en forsvarlig dataproduktstrategi når det gjelder å se data som et produkt. For å tilgjengeliggjøre brukervennlige data, må dataene foredles til dataprodukter som kan brukes i alt fra forretningsinnsikt til avansert analyse. Å tilrettelegge for dataflyt, datalagring, foredling, deling med tilgangsstyring, kvalitetssikring, utforskning og avansert analyse med maskinlæring kreves det en satsning på både å bygge og forvalte og videreutvikle en dataplattform.

En moderne dataplattform må være skalerbar både på lagringskapasitet og analyseevne. Den bør tilby en stor grad av selvbetjening på datafangst og tilgangsstyring for å sikre at den er enkel å utvide med nye dataprodukter og enkel å bruke for både interne og eksterne brukere. Dette arbeidet er avgjørende for å kunne gjøre om mer av all dataen vi samler inn til verdifull innsikt.

Arbeidet med dataplattform inkluderer det å gjøre mer data klar til analyse, berike og beskrive mer av dataen i datakatalogtjenester, utfordre juridiske hindringer for å sikre at offentlig data kommer samfunnet til nytte, jobbe med sikkerhet og identitetsløsninger for å sikre at data ikke kommer på

avveie og bygge opp domenekunnskap om dataproduktene som sikrer bedre tilgang til data i datasamarbeidsprosjekter.

Ved å dele digitale byggeklosser, systemer og tjenester som kan tas i bruk av alle kollektiv- og mobilitetsaktører, bidrar Entur til en mer effektiv samferdselssektor som videre kan gi et bedre tilbud til de reisende. For reisende kan økt deling av data for eksempel bety at de får bedre oversikt over ruter, stoppesteder eller kombinasjoner av transportmidler som er billigere eller raskere enn hva de ellers ville valgt. For de som planlegger infrastruktur eller er operatører innen kollektivtrafikk, vil det være mulig å utnytte kapasiteten i transportsystemet bedre om de får bedre informasjon om for eksempel reisestrømmer. Ved bruk av prediksjonsmodeller kan vi gi bedre estimater på ankomst og avgangstider, gi den reisende bedre alternativer ved avvik og kunne tilby mer personifiserte tjenester som eksempelvis reiseassistent.

Tverrsektorielt samarbeid om deling av data

Det tverrsektorielle datasamarbeidet er et samarbeidsprosjekt mellom Statens Vegvesen, Avinor, Bane NOR, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier og Entur, på bestilling fra Samferdselsdepartementet. Entur har fått rollen med å koordinere prosjektet, som startet opp i mars 2022.

Målet med det tverrsektorielle datasamarbeidet er å få økt datadeling i samferdselssektoren, blant annet gjennom bedre tilgjengeliggjøring og tilrettelegging av data, og mer utnyttelse på tvers. Det forutsetter at det etableres nødvendig infrastruktur for effektiv og trygg deling av både åpne og ikke-åpne data på tvers. Eksempler på slik infrastruktur som prosjektet jobber for å etablere er datakatalog hvor tilgjengelig data enkelt kan oppdages og beskrives, og tilgangsstyringsløsninger som ivaretar sikker deling av lukkede data.

Det er et mål at data som deles eksternt har felles standarder og formater. Slik kan data fra en virksomhet enkelt nyttiggjøres i en annen virksomhet. Dette inkluderer eksempelvis standardiserte beskrivelser av datasett og datakvalitet. Det tverrsektorielle datasamarbeidet jobber med å få på plass felles standarder og formater, og å koble dette på pågående arbeid med «orden i eget hus» i hver virksomhet.

Virksomhetene står ovenfor flere juridiske utfordringer knyttet til deling av data. Juridiske vurderinger av lik data, eksempelvis knyttet til hvorvidt dataen er personopplysninger eller konkurransesensitiv, kan med fordel gjøres i fellesskap i sektoren. På den måten unngår virksomhetene dobbeltarbeid, i tillegg til at konklusjonene blir mer forutsigbare og enhetlige. Slike felles utfordringer jobber virksomhetene med i datasamarbeidet.

For å oppnå en datadrevet sektor må det etableres en kultur for bruk og deling av data. Forståelse for potensialet i dataen er sentralt for å få prioritert opp arbeid som kreves for deling og gevinstrealisering. Det er mye som kan og bør gjøres på tvers, men det er også avgjørende at hver enkelt virksomhet prioriterer orden i eget hus, setter krav til bruk av data ved viktige beslutninger internt og søker samarbeid og fellesskap i møte med utfordringer på tvers som kan løses ved bruk og deling av data.

Deling av forskningsdata gir kraftsamling til tiltakene

Deling av data, og spesielt forskningsdata, er en viktig kilde for å utvikle mer innovative tjenester, men også sikre interoperabilitet og standardisering til blant annet intelligente trafikksystemer (ITS). I Europe's Rail (ER) er innsamling og deling av data og forskningsdata et viktig satsningsområde (eksempelvis Federated Infrastructure for European Data Spaces under standardiseringen i Gaia-X).

Hensikten i ER-prosjekter er å sikre deling av forskningsdata på tvers mellom ulike aktører fordi det vil utløse mernytte i prosjektene. En enhetlig innsats for å få til deling av forskningsdata i sektoren er et nødvendig satsningsområde. Dette arbeidet bør tas med i utviklingsporteføljen som Entur utvikler, spesielt tilgangsstyringen til dataene.

Tilrettelegging for mer operativ styring av transporttilbudet i sanntid

Som en videreføring av mer integrerte data og tjenester og mer deling av data er det aktuelt å legge til rette for at datadeling og informasjonsutveksling skjer i sanntid. Dette vil åpne for en mer dynamisk og operativ styring av transportstrømmene basert på sanntidssituasjonen.

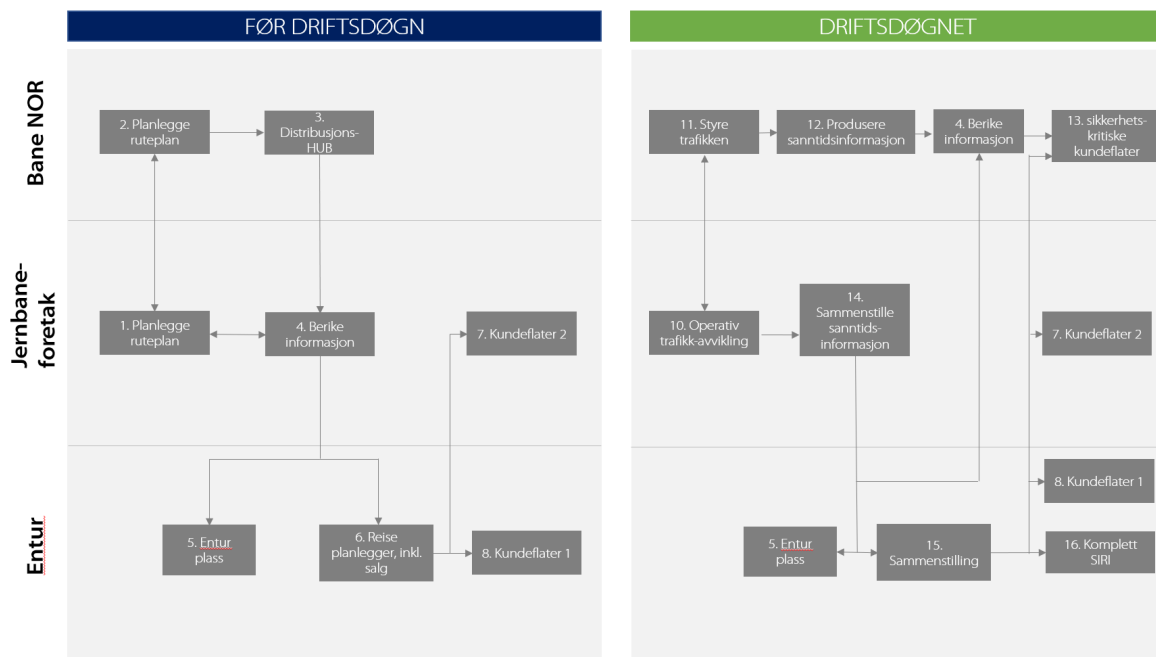
Et eksempel på hvordan dette kan skje i praksis er at lokale transportmyndigheter på dager med dårlig luftkvalitet kan velge å øke prisene for bruk av vei, samtidig som prisene for innfartsparkering og kollektivtransport senkes. Dette må følges av gode informasjonsløsninger til de reisende og tett integrasjon mellom transportformene.

Et annet eksempel kan være informasjonsutveksling mellom tjenester ved større avvik for å sikre at de reisende får nye reiseforslag som også tar høyde for historisk fyllingsgrad, hvordan reisemønsteret historisk har endret seg ved denne type avvik eller andre tiltak for å optimalisere reiseflyt og minimere belastningen av avvik for den reisende.

Bedre informasjon til de reisende, særlig ved avvik

Kunde- og trafikkinformasjon er i dag en utfordring, og særlig når det oppstår avvik. Kundene får ofte mangelfull eller ulik informasjon i ulike kanaler.

Jernbanesektoren har blitt flinkere til å formidle informasjon til kundene, men har en lang vei å gå før man møter kundenes forventninger. Datakvalitet og sanntidsoppdateringer er avgjørende for kundeopplevelsen. For å samarbeide og gi bedre datakvalitet, i alle kanaler, er det utviklet et felles målbilde sammen med Jernbanedirektoratet, Entur, Bane NOR og togselskapene, se Figur 1. Arbeidet med sanntidsinformasjon og gode prognoser inngår i dette arbeidet. I en mer samordnet og helhetlig orientert samferdselssektor må også andre aktører gis anledning til å delta, slik at alle aktører som arbeider for økt attraktivitet for bærekraftig transport kan tilby oppdatert informasjon i sine kanaler.



Figur 1 Viser samspill om kundeinformasjon mellom virksomhetene

4. Data og digitale løsninger for jernbane (jernbanens virkeområde)

Jernbanesektoren har i 2021 jobbet sammen omkring en overordnet strategisk retning og ambisjonsnivå for utnyttelse av data⁵. Gjeldende nasjonal transportplan fastslår at det skal tilrettelegges for bedre bruk av de stadig økende datamengdene i transportsektoren⁶. De siste årene er det lagt tydelige føringer for digitalisering og utnyttelse av data for offentlig sektor, hvor sammenhengende og helhetlige tjenester med brukeren i sentrum står sentralt⁷. Samarbeid, dataflyt og data som produkt er derfor begreper som står sentralt for å styrke utnyttelsen av data i jernbanesektoren, og å kunne møte forventningen om en samlet, og mer digital sektor. Det er i arbeidet kartlagt et utvalg av dagens datakilder i jernbanesektoren, samt identifisert en rekke barrierer for datadeling som eksisterer blant aktørene. Jernbanesektoren har jobbet tett sammen fordi digitalisering, ny teknologi og data er avgjørende for å sikre effektiv utnyttelse av infrastrukturen – og dette gjøres best om sektoren opptre som en samlende kraft omkring satsningen.

Det viktig at aktørene internt i jernbanesektoren samhandler like fullt som transportsektoren samhandler på tvers, og rapporten *En mer datadrevet jernbanesektor* og *Det tverrsektorielle datasamarbeidet* viser nettopp dette.

For å møte behovet og utnytte mulighetsrommet vil det være avgjørende for sektoren å legge til rette for et velfungerende dataøkosystem⁸. I *En mer datadrevet jernbanesektor* legges det til grunn fem overordnede gevinstområder fra bedre deling i fem gevinstområder:

- Mer robust og pålitelig infrastruktur og kjøretøy
- Bedre planlegging og dynamiske transportmodeller
- Økt kundetilfredshet
- Bedre anskaffelser
- Lavere driftskostnader ved innsamling av data

4.1 Datakvalitet er avgjørende for gode analyser

Digitaliseringen av jernbanen innebærer også at datatilfanget vokser, og videre gir dette økt behov for bedre datakvalitet og tilrettelegging for deling av data. For å muliggjøre gode tjenester, god informasjon og godt beslutningsgrunnlag må datakvaliteten minst være av kjent, men også god kvalitet. Bane NOR har et uutnyttet potensial i digitalisering og data gjennom hele verdikjeden, blant annet i ruteplanlegging, vedlikehold og kundeinformasjon. Det er først når data bearbeides og forvaltes på en god måte at egenverdien og gevinstene av bedre informasjon kan realiseres. Bedre

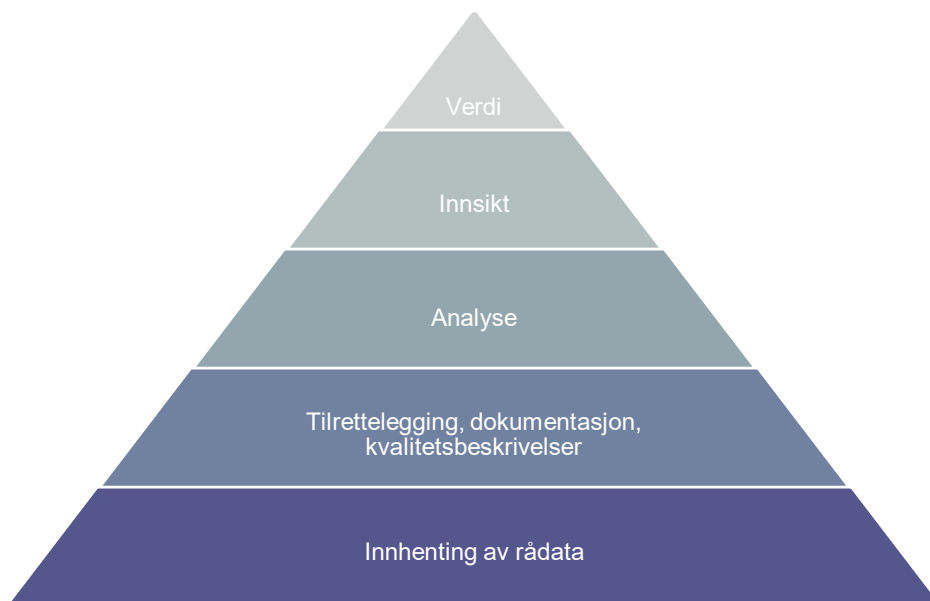
⁵ Samordnet rapport om satsning data i jernbanesektoren *En mer datadrevet jernbanesektor* (2022)

⁶ Meld. St. 20 (2020–2021) Nasjonal transportplan 2022–2033

⁷ Én digital offentlig sektor – Digitaliseringsstrategi for offentlig sektor 2019–2025

⁸ Med dataøkosystem menes et økosystem av aktører med felles, sammenhengende digitale tjenester tilknyttet datadeling og dataflyt

bruk av data kan blant annet bidra til bedre analyser, planlegging og tjenester til kundene, effektive prosesser. For å kunne systematisk realisere gevinster fra data, er det behov for å adressere både teknisk infrastruktur og datakvalitet, men også organisasjon, styring og kompetanse.



Figur 2 Sentralhierarki for å realisere data (fritt etter tverrsektorielt datasamarbeid).

Figuren illustrerer sentrale steg i prosessen for å realisere verdien av data. De to nederste trinnene må skje internt i virksomheten. Kontroll på disse trinnene er en forutsetning for å kunne gjennomføre verdifulle analyser, som igjen gir innsikt og kan bidra til å realisere verdien av data.

Bane NOR jobber for å tilgjengeliggjøre godt beskrevet data, med kjent kvalitet både internt og eksternt, blant annet gjennom arbeidet med digital infrastrukturmodell og etableringen av et datadrevet Bane NOR. I arbeidet om mer tverrsektoriell deling av data, vil mye av innsatsen og ressursene for å evne å dele data med god kvalitet være del av ordinært driftsbudsjett. I Bane NOR pågår dette arbeidet innenfor flere områder, blant annet med å etablere data- og analyseplattformer. Samarbeid mellom teknisk kompetanse og forretningskompetanse er sentralt. Tekniske løsninger må levere mest mulig verdi for interne og eksterne brukere, kunder, samfunn og miljø på en effektiv måte. På denne måten kan vi utnytte data som en strategisk ressurs i hele verdikjeden, slik at vi kan levere mer verdi for brukere, kunder, samfunn og miljø.

Standardisering er viktig både for å kunne ta i bruk, og skalere, data på tvers. I dette arbeidet er det viktig at løsninger er behovsdrivet med tanke på utvikling av systemer og standarder. Dersom standardisering definerer utviklingen, vil man ikke få til en god ramme rundt innovasjon.

4.2 Bedre kundeinformasjon for togreisende

På kort sikt vil Bane NOR prioritere orden i eget hus og bedre datadeling og informasjonsflyt mellom aktørene på jernbanen. Arbeidet med multimodalitet for sømløse reiser inngår som del av dette, men da i hovedsak i det tverrsektorielle samarbeidet om datadeling. I dag er det ulike europeiske standarder for togsamarbeid og multimodalitet. De har ulike funksjoner, men bør harmoniseres der hvor de har grensesnitt.

Jernbanesektoren har utviklet felles målbilde for å samarbeide og gi bedre datakvalitet i sanntidsinformasjonen i alle kanaler. En viktig del av dette arbeidet er prosjektene i Bane NORs kundeinformasjonsprogram. Bane NOR tar i dette programmet hovedansvar i jernbanesektoren for å levere riktig, lik, rask og nyttig informasjon til de reisende. I dette inngår en rekke prosjekter som forbedrer informasjonsflyten og samhandlingsevnen ved oppståtte avvik. Ny dataflyt for reiseinformasjon er viktig for å kunne realisere målene for flere av prosjektene i kundeinformasjonsprogrammet, for eksempel lik informasjon på tvers av kanaler.

I tillegg til pågående prosjekter har kundeinformasjonsprogrammet siden oppstarten i 2020 løpende levert verdi til de reisende. De allerede realiserede leveransene omfatter leveransene omfatter både forbedringer direkte i kundeflatene og i bakenforliggende systemer. Av allerede fullførte prosjekter må AT-meldinger (Bane NORs meldinger i sektoren om at «noe» har skjedd og oppdatering underveis), og informasjon om busser i avvik, trekkes frem som suksesser. I dag består programmet av følgende fem prosjekter:

- Forbedre utvikling og bruk av alternative planer
- Felles avviksmelding
- Effektiv og standardisert deling av sanntidsinformasjon (SIRI)
- Digital operativ samhandling
- Digital kapasitetssøknad og endringer i ruteplan.

4.3 Bedre informasjon om godstransportene

Det viktigste teknologiske tiltaket for gods er innføringen av digitale automatkoppel (DAC). Teknologien vil bidra til å automatisere og digitalisere godstransporten, noe som gir bedre oversikt, samt mulighet for sømløs styring og planlegging av logistikkjeden fra end-til-ende. Innføringen av digitalt automatkoppel vil fordre nye løsninger for eierskap og deling av data langs logistikkjeden. Digitaliseringen av godstransporten vil gi mer effektive systemer for å styre og informere brukerne av gods på bane.

Noen av tiltakene som er planlagt iverksatt er:

- Grenseoverskridende ruteplanarbeid parallele og delvis koordinerte aktiviteter i Europes Rail og RailNet Europe, med ulikt tidsperspektiv for innføring. Innenfor Europes Rail arbeides det med å innlemme ruteplan-arbeidet, slik at det også inkluderer terminaler og sidespor, og dermed gir mulighet for eksterne aktører å integrere sin planlegging av «last mile-operasjon»
- Grenseoverskridende trafikkstyring – blant annet prognoser for og bekjempelse av forsinkelser, ut til og med terminal
- Mulighet til tidlig og kontinuerlig informasjon om tog- og lastsammensetning og status for togene, noe som gjør det mulig å tidlig planlegge lossing på terminal og dermed i forlengelsen også prognoser for ankomsttider til sluttmottager eller lignende
- Innsamling og deling av informasjon om status for kjøretøy, komponenter, lastbærere, infrastruktur etc. slik at den som er ansvarlig for vedlikehold kan planlegge sine aktiviteter. Tilsvarende gir forbedret informasjon fra vedlikeholdere og materiellforvaltere til operative funksjoner (for eksempel togselskap) mulighet til å effektivisere og redusere reserver i driften. Tilgang til slik informasjon vil også muliggjøre ytterligere steg på veien mot tilstandsbasert vedlikehold med de effektivitetsgevinstene det gir. I Europe's Rail (uten norsk

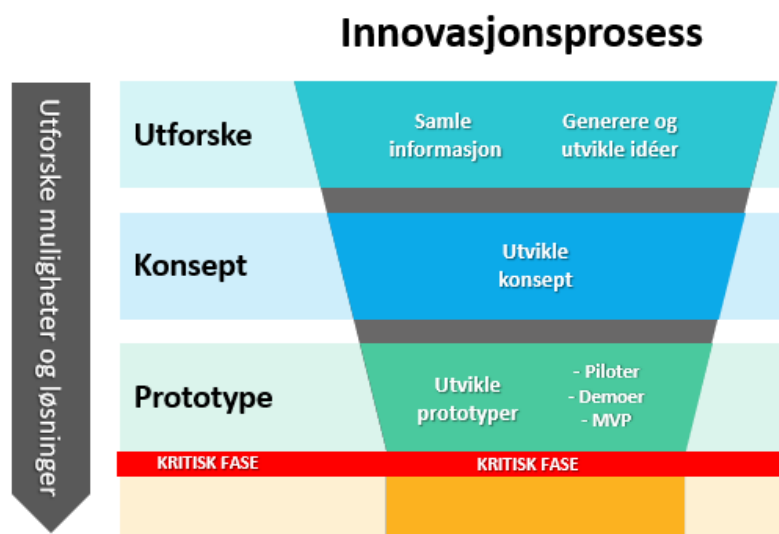
medvirkning) skal det utvikles en standard for automatiske kontrollstasjoner som med utstyr ved siden av sporet registrerer vitale data både for operative og vedlikeholdsformål.

5. FoUI-tiltak

I perioden vil forskning, utvikling og innovasjon (FoUI), og tilrettelegging for effektiv bruk av ny teknologi ha et særlig fokus. Utgangspunktet er utviklingsbehov og utfordringer i sektoren. Effektive og bærekraftige løsninger er målet. Moden teknologi vil vurderes fortløpende, mens ny teknologi og nye løsninger forskes på og piloteres for å skaffe kunnskap, videreutvikle og tilpasse til jernbanesektorens behov. Det økte søkelyset på gevinstene ved å drive innovasjon er lagt til det tradisjonelle FoU-begrepet, og derav er begrepet utvidet til å være FoUI. I EU brukes konsekvent uttrykket forskning og innovasjon (hvor *research and development (R&D)* er erstattet av *research and innovation (R&I)*). I tillegg er ikke innovasjon bare «teknologi» eller «digitalisering», men dekker tema som materialer, prosesser, metoder og finansiering.

5.1 Prioritering av egen FoUI-innsats

For Jernbanedirektoratet og Bane NOR er FoUI-aktiviteter nært knyttet til teknologi og teknologiutvikling, samt metoder, rutiner og mer smidige måter å jobbe på. Det er viktig å møte transportutfordringer med effektive, bærekraftige og tilstrekkelig utprøvde teknologiske løsninger. Samtidig er det i FoUI-fasen viktig å anerkjenne risiko, og at det ikke igjennom FoUI-fasen «satses alt på en hest». I illustrasjonen vises det hvorfor det bør etableres flere FoUI-prosjekter enn hva som faktisk kommer ut som løsninger og teknologier.



Figur 3 Viser de første fasene i en innovasjonsprosess.

De ulike fasene nedover i trakta illustrerer økende modenhet. For kommende NTP-periode vil fokus være på mer moden teknologi.

5.2 FoUI og deltagelse i forskningsprogrammet Europe's Rail

Jernbanedirektoratet har inngått medlemskap og leder Norges innovasjonsarbeid i Europe's Rail (ER). ER er etablert under Horizon Europe-programmet (2020-2027), og skal bidra til utvikling av europeisk jernbane og løsninger for de reisende og godsmarkedet. Partnerskapet har som mål å akselerere forskning og utvikling med innovative teknologier om å ta i bruk løsningene så raskt som mulig.

ER er et unikt internasjonalt samarbeid mellom operatører, leverandører og forskningsinstitutter, og skal gå over 10 år. Sammen med nesten 450 europeiske partnere skal norsk jernbanesektor og forskningsmiljøer delta i innovasjonsprosjekter til en verdi av 552 millioner euro de neste fire årene (som er den første av tre prosjekt-perioder). Prosjektene finansieres av nasjonale midler, samt fra EU. I sum gir dette en styrking av innsatsen i Norge. Programmet og prosjektene under ER fokuserer på teknologi, hvor man i programperioden, vil teste produkt-klar teknologi under reelle betinger (i drift).



Figur 4 Forskningsområder for den norske deltagelsen i Europe's Rail. Deltagelse for Flagship Area 7 Hyperloop er ikke avklart per dags dato.

I tillegg til prosjekter i ER-programmet vil FoUI-arbeidet inkludere prosjekt-aktiviteter:

- FoUI-porteføljen i Jernbanedirektoratet og Bane NOR dekker et bredt spektrum av aktiviteter og partnerskap, inkludert interne aktiviteter og kostnader, som:
 - Innsats og timer fra ansatte, samt Interne Bane NOR kostnader, for eksempel tilgang til spor, områder, m.m.

- Midler for å kunne kjøpe materiell, eller finansiere et samarbeid, for eksempel kjøp av forskningstjenester
- FoUI finansiert av for eksempel Norges forskningsråd og/eller internt der prosjekter og arbeidet utført med samarbeidspartnere; andre nasjonale infrastrukturforvaltere (for eksempel Statens vegvesen, Nye Veier), forskningsinstitusjoner (for eksempel SINTEF) eller universiteter (for eksempel NTNU), eller øvrige infrastrukturforvaltere i Europa som for eksempel i regi av Europe's Rail eller UIC (for eksempel Trafikverket).
- Støtte til/deltakelse i piloter – med fokus på markedsnær teknologi
- Støtte til Ph.D. og Post Doc

Det er samarbeid mellom Jernbanedirektoratet og Bane NOR som inkluderer delfinansierte testarenaer (stålbrua på Hell i Trondheim, og Bane NOR støtter testarena tunnel i Gevingåsen), tekniske løsninger for å hindre dyrepåkjørsel.

Det bør påpekes at FoUI-arbeid og standardiseringsarbeid innen standardiseringsfora eller internasjonale virksomhet som ERA, UIC og EIM (f.eks. TSI'er, CEN/CENELEC, ISO, osv.) er komplementære og skal koordineres for et gunstig utbytte av ressurser.

5.3 Søkelys på utvalgte aktiviteter

Innen bærekraft, digitalisering, drift og vedlikehold samt gods, vil det gjennomføres prosjekter med utgangspunktet i utviklingsbehov og utfordringer i sektoren.

Her eksempler på aktiviteter innen disse områdene:

- **Bærekraft**
 - **Nullutslippsteknologi**
Forskning på batterikjemi tilpasset jernbane og norske forhold i det IFE-ledede Mozees-prosjektet. Bred deltakelse fra både FoU-, industri- og offentlige aktører i prosjektet.
 - **Energisparing/reduerte utslipp**
Prosjektet energivennlige sporveksler hos Bane NOR har til hensikt å øke varmetilførsel til skinnen og unngå bruk av ekstra varmekabler som beskytter sporveksler mot dannning av is og fare for funksjonstap. Løsningen betyr betydelig kutt i effektuttak, kutt i energibruken og betydelig kutt i CO2 utslipp der energien hentes fra kullkraftverk. Prosjektet er et samarbeid mellom Bane NOR, SINTEF og flere utførende firmaer i Narvik.
 - **Reduserte utslipp**
Prosjektet *KlimaGrunn* hos Bane NOR er et samarbeidsprosjekt med SVV og Statsbygg. Hensikten med prosjektet har vært å utvikle en metode for å dokumentere styrke og stivhet i kalksementpeler. Generelt er det antatt et overforbruk av bindemiddel ved kalksementstabilisering. Utvikling av en metode for å dokumentere styrke antas derfor å bidra til å redusere overforbruket av bindemiddel og dermed redusere klimagassutslipp i forbindelse med kalksementstabilisering.
 - **Redusert utslipp**
Prosjektet Systematisk forinjeksjon i tunneler hos Bane NOR skal utføre systematisk forinjeksjon av hele Hestnestunnelen med et differensiert tettebehov. Formålet med forinjeksjonen er å skape redusert vanntilsig inn mot tunnelen med hovedfokus på

lekkasje i heng og vegger. En eventuell lekkasje i tunnelsålen vil håndteres av drencsystemet. Det legges opp til behovsprøvd vann- og frostsikring i form av sprøytbar membran. Kontaktstøpt betonghvelv med membran velges da bort som løsning. Dette vil redusere klimautslippet. Dette prosjektet er i samarbeid med SINTEF og NGI.

- **Forsterke infrastruktur – redusere rasfare**
Prosjekt «*Sikkerhet i kvikkleireskråninger i et endret klima*» er et samarbeidsprosjekt med NTNU, NVE, SVV og Bane NOR. Hensikten med prosjektet er å øke kunnskapen om reell stabilitet av skrånninger i kvikkleireområder, slik at unødig sikring unngås. Resultatene kan medføre svært store besparelser fordi det kan redusere behov for grunnstabilisering og støttekonstruksjoner.
- **Standardisering av CO₂-ekvivalenter for beregninger i kollektivsektoren**
Vy, Ruter, Bane NOR, Norske tog, Statistisk Sentralbyrå (SSB), SINTEF og Entur samarbeider om beregninger av CO₂-avtrykket til både kjøretøy og forbrukere i kollektivsektoren. Målet er å levere en felles tjeneste som dekker operatørens behov for beregninger av utslippstall, og også gi konsumenter nyttig innsikt for å velge grønnere reisealternativer. Prosjektet vil bestå av standardisering av beregning og utregning av CO₂-utslipp i sektoren, og bygging av dataprodukt via Entur sin dataplattform som gir operatører, fylkeskommuner og andre interessenter mulighet til å hente ut CO₂-ekvivalent-beregninger via Entur sine APIer. Løsningen vil da driftes og tilbys som de andre løsningene Entur drifter, som salgsløsning og ruteplanlegging.

- **Digitalisering (fra sensor til AI)**

- **Målesystem/måling fra tog i trafikk**
MeTinT-prosjektet hos NTNU installerer nye målesystemer som samler data om blant annet tyngde/kraft-påvirkning, vibrasjoner og strøm på kontaktledningsanlegg, pantograf, vogn og boogie. Formålet er skadedeteksjon og tilstandsvurdering av infrastruktur og rullende material med målinger fra tog i trafikk. Det er installert målesystem på tog som går daglig på Dovrebanen.
 - **Overvåkning av hjul og spor med utvikling av nye smarte sensorer**
Det er mulig å overvåke slitasje på hjul og spor ved å analysere tilgjengelige data fra eksisterende sensorer om bord. Norske tog bidrar med Ph.D.-forskning på hvordan det er mulig å utnytte togets traksjonsomformere som smart sensor.
- **Prediksjonsmodell for sanntidsdata fra kollektivsektoren**
Estimatene på avgangstider og ankomsttider for kollektivoperatørene har i dag varierende kvalitet. Entur samler inn data og deler sanntidsdata, og kan legge til rette for berikelse av informasjonen ved hjelp av prediksjon basert på historiske data. Tidlige tester har vist et stort potensial for å gi vesentlig bedre estimer som kan tilgjengeliggjøres for alle operatører via reisesøksmotoren.
- **Estimering av antall kundehenvendelser**
For å kunne behandle kundehenvendelser effektivt har Entur laget en prediksjonsmodell som estimerer antall henvendelser til kundesenteret for en uke frem i tid. Modellen inngår som en del av et styrende analyseverktøy som kundesenteret har behov for.
- **Estimering av kategorisering av kundehenvendelser**
Entur har begynt testing av bruk av naturlig språkprosesseringsmodeller for automatisk å kategorisere kundehenvendelser (*eng.* natural language processing - NLP). Dette kan

spare kundesenteret for mye manuelt arbeid, sikre bedre datakvalitet, optimal kundefølelse og tjenesteutvikling.

- **Drift og vedlikehold**

- **Vurdering av kvalitet på ballast**

- Bane NOR finansierer et internt doktorgradsprosjekt på NTNU for vurdering av ballast i spor. Ballast av høy kvalitet er helt nødvendig for en punktlig og effektiv jernbane, men Bane NOR har i dag utfordringer med å vurdere fremtidig nedbryting av ballasten i sporet. Dette prosjektet vil øke kunnskapen og utvikle verktøy for vurdering av ballastkvalitet, og dermed fremtidig vedlikeholdsbehov.

- **Prediktivt vedlikehold med bruk av kamera**

- Prosjekt hos Bane NOR som bruker video inspeksjon til prediktivt vedlikehold. Hovedmålet er å demonstrere en funksjonell løsning for inspeksjon og overvåking av sentrale komponenter i jernbaneinfrastrukturen med kamerabasert datafangst og automatisk bildeanalyse. Løsningen skal effektivisere inspeksjonen av jernbaneinfrastruktur i form av redusert behov for personell i skinnegangen, reduserte personellkostnader og rask og objektiv analyse. Løsningen vil kunne hjelpe å identifisere avvik og farenivå, unngå nattinspeksjoner, samt raskere identifisere behov for tiltak.

- **Droner for bruinspeksjon**

- En stor andel av jernbaneinfrastruktur har blitt fornyet flere ganger over levetiden til jernbanen, men bruer skiller seg ut. På det norske jernbanenettet finnes det om lag 2400 bruer, og en stor andel har vært i drift i mer enn 50 år. Enkelte i mer enn 100 år. Drone4rail var et UIC-prosjekt som undersøkte bruk av droner i inspeksjonsrutiner av bruer. Det viste seg til å gi gode resultater.

- **Gods**

- **Elektrifisering av terminaldrift:**

- BaneNOR jobber med elektrifisering av terminaldriften, med Nygårdstangen som en pilot. Utvikling av løsninger for dette skjer også i stor grad i leverandørindustrien.

- **Automatisering og digitalisering av godstransporter**

- Den mest omfattende og inngripende aktiviteten for automatisering er utvikling og forberedelse til implementering av Digitale Automatkoppel (DAC) i hele Europa. I konseptet for DAC ligger automatisering av en rekke funksjoner: kobling/avkobling, vognopptak, bremseprøve, vognvisitasjon osv. Digitalisering og automatisering av godstog gjør det mulig å få til autonom skifting og togbevegelser (sammen med ATO ERTMS på «nivå 3»).

- **Optimalisering og autonomisering av havnelogistikk**

- I Trondheim gjennomfører SINTEF et prosjekt «Autoport – for forbedring av havnelogistikk ved bruk av optimalisert maskinlæring, hvor endemålet er å få til autonome havneoperasjoner». Noen av lærdommene fra Autoport planlegges ført videre inn i arbeidet for sømløs planlegging (over grenser og mellom terminaler) i Europes Rail.

5.4 Sektorovergrepene FoUI-virkemidler og -tiltak

De ulike modalitetene i samferdselssektoren har tydelige særegenheter med ulike systemer som benyttes for trafikkavvikling, utbygging, drift og vedlikehold. Samtidig er større temaer og behov er tilsvarende (datadeling, digitalisering, bruk av kunstig intelligens for prediktivt vedlikehold etc). For å

treffe med FoUI-tiltak med sektorovergripende effekter er det overordnede strukturer og virkemidler Jernbanedirektoratet mener er viktige.

Her foreslås fire sektorovergripende virkemidler og tiltak:

- **Virkemiddelapparat**
Et godt finansiert og sterkt Norges forskningsråd. Pilot-T er en bra utlysning/program, men viktig med økt bredde av virkemidler først og fremst hos NFR og Innovasjon Norge (virkemiddelapparatet).
- **Piloter**
Forsterke finansieringen av piloter. Dette er spesielt viktig – se tidligere punkt om utvikling av moden teknologi. Mulighet, men ikke krav om sektorovergripende piloter. Viktig at jernbanespesifikke piloter kan finansieres uten at det foreligger krav om effekter på tvers av sektor. Det kan vurderes behov for en egen finansiersordning for felles/sektorovergripende piloter.
- **Samhandling og koordinering**
God koordinering av teknologi-piloter og innspill/input fra disse prosjektene i forhold til FoUI-relaterte utfordringer.
- **Data**
Forsterke programmer og prosjekter som forutsetter tilgjengeliggjøring og deling av data. Målet vil være at man gjennom deling enklere og mer effektivt kan og vil utvikle nye løsninger, sømløse tjenester og stimulere næringsliv og offentlig sektor til å innovere.

5.5 Styrking av FOUI-samarbeidet

Vi mener at samarbeid om FoUI kan styrkes på (i hvert fall) fire måter, og disse vil alle sørge for bedre utnyttelse av FoUI-innsatsen i sektoren.

- **Samarbeidsarenaer:** For å utvikle nye og gode løsninger er det avgjørende at jernbanesektoren har etablerte og gode arenaer for samarbeid om FoUI og teknologi. Dette gjelder nasjonalt og internasjonalt. I perioden som kommer til vi etablere flere og ulike møteplasser med fokus på åpen innovasjon (felles mål, deling, samskaping, m.m). Aktører som vil delta er FoU-sektor, sektoraktører i jernbanen, leverandører og offentlige aktører/forvaltning. Det er viktig møteplassene tilpasses slik at ulike «stakeholdere» blir ivare tatt/hørt.
- **Europeisk deltagelse:** Bred deltagelse i Europe's Rail (ER) er viktig for at norsk jernbanesektor kan utnytte mulighetene som ligger i internasjonalt innovasjonssamarbeid. Deltakelse bør inkludere FoU-sektor, bredt spekter av sektoraktører i jernbanen, leverandører og offentlige aktører/forvaltning. Vi mener ER vil være premissgivende for forskning og innovasjon i perioden og deltagelse her vil styrke innovasjonskapasitet og kvalitet i Norge.
- **Internasjonalt samarbeid:** Generelt er internasjonalt arbeid og samarbeid viktig. Jernbanen er iboende internasjonal, og teknologiske/systemiske avhengigheter gjør at samarbeid og koordinering på tvers av landegrensene er avgjørende for å få gode teknologiske løsninger og bedre jernbanetjenester.
- **Standardisering via deling og samarbeid:** Entur får mye igjen ved å benytte «open-source»-tilnærming. Det har vist seg å være en effektiv samarbeidsform hvor tilgangen på

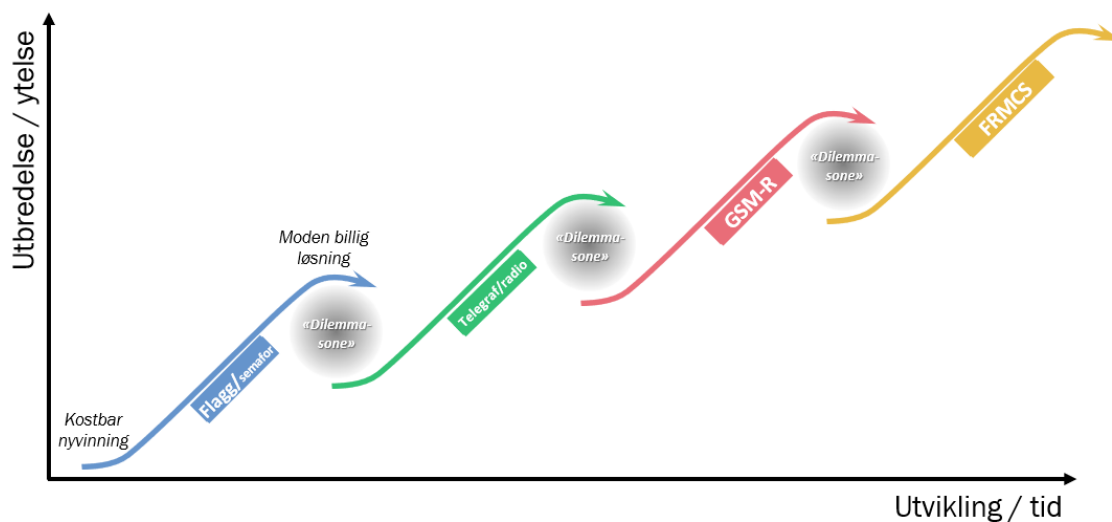
kompetanse og hjelp til videreutvikling er stor. En slik tilnærming kjennetegnes ved at mange bidrar med utvikling av programvare i et ikke-kommersielt samarbeide. En av de største fordelene med en slik tilnærming er at det blir at kostnader til administrasjon og avtaleinngåelse og –forvaltning holdes på et minimum. Et annet eksempel er Norske tog deltagelse i det internasjonale fagorganet RTR (Round Table Rolling Stock). RTR har som mål å forenkle og standardisere anskaffelsesprosessen for nye passasjerkjøretøy. Samarbeidet gir Norske tog mulighet til å samarbeide med andre europeiske produsenter og operatører innenfor ulike tekniske fagområder, anskaffelsesprosesser og bærekraft.

5.6 FOUI-virkemidler og økt aktivitet for å ta i bruk ny teknologi

Å sette gammel og ny teknologi opp mot hverandre for å velge den beste løsningen for samferdsel kan gi utfordringer. Det å utnytte en velprøvd teknologi kan sikre en billig eller trygg løsning, mens å satse på ny teknologi kan gi usikre resultater eller effekter – men det motsatt kan også være tilfelle. Enkelte nye teknologier er så effektive at de blir brobyggere som raskt kan fjerne flere gamle mellomledd eller tjenester.

En generell utfordring med teknologi er den raskt økende utviklingshastigheten fra oppfinnelse til realisering. Fenomenet vil øke i årene som kommer og gi forsterkede utfordringer med å vurdere ny og gammel teknologi, eller tjenester, som skal operere side om side. Problemstillingen gjelder også ved anskaffelser, bygging, drift, vedlikehold og livsløpssykluser. Overgangen mellom ny og gammel teknologi gir dermed en dilemmasone, hvor både nye og gamle løsninger er akseptable. Se illustrasjon Figur 2 nedenfor som viser denne «overgangsrisikoen» fra en teknologi til den neste.

Teknologiske S-kurver (innovasjonsbølger)



Figur 5 Eksempel på vurdering av tiltak i forhold til graden av innovasjon og modenhet på teknologi. I overgangen mellom to teknologier oppstår det ofte en «dilemma-sone» der både gamle og nye løsninger er aktuelle.

Der ny teknologi kan gi ukjente effekter og hvor gammel teknologi kan gi mindre gunstige løsninger. Dette gjenspeiler også vurdering av risiko og kostnader forbundet med valg av tiltak som skal løse en utfordring eller gi en bestemt effekt. For å overkomme noe av risikoen og kompleksiteten i mengden av ny teknologi og vurdering av deres egnethet, kan det være en fordel å utvikle en strategisk

satsning på et område og ensrette tiltakene. Demonstratorer og piloteringer er effektive tiltak for å vurdere egnethet av ny teknologi.

Fokusert satsning på FOUI-tiltak for ny teknologi i jernbanen

For å sikre mernytte for jernbanen av tiltak utført innen forskning, utvikling og innovasjon er det viktig å satse på *implementeringen* av disse. I en tid med trangere økonomiske utsikter er det et fokusområde å bruke virkemidler for å forsere forskning og utvikling over i implementering og praktiske nytte-effekter.

For å kunne vurdere praktiske nytte-effekter, er det nettopp piloter og demonstratorer som i økende grad bør støttes igjennom offentlig FoUI-virkemidler. Virkemiddelbruken er beskrevet i avsnittet «Sektorovergrepene FoUI-virkemidler og -tiltak», der en målrettet FoUI-innsats med ny teknologi vil bidra til at NTP-målene nås ved å sette søkelys på teknologi som er moden. Moden teknologi er hvor anvendt forskning er kommet til stadium for uttesting av løsning under reelle betingelser (i operativ infrastruktur, i sporet eller på toget under drift). Dette vil redusere overgangsrisiko, samt synliggjøre potensialer for nye løsninger. Slike rettede FOUI-midler vil bidra til NTP-mål som «mer for pengene» og «effektiv bruk av ny teknologi».

Piloteringsprogram for jernbane rettet mot økt driftsstabilitet

For å styrke denne FOUI-innsatsen for pilotering foreslås det å opprette et jernbane-program, der målet er å pilotere for å vurdere egnethet av ny teknologi og tjenester, og sikre at moden teknologi tas i bruk i praksis. I denne innsatsen skal prioritere teknologier som kan benyttes på eksisterende infrastruktur og øke driftsstabiliteten.

I de foregående kapitlene er det gitt flere eksempler på piloter og prosjekter som kvalifiserer til bruk i et piloteringsprogram for jernbane. For å sikre mernytten i forskningen er det viktig i neste planperiode å sørge for at pilotene implementeres og er klare for en bredere utrulling.

Eksempler på teknologi som vurderes til å inngå i et piloteringsprogram for jernbane:

- Lastmodeller for utmatting av stålbruer (norsk initiativ, mulighet for internasjonalt samarbeid)
- Hybrid sporgående arbeidsmaskin for ikke-elektrifiserte baner (norsk initiativ, mulighet for europeisk samarbeid)
- Havne- og terminaloperasjoner med bruk av maglev hyperloop-teknologi (et europeisk samarbeid forutsettes)
- Ekstra skyve-kraft med hyperloop-teknologi opp utfordrende bakker langs jernbanen (et europeisk samarbeid forutsettes)
- Strategisk satsning på sensorer (behovet for å plassere sensorer i jernbaneinfrastrukturen er norsk, men kan være en del av et europeisk samarbeid)
- Optimalisering terminaloperasjoner (for eksempel: nye kranene på Alnabru. Et norsk prosjekt).
- Systematisk bruk av visuell videoinspeksjon og bildegjenkjenning, for eksempel med droner (et norsk prosjekt, men mulighet for europeisk/internasjonalt samarbeid)

- Utvikle et program for bruk av droner i transportvirksomhetene, herunder standardisering, optimalisering, flåtestyring, svermstyring, bruk av droner på tvers av transportform m.v. (et norsk pilotprosjekt for å sikre synergier på tvers).
- Autonome tilbringertjenester til/fra togstasjoner (et norsk prosjekt og mulig videreføring av tidligere prosjekt, men fokus på implementering i større skala).
- Raskere utvikling av digital infrastrukturmodell (DIM) inkludert modellering av tog (et norsk prosjekt, men kompetanse og samarbeid på internasjonalt nivå er fordelaktig).
- Effektiv deling av forskningsdata, for eksempel: EU-standard og bruke Enturs tilgangsstyring (en norsk pilot for å sikre effektiv deling av data).
- Sikring av planoverganger med ny teknologi, for eksempel: kombinere teknologier for nøyaktig togposisjon (ERTMS), sensorer, maskinlæring og bildeanalyse (et norsk pilotprosjekt).
- Hindre dyrepåkørsler med aktive (og passive) tiltak, for eksempel utnytte forskningsresultater til å lage flere prototyper for implementering (en norsk pilot hvor fokuset er på å skalere opp forskningsresultater for implementering flere steder)
- Utvidet og nye anvendelser av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) med forsterket og mikset virkelighet (et norsk pilotprosjekt, men europeisk / internasjonalt er mulig)
- Ta i bruk maskinlæring og kunstig intelligens i større grad i modellering for eksempel, porteføljestyling av analyser innenfor: trafikkmodeller, transportmodeller, infrastrukturmodeller, stordata m.v. (norske piloter kan iverksettes, og europeisk / internasjonalt samarbeid kan være fordelaktig).

Estimert kostnadsramme for et målrettet jernbane-program for pilotering / demonstratorer er på kr 40 millioner årlig.

Vedlegg 1: Businesscaser for digitale tiltak

Bedre integrasjon av digitale systemer for informasjon til de reisende

Problembeskrivelse

Kollektivtrafikken preges av mange aktører og tilbud ut mot kundene, som er unødvendig komplisert. Konkurransen fra utenlandske teknologiselskaper kan ta store markedsandeler dersom offentlige tilbud ikke er gode nok. Komplexiteten og fragmenteringen gjør også at mange velger å kjøre bil, selv om mer bærekraftige alternativer er tilgjengelige. Det er derfor viktig at kollektivtransporten i større grad enn i dag fremstår som helhetlig og lett tilgjengelig for de reisende. Allerede i dag stiller forskrift om multimodal reiseinformasjon (ref (EU) 2017/1926) krav om at informasjon skal være tilgjengelig på nasjonale aksesspunkter på gitte formater. Denne forordningen er nå under revisjon, og utvides. Formatene er imidlertid laget for informasjonsutveksling mellom systemer, ikke for direkte bruk av publikum. Det vil derfor være et økende behov for å integrere denne informasjonen i løsninger for reiseplanlegging.

Det er derfor behov for å bedre integrere og sammenstille informasjon om transporttilbudet til de reisende.

EUs forordning for multimodal reiseinformasjon vil også kreve forbedringer i informasjonstilgangen.

Løsningsforslag

Utvikle felles løsninger for informasjon og tjenester. Hvilke prosjekter som bør prioriteres må utredes nærmere. Det bør imidlertid settes av en ramme som benyttes for å finansiere felles tiltak.

Det bør stilles sterkere krav til samordning, slik at partene er forpliktet til å delta i felles løsninger.

Tiltak

Utvikle og integrere digitale systemer på nasjonalt nivå for informasjon for kollektiv, bysykkel, mikromobilitet, taxi, parkering og andre transportrelaterte tjenester på nasjonalt nivå.

Felles nasjonalt register over geografiske interessepunkter, såkalte «points of interest», som de reisende ønsker å reise til. Det muliggjør å f.eks søke på en reise til slottet heller enn å måtte oppgi gateadresse eller nærmeste stoppested.

Integrere tjenester innen offentlig finansiert transport, som bestillingstransport, TT-transport, kommunal eldretransport/serviceruter og skoleskyss.

Tiltakene må gjennomføres i tett samarbeid mellom offentlige myndigheter på forskjellige forvaltningsnivåer og transportaktørene. Tiltakene bør generelt gjennomføres etter «smidig» utviklingsmetode, hvor man utvikler gradvis, og fortløpende evaluerer behov og resultater.

Gevinster / Måloppnåelse

For de reisende:

- Enklere og mer sømløse reiser gir bedre reiseopplevelse.

For operatører:

- Bedre utnyttelse av eksisterende tilbud.
- Reduserte kostnader ved utvikling av egne løsninger.

Myndigheter:

- Bedre styring av offentlig finansiert kollektivtransport.

Samfunnet for øvrig:

- Norge er langt fremme på teknologi, og styrket satsing kan også gi nye næringsmuligheter.

Usikkerhet

Regulering og standardisering pågår fortsatt på EU-nivå, noe som kan medføre endrede forutsetninger underveis. Imidlertid forventes mye av dette å være løst i begynnelsen av NTP-perioden.

Dersom lovfestet forpliktelse til deltakelse i løsningene ikke innføres vil det fortsatt være frivillig å delta. Det er da svært viktig at staten tar en ledende rolle i arbeidet.

Ressursbehov

Kostnadsbehovet antas å ligge i størrelsesorden 200-250 mill kr. Dette bør gjennomføres først i perioden.

Felles nasjonal salgs- og billetteringsplattform

Problembeskrivelse

Både teknologi- og kundeforventninger utvikler seg i rask takt, noe som gjør det vanskelig for mange – spesielt de små og mellomstore aktørene – å henge med på utviklingen:

- Det er en forventning fra de reisende om nye tjenester, for eksempel pris- og betalingsmodeller. Kan være utfordrende for det enkelte kollektivselskap å utvikle alene.
- Nye mobilitetsformer med alt fra elektriske sparkesykler til delingsbiler gjør det mulig å reise også den første og siste kilometeren uten bruk av privatbil, men det er vanskelig å finne hele reisen, bestille og betale ett sted.

Løsningsforslag

Utvikle en felles plattform som alle kollektivaktører i Norge kan benytte for å adressere problemene beskrevet. I tillegg vil en slik plattform legge til rette for sømløse reiser på tvers av geografier og med en hvilken som helst mobilitetsform. Plattformen vil ha programmerbare grensesnitt (API-er) som muliggjør lokal innovasjon og utvikling av lokale og regionale salgs- og servicekanaler, typisk app-er.

Tiltak

- Samle baksystemer for salg og billettering
- Sikre erfaringsoverføringer mellom forskjellige takstmyndigheter, men opprettholde full selvråderett over pris og prisingstruktur lokalt og regionalt.
- Tilgjengeliggjøre grensesnitt (API-er) for lokale tilpasninger som typisk handler om egne digitale salgskanaler.
- Sette spesielt fokus på å utvikle baksystemer som adresserer innovasjoner som nye prismekanismer på en effektiv måte.
- Tilby disse kapabilitetene via grensesnitt (API) for lokalet tilpassede tilbud til de reisende.
- Stille krav til samordning slik at alle persontransportrelaterte tjenester inkluderes.
- Utvide dagens gebyrordning til også å dekke disse tjenestene.

Gevinster / Måloppnåelse

Gevinst for den reisende i form av

- nye prisingsmekanismer tilpasset den enkeltes hverdag
- enklere å finne, bestille og betale for en kollektivreise dør-til-dør som inkluderer nye mobilitetsformer der det er relevant

Gevinster for kollektivselskap i form av

- Mer kostnadsoptimal utnyttelse av ressurser da den enkelte aktør ikke trenger å utvikle eller kjøpe inn basiskomponenter
- Tilgang til innovasjon på plattformnivå
-men beholde lokal og regional innovasjonskraft på de kundenære systemene og kanalene – typisk app-er

Gevinst for samfunnet

- Mer teknologisk utvikling for pengene
- Høyere grad av kollektiv og nye mobilitetsformer

Usikkerhet

Den største usikkerheten ligger i at reguleringene fortsatt er under utarbeidelse på EU-nivå. Juridiske regulering forventes imidlertid ferdigstilt i løpet av 2023, mens utvikling av standarder sannsynligvis vil pågå til 2027.

Høy grad av teknologisk modenhet reduserer risiko. Utfordrende med en sentralisert løsning som skal dekke mange forskjellige brukerbehov på tvers av geografier i Norge

Ressursbehov

Med utgangspunkt i dagens løsning hos Entur vil utviklingskostnadene ligge i størrelsesorden 100-150 mill kr over en treårsperiode.

Økt satsing på og støtte til digitale løsninger og data hos transportaktørene

Problembeskrivelse

Det er etablert en del europeiske og nasjonale krav til informasjon om transporttilbudet. Der de sentrale løsningene allerede er på plass viser det seg at aktørene som er pålagt å levere data har utfordringer med å prioritere nok ressurser til dette arbeidet. I tillegg justeres kravene etter hvert som det utarbeides nye minimumsprofiler (ref (EU) 2017/1926). For løsninger som nasjonal reiseplanlegger er dette en utfordring, siden informasjonen som helhet blir mindre troverdig for de reisende. Ingen kjede er sterkere enn det svakeste leddet. Det er behov for å heve kvaliteten på data og tjenester på tvers av aktørene.

Revidert forordning for multimodal reiseinformasjon stiller også krav til ny dynamisk informasjon, som vil påføre partene nye kostnader. Dette gjelder f.eks. fyllingsgrad/belegg.

Tiltak

Etablere støtteordninger og belønningsmidler for å hjelpe aktørene og heve kvalitet på data og tjenester. Dette handler både om å hjelpe de forskjellige bransjene å få plass felles løsninger og å sikre at hver enkelt aktør klarer å levere data og tjenester i henhold til kravene.

I første omgang er det behov for støtte til heving av kvalitetsnivået for sanntidsdata i kollektivsektoren, hvor kun 15 prosent av aktørene leverer data i henhold til nasjonale krav i dag.

Også støtte til fremtidig levering av informasjon om fyllingsgrad vil kreve tilsvarende.

For taxinæringen medførte dereguleringen av bransjen at krav til taksameter og tilslutning til taxisentral falt bort. Det vil vanskeliggjøre innsamling av påkrevde data. Støtte til utvikling av sentrale løsninger er derfor aktuelt.

Usikkerhet

Denne følger samme usikkerhet som «Bedre integrasjon av digitale systemer for informasjon til de reisende».

Løsningsforslag

Sikre at transportaktører og andre dataleverandører er i stand til å levere ønskede data av ønsket kvalitet, gjennom at staten i større grad bistår med støtte til å nå de nasjonale kravene.

Følgende områder vil kreve spesiell fokus:

- Sanntidsinformasjon for rutegående transport
- Informasjon om universell utforming
- Ny informasjon om bestillingstransport, hvor kravene til data økes

Gevinster / Måloppnåelse

For de reisende:

- Bedre kvalitet på data, spesielt ved avvik, og mer forutsigbarhet ved bruk av kollektivtransport

For operatører:

- Reduserte kostnader ved utvikling av egne løsninger.

Myndigheter:

- Bedre oppnåelse av nasjonale og europeiske krav og mål.

Samfunnet for øvrig:

- Norge er langt fremme på teknologi, og styrket satsing kan også gi nye næringsmuligheter.

Ressursbehov

Det bør settes av en ramme 50-100 mill kr over tre år.

En skalerbar kollektivdataplattform som skaper verdi og sikrer orden i eget hus

Problembeskrivelse

Kollektivsektoren består i dag av et sett av aktører hvor hver aktør har sitt sett av digitale systemer som er nødvendig for å primært sørge for operativ drift.

Ut av disse systemene produseres det en signifikant mengde data som ofte lagres historisk. Denne historikken inneholder informasjon om hva som har skjedd i kollektivsektoren. Entur vet hvor mange billetter som er solgt, BaneNOR vet hvor og når togene har kjørt. Og ATB vet omtrent hvor mange passasjerer de har fraktet omkring i Trondheim.

For å muliggjøre en nasjonal reiseplanlegger, har Entur fått mandat til å samle inn Rute- og Sanntidsdata for hele Norge. I kombinasjon med Entur's ambisjon om en nasjonal salgs og billetteringsløsning, ender Entur opp med å være den aktøren med størst fysisk dekningsgrad, og mest data om kollektivsektoren.

For å dra nytte av digital sentralisering, kostnadseffektivisering og generelt sett reduksjon i kompleksitet, bør det for interessenter av kollektivdata eksistere ett sted, hvor en kan:

- Få oversikt samt søke og finne alle historiske kollektivdata i Norge
- Tilgangsstyre, herunder be om samt dele ut tilganger til dataen
- Analysere, samt dra nytte av avanserte analysemetoder som kunstig intelligens (KI)
- Enkelt laste ned historiske kollektivdata i Norge

Tiltak

Det har vært jobbet lite med helhetlig innsikt, lagring av data, krav til tilbakedeling av data osv, og det bør jobbes eksplorativt med stor andel av pilotering for å finne de verdikjende datastrømmer og –kombinasjoner. Av dette skal det leveres innsikts- og AI-produkter rettet mot partnere, sluttbrukere og eier/Jdir. Dette vil gi en kontinuerlig oppdatert innsikt for beslutningsstøtte og bedre digitale tjenester for brukerne.

Løsningsforslag

Bygge og forvalte en moderne dataplattform med følgende kapabiliteter:

- Selvbetjent, skalerbar og høyhastighets datafangst (data inn og ut)
- Lagring- og analysekapabiliteter med fokus på skalerbarhet, kostnadseffektivitet og høy ytelse
- Brukervennlighet i selvbetjente analyseløsninger for både tekniske og ikke-tekniske brukere
- Datakatalog-kapabiliteter som søker i metadata og oversikt over datakvalitet
- Selvbetjent tilgangsstyring
- Støtte for avansert analyse, herunder kunstig intelligens-metoder som maskinlæring
- Ha gode løsninger for samtykker, personvern, transparens, GDPR og etisk KI

Proaktivt samle og gjøre mer data klart til analyse

- Foredle Entur's eksisterende datasett til verdifulle og brukervennlige data klare til analyse
- Jobbe med dataprodusentene i kollektivsektoren for å få mer data, høyere granularitet og bedre kvalitet
- Utfordre, løse og bygge systemstøtte for juridiske hindringer slik at en trygt kan analysere og dele kollektivdata

Skape verdi ved bruk av data klare til analyse i dataplattformen

- Bygge og forvalte live dashboard på de viktigste metrikkene i kollektivsektoren
- Dekke alle behov for innsikt i kollektivdata slik at alle interessenter kan bli datadrevet
- Bygge data-drevne applikasjoner
- Bruke kunstig intelligens til å automatisere for å spare tid og penger
- Bruke kunstig intelligens for å gjøre løsningene i kollektivsektoren smarte.

Sikre at data og domenekunnskap er tilgjengelig for datasamarbeid

- Øke kapasiteten for å sikre en høyere fart i datasamarbeidsprosjekter
- Øke kapasiteten for å sikre forvaltning av en økende mengde tverrsektorielle dataprodukter

Gevinster / Måloppnåelse

- Bedre data til viktige beslutningsprosesser i kollektivsektoren vil sikre at vi får mer for mindre
- Smartere og mer sømløse sluttbrukertjenester med mer presis informasjon, rikere informasjon og mer personlig kunderettet informasjon

- Sette av ressurser til tiltak som anses nødvendige for å sikre en effektiv dataforvaltning.
- Sette av ressurser som er nødvendig for å kunne samarbeide med aktører utenfor egen organisasjon
- Skalere opp støtteapparat for andre prosjekter som trenger tilgang til data av høy kvalitet
- Jobbe proaktivt for å bryte ned barrierer og gjøre mer data klar til analyse
- Arbeid med å risikovurdere datasett i alle data domener
- Arbeid med å anonymisere og aggregere lukkede datasett
- Arbeid med datakatalogtjenester
- Arbeid med å strukturere historiske versjoner av dataen på dataplattformen
- Arbeid med å beskrive data og datakvalitet
- Arbeid med å støtte prosjekter og virksomheter med å ta i bruk nye datasett
- Aktivt arbeid med å fremme synligheten av de dataene som har blitt delt
- Aktivt arbeid med å vise nytteverdien av dataene som har blitt delt
- Arbeid på tvers av kollektivsektoren for å sikre smidige løsninger for den reisende
- Arbeid på tvers av kollektivsektoren for å sikre at mer oppdaterte datasett blir brukt til beslutninger

- Bli mer effektive og smartere ved hjelp av automatisering og kunstig intelligens
- Minimere menneskelige feil ved hjelp av automatisering
- Beslutninger på bedre datagrunnlag
- Det vil også være muligheter for å samle bedre innsikt om kundenes prefererte eller ønskede reisestrekninger, noe som kan benyttes til å fylle hull i mobilitetstilbudet.
- Eksterne gevinster som hentes på ukjente
 - Hjelp den reisende å ta riktige valg basert på god bruk av data (analyse, prediksjon, sanntidsberegninger, anbefalinger underveis på turen)
 - Hastighet, evne til å snu seg raskt (eks dobbeltbetalinger)
 - Strukturere seg for fremtiden
 - EU/Sammfunnsoppdrag

Usikkerhet

Datadeling: I hvilken grad kan det kreves innsikt i f eks bruk av åpne data fra det offentlige.

GDPR: Nyttige data kan være knyttet til personer/persondata. Det vil kunne oppstå tilfeller der GDPR-regler utfordres.

Ressursbehov

35 mill kr pr år. (20 mill økning)

Tverrsektorielt datasamarbeid i samferdselssektoren

Problembeskrivelse

Faktorer som strammere økonomisk handlingsrom, krevende NTP-mål, stadig nye krav fra EU og utfordrende klimamål tilsier at det må jobbes smartere i samferdselssektoren. Bedre samarbeid og utnyttelse av sektorens data kan være en fornuftig vei å gå for å bøte på stadig mer krevende rammevilkår.

Datatilfanget i sektoren vokser eksponentielt, men dessverre oppstår mye av dataen i dag som et biprodukt. Det er først når dataen bearbeides og forvaltes på en god måte at denne får egenverdi og at gevinstene kan realiseres. Behandling av data og utvikling av datainfrastruktur gjøres i dag i hver enkelt virksomhet. Det er lite synergier på tvers og flere digitale siloer – også internt i enkelte virksomheter. Dette resulterer i at virksomhetene i samarbeidet og i resten av sektoren bruker unødvendig mye tid og ressurser på de samme prosessene.

De krevende rammevilkårene kombinert med dagens status i sektoren er noe av bakgrunnen til at Samferdselsdepartementet har gitt syv av sine underliggende virksomheter i oppdrag å samarbeide bedre om data. Entur har fått det koordinerende ansvaret for prosjektet, som inkluderer Statens vegvesen, Avinor, Bane NOR, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye veier og Entur.

Tiltak

Prosjektet foreslår følgende tiltak for å sikre suksess og imøtekomme identifiserte risikoen:

- Det blir stadig mer tydelig at prosjektets suksess avhenger av at virksomhetene ser verdien av et datasamarbeid, og at de følgelig ønsker å prioritere intern og ekstern datadeling. En sentral oppgave er dermed kommunikasjon rundt hvorfor data er viktig og hvordan samarbeid om dette kan gi store gevinster for alle involverte.
- Erfaringsdeling og møtepunkter er viktig for å få ønsket om datadeling inn i ryggmargen til virksomhetene. Derfor er etablering og aktiv bruk av sentrale samarbeidsarenaer for å tilrettelegge for involvering og forankring knyttet til datadeling på tvers viktig. I dag eksisterer Topplederforum, Styringsgruppe, Arbeidsgruppe, teknisk forum og juridisk forum, samt ad hoc baserte arenaer i prosjektets regi.
- Det kan bli aktuelt å involvere flere aktører i samferdselssektoren, slik som eksempelvis togoperatørene, Norske tog, Mantena, fylkeskommunale kollektivselskaper etc. Disse utgjør en sentral del av transportsystemet og dets data, og involveres i dag kun sporadisk/i liten grad.

Løsningsforslag

Det tverrsektorielle datasamarbeidet startet opp i mars 2022. Prosjektet anser det som sin rolle å være en tilrettelegger for at virksomhetene i og utenfor samarbeidet enkelt selv kan oppdage, få tilgang til og ta i bruk data i samferdselssektoren for å realisere egen verdi.

For å oppnå dette er prosjektet nå organisert i tre arbeidsstrømmer. I [Data og infrastruktur](#) jobbes det med å etablere felles standarder og formater for data, og for å kartlegge og utvikle nødvendige felleskomponenter for enkel og trygg datadeling på tvers. Under [Brukercase](#) er hovedfokus å få tilgang til sentral mobilitetsdata som kan deles, slik som passasjerfall fra tog, fly og kollektivtransport. I den siste arbeidsstrømmen, [Juridisk](#), er målet å rydde unna juridiske barrierer for datadeling. I dette arbeidet er særlig personvern et sentralt tema.

NB: Prosjektet vil levere inn eget og mer utfyllende innspill til NTP i løpet av våren 2023, basert på bestilling fra Samferdselsdepartementet.

Gevinster / Måloppnåelse

Prosjektets overordnede mål:



Bedre tilgjengeliggjøring og tilrettelegging

av åpne og ikke-åpne data med tilfredsstillende, kjent og beskrevet kvalitet, samt sikre etterlevelse av nasjonale og internasjonale krav knyttet til datadeling og –håndtering.



Bedre utnyttelse av data på tvers

for å muliggjøre bedre analyse, innsikt og prediksjon og kunne hente ut gevinster fra bedre planlegging, forbedret beslutningsgrunnlag, forskning, trafikkstyring, bedre informasjon til de reisende mm



Tilrettelegge for innovasjon

hos virksomhetene, næringslivet generelt og forskningsmiljøer, som medfører bedre tjenester til reisende og transportører

Et velfungerende datasamarbeid kan gi tilgang til store datamengder, som igjen kan gi bedre analyser, planlegging og tjenester både for virksomhetene selv og for øvrige beslutningstagere i samfunnet. For eksempel kan man få mer avanserte og proaktive former for trafikkstyring, bedre informasjon til de reisende, mer målrettet vedlikeholdsinnsats og bedre investeringer. Et datasamarbeid legger også bedre til rette for å dra nytte av andres erfaringer, utveksle ideer og unngå å gjøre de samme feilene. Samlet sett vil dette bidra til å nå broparten av de overordnede NTP-målene.



Mer for pengene



Effektiv bruk av ny teknologi



Bidrag til Norges klima- og miljømål



Effektiv reisehverdag og økt konkurransekraft for næringslivet

- Tekniske løsninger og felles standarder for data skal utvikles og testes sammen med virksomhetene, og være mulige å kombinere med de ulike virksomhetens eksisterende teknologi.
- Prosjektet vil bidra med økonomisk og/eller ressursmessig støtte til virksomhetene i de tilfellene det er sentralt for å sikre at nødvendige oppgaver for eksternt datadeling prioriteres
- Det er mye data som i dag ikke deles på grunn av juridiske utfordringer. Ved å adressere disse i fellesskap kan store barrierer for datadeling fjernes.

Usikkerhet

Teknologien for datadeling er svært moden, og det genereres daglig store mengder data i sektoren som kan benyttes for å gi økt verdi. Samtidig er det ulik datamodenhet internt i de samarbeidende virksomhetene. Enkelte av virksomhetene har store tekniske miljøer, mens andre har svært små slike miljøer. Det tilsier at innsatsen som kreves for å få til et tett datasamarbeid varierer internt i prosjektriggen. Det er en åpenbar usikkerhet.

En annen usikkerhet går på hvorvidt eksternt datadeling prioriteres internt i virksomhetene; altså at de prioriterer opp den jobben internt som kreves for å oppnå god fremdrift i det tverrsektorielle datasamarbeidet. Tiltak for å imøtekomme dette adresseres i stor grad i opplistingen over.

Ressursbehov

Det er krevende å oppnå god, effektiv og sikker datadeling på tvers av syv virksomheter. For å oppnå gode resultater er det flere punkter som er avgjørende, eksempelvis må virksomhetene prioritere samarbeidet, legge til rette for at teknisk arbeid i egen virksomhet gjøres i tråd med felles avtalt retning, bidra til å spre kultur for data og satse på eksternt datadeling.

For å etablere et velfungerende samarbeid som «går av seg selv» må det legges ned en betydelig innsats i kommende periode. Det må eksempelvis etableres felles standarder og formater på data i sektoren og utvikles nødvendige felleskomponenter for sikker datadeling. I tillegg må sentrale juridiske barrierer overkommes og en kultur for data integreres i hele sektoren. For å få på plass en slik «rigg», samt legge til rette for at virksomhetene gjør nødvendig internt innsats, bør satsingen på datadelingsprosjektet styrkes betydelig i kommende NTP-periode.

Tilrettelegging for mer operativ styring av transporttilbudet i sanntid

Problembeskrivelse

Kollektivtrafikkens konkurransekraft mot privatbilen er svekket etter pandemien, og spesielt mot elbilen.

Kø og mangelfull fremkommelighet for buss svekker konkurranseevnen til kollektivtrafikken, og koster kollektivselskapene og samfunnet store summer i årene.

Tiltak

Etablere felles løsninger for nye behov, som f.eks. geofencing og regulering av mikromobilitet, slik at kommunene får felles verktøy for å ivareta sine behov knyttet til data og regulering.

Utvide dagens dataprojekter fra rapportering til sanntids beslutningsstøtte og prognoser.

Gjennomføre utredninger og pilotprosjekter for å bygge kompetanse på hvordan teknologien kan utnyttes.

Bruk av ny teknologi som elektronisk bussfelt, bussbom med mer.

Usikkerhet

Løsningsforslag

Styrke kollektivtrafikkens konkurransekraft gjennom tiltak for å begrense bilbruk, slik som veipricing, bompenger, reduserte elbilfordeler etc., og bruke ny teknologi til å øke fremkommelighet for kollektivtransporten.

Legge til rette for å styre transportbruken i sanntid basert på lokale behov.

Gevinster / Måloppnåelse

De reisende:

- Bedre fremkommelighet og derigjennom bedre tilbud til de reisende.
- Raskere og mer pålitelig reisetid gir vesentlig bedre reiseopplevelse for den enkelte.

Transportaktørene:

- Besparelser for kollektivselskapene.

Myndigheter:

- Samfunnsøkonomisk lønnsomhet
- Bidrag til å nå nasjonale klima- og bærekraftsmål.

Samfunnet for øvrig:

-

Ressursbehov

Mikromobilitet: 30 mill kr

Utredninger og pilotprosjekter: 50 mill kr

Offensiv satsing på ny teknologi

Problembeskrivelse

Kraftig utvidet tilbud av mer individuelt tilpasset transport for å møte konkurranse fra privatbil, er kostbart. Teknologien er under rask utvikling, og det vanskelig å vite hvilke løsninger som det bør satses på.

Løsningsforslag

Ny teknologi, som selvkjørende busser og båter muliggjør en langt mer fleksibel transporttjeneste, bedre tilpasset reelle behov. Dette vil kunne medføre et paradigmeskifte for kollektivtransporten, spesielt i distriktene, hvor transporttjenestene blir både mer fleksible og får en lavere kostnad. Det er behov for en offensiv satsing på ny teknologi, herunder selvkjørende busser og båter.

For å finne innovative løsninger er det behov for insentiver hos aktørene.

Tiltak

Etablere årlige konkurranser etter modell av "Smartere transport i Norge" (pott på 100 mill. kr i 2018) for å delfinansiere nye pilotprosjekter i fylkene.

Gevinster / Måloppnåelse

De reisende:

- Bedre tilbud
- Lavere kostnad
- Redusert behov for privat bil

Transportaktørene:

- Lavere kostnad
- Bedre tilpasset transporttilbud

Myndighetene:

- Lavere kostnad

Samfunnet for øvrig:

- Færre biler på veiene
- Oppnåelse av klima- og miljømål
- Nye næringsmuligheter

Usikkerhet

Ressursbehov

100 mill kr pr år.

Vedlegg 2: Businesscaser teknologi – noen eksempler

Levetidsvurdering av jernbanebruer i stål er effektivt vedlikehold og fornyelse av infrastrukturen

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

Det finnes 900 jernbanebruer i stål i det norske jernbanenettet og de aller fleste av disse har vært i drift i mer enn 50 år. (900 utgjør 40% av alle bruer, hvorav 300 er mer enn 100 år gamle.) Lastene på jernbanen har endret seg til høyere aksellaster og oftere avganger, slik at utmattingsbrudd er et alvorlig og høyst reelt problem for disse bruene. Bane Nor som infrastruktureier har ansvar for problemstillingen. I dag er levetidsvurderinger en tidkrevende manuell prosess og estimering gjøres blant annet ved fysisk inspeksjon.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?
Hvilket (transportpolitisk) mål bygger dette opp under?

Nøyaktigheten til levetidsvurderinger må bedres i alle ledd gjennom datainnsamling og kalibrering av numeriske modeller for laster, responseestimering, utmattingsmotstand og utmattings-skade.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

- FOU prosjekter
- Endre regelverk for bruinspeksjon og bruforvaltning slik at ny teknologi kan benyttes. (langsiktig mål)
- Infrastruktureiere, NTNU, konsulenter som leverer tjenester relatert til design og forvaltning av bruer.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

Business caset med bruk av datainnsamling og beregninger fører til enorm nytteverdi for samfunnet, transportvirksomhetene og infrastruktureierne gjennom:

- Reduserte kostnader (vedlikehold på rett sted til rett tid, trenger ikke bygge nye bruer, samt unngår unødig avbrudd drift)
- Sikrere og mer pålitelige konstruksjoner (oppdager flere skader)
- Bærekraftig (Utnytte bruene vi har i stedet for å bygge nytt)

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

Samfunnet (gjennom Bane Nor) eier risikoen for å ivareta sikkerheten. Dersom business caset ikke gjennomføres er det økt risiko for katastrofale sammenbrudd, unødvendige kostnader til vedlikehold og fornying av bruer, samt økt klimapåkjenning pga manglende utnytting av eksisterende infrastruktur.

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

xxx

Tilstandsovervåking av bruer med sensorer (Eng. «Structural Health Monitoring»)

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

Mange av bruene i det norske vei og jernbanenettverket er gamle og i dårlig stand. Alvorlig skader kan være vanskelig å avdekke. Bruk av sensorer kombinert med automatisk signalprosessering og maskinlæring for å avdekke skader øker sikkerheten. Infrastruktureiere eier problemstillingen.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?
Hvilket (transportpolitisk) mål bygger dette opp under?

Bruk av tilstandsovervåking av bruer med sensorer. Endrer behovet for bruinspeksjon. Krever en ny leverandørkjede. Bruer kan brukes lenger. Utslipp reduseres. Digitalisering av sektoren.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

- FOU prosjekter
- Pilot studier
- Endre regelverk for bruinspeksjon og bruforvaltning slik at ny teknologi kan benyttes. (langsiktig mål)
- Infrastruktureiere, NTNU, konsulenter som leverer tjenester relatert til design og forvaltning av bruer.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

- Infrastruktureiere får nytte av løsningen. Nyten ligger mer presis informasjon om tilstanden til brukonstruksjoner.
- Reduserte kostnader (trenger ikke bygge nye bruer)
- Sikrere konstruksjoner (oppdager flere skader)
- Bærekraftig (Utnytte bruene vi har i stedet for å bygge nytt)
- Utløser behov for nye produkter og tjenester

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

Det er en risiko for at tilstandsovervåking med sensorer ikke er hensiktsmessig å benytte for et stort antall bruer, men heller kan benyttes for bruer en er bekymret for.

Det er en risiko for at det kan ta lang tid (mer enn 5 år) å utvikle løsninger som er robuste nok til å benyttes i stort omfang.

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

Kontinuerlig sanntidsmåling (og overvåking) av spor og sporressurser fra persontog i drift

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

Effektivitet i vedlikehold av jernbanespor er ikke bare avgjørende for sikker drift, men ved å redusere forsinkelser og øke kapasiteten kan det gi økonomiske fordeler for jernbaneoperatører. For tiden har jernbaneinfrastrukturforvaltere dedikerte kjøretøy for å utføre spormåling. Disse kjøretøyene er imidlertid dyre å anskaffe og kjøre da de trenger spesialtrente mannskaper for å betjene dem. Videre krever de uavbrutt tilgang til sporet, og er derfor vanskelig å planlegge rundt andre tjenester.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?
Hvilket (transportpolitisk) mål bygger dette opp under?

tilbyr nøyaktig togovervåking, sporing og trending av strømvatagerens tilstand, og gir kraftig innsikt i strømvatagerens tilstand uten kostnadene, tjenesteavbrudd og sikkerhetsrisikoer ved manuell inspeksjon. Strømvatagersystemet lar jernbaneoperatører planlegge forutsigende flåtevedlikehold, og reduserer dramatisk faren for at en skadet strømvatager forårsaker luftledningsavbrudd som har direkte innvirkning på driftsinntekter og tjenestekontinuitet.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

- Ta i bruk og supplere med sensorer for å starte innsamling av data fra passasjertog i drift.
- Bevilgninger til investering i noe utstyr og sensorer.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

- Overvåkningsutstyret om bord i persontog i drift vil ved hjelp av algoritmer gi kontinuerlig overvåking av sporet og dets forringelse.
- Disse hyppige målingene utfyller de mindre hyppig sporgeometrimålinger fra spesialiserte målevogner.
- Sportilstandsovervåking måler hvor jevn kjøreturen oppleves i et normalt tog i drift - som passerer i full last og med full hastighet over sporet.
- Tidlig oppdagelse kan resultere i en billigere reparasjonskostnad og reduserer risikoen for sekundær skade.
- Målingene registrerer typen og plasseringen av sporeiendeler, slik at forringelsen av eiendelens tilstand kan følges. Brukeren mottar varsler om kritiske endringer, slik at riktig handling kan utføres på riktig sted til riktig tid.
- Jernbaneoperatører og infrastrukturere krever nøyaktig forståelse av den sanne tilstanden til strømvatageraktiva for å støtte planlagt vedlikehold og flåteoptimalisering.

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

xxx

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

xxx

Batteriteknologi for jernbanemål tilpasset norske forhold

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

For å sikre nullutslipp på jernbanelinjer der det er tenkt å bruke batteritog (del av KVU Green) må det forskes mer på batterityper som egner seg for tog. Noen av de alternative driftsformene der batteritog er tenkt brukt vil det være behov for å finne optimal ytelse for batteriytelse ift. vekt, volum, ladetid, sikkerhet og klimatiske. Det eksisterer således mange kjente utfordringer med degradering av battericeller som utfordrer batteriers bruksområder og levetid. I tillegg er behovet for sjeldne metaller i batterier er en utfordring det er ønskelig å redusere implikasjonene av.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

- Fortsette og intensivere forskning på batteri og batterikjemi i Norge
- Sikre forskning og utvikling av tilhørende elektroniske systemer for styring av lading og utlading
- Sikre utvikling av metoder for estimering av energiforbruk til batterielektriske tog på hel- eller del-elektrifiserte jernbanestrekninger (MoZEES's case 2023-2024)
- Vurdere mulighet for demonstrasjon av batterielektrisk motorvognsett med rekkevidde > 200 km for norske særforhold som kulde, snø, is, lading i fart f.eks. på Rørosbanen.

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

Mange nasjoner forsker på batterier og det er et kapplop om å få frem rimelige produkter som kan produseres i store kvanta. Mulighetsrommet for å nå frem med ny teknologi er tidssensitivt. I tillegg er effektene av økte utgifter til energi en utfordring for etablering av industri av denne typen i Norge.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?
Hvilket (transportpolitisk) mål bygger dette opp under?

Det er behov for å teste batterikjemi i ulike batterityper med tilhørende systemer under norske klimatiske forhold, slik at investeringene i ny teknologi som batteritog er, får en optimal kost-nytte-effekt. Norske forskningsinstitusjoner og -miljøer har forsket på batteriteknologi i noen år (gjelder spesielt IFE). Det er et fremvoksende miljø for forskning og produksjon i Norge (f.eks. Northvolt, Corvus Energy, Freyer, Beyond AS, Morrow Batteries, Northern Recharge er virksomheter som har, eller vurderer å etablere seg i Norge). Forskning på batterier av denne typen er også relevant for ferger og anleggsmaskiner.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

- Hente ut optimal kost-nytte-effekt for hel- og del-elektrifiserte jernbanestrekninger med batteritog
- Bidra til næringsutvikling i verdensklasse i Norge
- Redusere miljøbelastning ved å dreie utviklingen av batterier i retning av mer miljøvennlige kjemiske sammensetninger
- Bidra til å redusere utslippet av klimagasser

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

Behovet for ressurser er avhengig av ambisjonsnivået.

Det er behov for å sikre riktig valg av batteritype for tog, samt demonstratører som viser at løsningene fungerer for tog i klimatiske forhold som Norge har.

Det behov for bevilgninger til forskning som sikrer riktig valg av batteritype for anvendelse på ulike driftsformer (hel- eller del-elektrifisering) av de ikke-elektrifiserte jernbanestrekningene.

Sensorer for tilstandsbasert vedlikehold («automatisering»)

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

På jernbanen har det tradisjonelt blitt gjennomført intervallbasert forebyggende vedlikehold, samt akutt feilretting når feil oppstår. Når komponenter feiler og stanser trafikken er det både dyrere å utføre vedlikeholdet, men det har også en samfunnsøkonomisk konsekvens ved at trafikken må stanses til feilen er funnet og komponenten skiftes/repareres. Når komponenter feiler, og det trengs akutt vedlikehold, blir driftsstabiliteten påvirket negativt. Dersom det oppstår feil som stanser trafikken mellom Drammen, Oslo og Lillestrøm påvirkes 80 prosent av togtrafikken. Det betyr at lokaltogtrafikken i hovedstansområdet er avgjørende for punktligheten for store deler av jernbanenettet, deriblant også fjerntog og godstogtransport.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

Bane NOR har montert sensorer på flere komponenter, og har over flere år hatt piloter for å utnytte data fra sensorer til mer tilstandsbasert vedlikehold. Videre utvikling handler om å sikre et driftskonsept for overvåkning, samt utvikle systematisk datadrevet vedlikehold.

I dag pågår det pilot for systematisk datadrevet vedlikehold på strekningen Oslo S-Bestum, som videre vil ruller ut på større deler av jernbanenettet. Blant annet er systematisering av data og bruken av sporovervåkning en del av denne piloten.

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

Bane NOR har montert sensorer på deler av infrastrukturen, og har derfor flere læringspunkter fra tidligere utprøving. Usikkerheten ligger derfor ikke like mye i teknologien, men i bred ibruktakelse av nye løsninger og arbeidsmetodikk. Innenfor dette har Bane NOR satt i gang et program, «På rett spor», med bred oppfølging av forbedringstiltak for drift og vedlikehold. I dette programmet piloteres også andre forbedringer utover systematisk datadrevet vedlikehold.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?

Gjennom sensordata og mer tilpasset vedlikeholdsprogram, samt bruk av sporovervåkningsappen som gir tilgang til denne dataen vil vi få mer informasjon om tilstanden på infrastrukturen, døgnet rundt, og kan planlegge og rette feilen i perioden det ikke går tog. Dette reduserer antall generiske vedlikeholdstimer ved å erstatte fysisk kontroll med overvåkning.

Sensorer på komponenter som drivmaskiner, sikringsanlegg, releggrupper og sporfelt, er noen av de sentrale informatørene. Data fra disse kan fortelle om forskjellige behov, når de skal vedlikeholdes, eller når de må byttes ut.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

De reisende vil oppleve færre stoppende feil. Dette bidrar videre til et mer attraktivt togtilbud og effektiv reisehverdag på kollektivtransport. Erfaringer fra pilotering tilsier betydelig reduksjon i antall stoppende feil.

Operatørene vil få reduserte kostnader ved avvik

Tiltakene støtter videre opp under målsetting om mer for pengene, ved at en reduserer generiske vedlikeholdstimer med fysisk kontroll, med overvåkning. Kostnadsbaspårelse kommer også ved reduserte kostnader for forebyggende vedlikehold sammenliknet med akutt feilretting.

Et bedre jernbanetilbud støtter videre opp under klima- og miljømål, da et bedre jernbanetilbud bidrar til reduserte klimagassutslipp og lokal miljøforurensning.

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

Interne kostnader: forventes lavere kostnader etter implementering
Eksterne kostnader: usikkert kostnadsbilde for investeringer

Høy-ytelses dataprosessering for digitalisering av infrastruktur

Problembeskrivelse

Hva er problemet/utfordringen som skal løses? Hvilken utfordring blir løst?
Hvem eier eller har/tar ansvar for problemstillingen og løsningen?

Med økende innsamling av data er det viktig å sikre tilstrekkelig og uavhengig kapasitet for trygg og effektiv behandling av data. Med dagens og framtidens sikkerhetspolitiske bilde er det en økende usikkerhet rundt tilgang til maskinvare for å bygge, og internasjonal tilgang til såkalt «high performance computing» som er en viktig brikke for å kunne digitalisere samfunnet. Det vil være naturlig at en slik infrastruktur er eid og driftet av en nasjonal offentlig aktør.

Tiltak

Hva er suksesskriteriene? Kort beskrivelse av tiltakene som skal til for å lykkes. Robust tilnærming til tiltaket. Behov for pilotering?

- En løsning hvor ressursbehov skalerer med ambisjon for ytelse.
- Offentlig finansiering av datainfrastruktur eller leie av tjeneste (i Norge).

Usikkerhet

Hvor moden er teknologien? Hva er risikoen for/i gjennomføringen? Vurdering av risiko (sannsynlighet x konsekvens). Hvem eier risikoen? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi) | Identifiser andre fremmere og hemmere: Juridiske, økonomiske, regulatoriske utfordringer. Hva er konsekvensen dersom business case ikke gjennomføres?

Timing er viktig på bakgrunn av den geopolitiske utviklingen der det er viktig å sikre viktig nasjonal datainfrastruktur for å kunne ta vare på nasjonal transportinfrastruktur.
Dersom norske tilbydere har slik kapasitet er det mulig å leie seg inn via skytjenester, men dette er ikke undersøkt i tilstrekkelig grad.

Løsningsforslag

Forslag til endret prosess, produkt eller tjeneste (beskrivelse)?
Hvilket (transportpolitisk) mål bygger dette opp under?

Utvikling og utbygging av nødvendig dedikert infrastruktur for datahåndtering og prosessering.
Gir sektoren tilgang på høytytelseskapasitet for prosessering av data for avanserte analyser eller simuleringer.

Gevinster / Måloppnåelse

Hvem får nytte av løsningen (målgruppe)? Hva består nytteverdien i (en indikator eller målbarverdienhet f.eks. i kroner eller timer)? | reduserte kostnader? (potensialet) | økt omsetning eller inntekter? | bedre tjenester eller produkter? | samfunnsnytte? grad av innovasjon (nytte for noen)? | bidrar til næringsutvikling? | hvilke transport-politiske mål bygger dette opp under? | Skille mellom gevinster for: De reisende/ brukere, Operatører, Samfunnet for øvrig, Virksomheten.

- Nyten er for alle sektoraktører med behov for prosessering av store datamengder relatert til drift og vedlikehold.
- En annen viktig nytteeffekt er å sikre nødvendig framtidig kapasitet gjennom å være uavhengig av den geopolitiske utviklingen.

Ressursbehov

Hva er kostnadene? Tidsforbruk: treffer markedet til riktig tid? | ledetid før det kan iverksettes? | livssyklus (f.eks. tilpasset gammel eller ny teknologi)

Design, implementering og initiering av dedikert datainfrastruktur for behandling av data relatert til ivaretagelse av infrastruktur knyttet til transport.
Det er naturlig med offentlig finansiering.