

Frode Nilsen

## ERTMS-piloten på Østfoldbanens Østre linje

Infrastrukturell endring og pilotens betydning  
for en storskala implementering av ERTMS på  
det norske jernbanenettet

Masteroppgave i Master i organisasjon og ledelse,  
spesialisering i innovasjon og endringsledelse  
Veileder: Thomas Østerlie  
Trondheim, februar 2017



Frode Nilsen

## **ERTMS-piloten på Østfoldbanens Østre linje**

Infrastrukturell endring og pilotens betydning for en storskala implementering av ERTMS på det norske jernbanenettet

Masteroppgave i Master i organisasjon og ledelse, spesialisering i innovasjon og endringsledelse

Veileder: Thomas Østerlie

Trondheim, februar 2017

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for sosiologi og statsvitenskap



*Nei, jarnvegen er rik på tanke og framhug frå  
kvar side han vert sedd. Han er ikkje lyft opp  
frå jorda, men går som all sann dikting gjennom  
det levande liv, og strør blommar rundt ikring seg.*

Aasmund Olavsson Vinje (Ferdaminne, utdrag)



## INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING MED PROBLEMSTILLING .....	9
2	JERNBANEN I NORGE .....	11
2.1	Jernbaneverket.....	11
2.2	Jernbanedirektorat og Bane NOR SF .....	12
2.3	Transportselskaper.....	14
3	FORSTÅELSE AV JERNBANENS INFRASTRUKTUR.....	15
3.1	Jernbane som et stort teknologisk system.....	17
3.1.1	Systemperspektivet .....	18
3.1.2	LTS og endringsdynamikk.....	20
3.1.3	Teknologisk momentum, avhengigheter og inhomogenitet .....	23
3.2	Jernbane i et nettverksperspektiv.....	25
3.2.1	Hva er et nettverk? .....	25
3.2.2	En flytende forståelse av virkeligheten.....	26
3.2.3	Infrastrukturens karakteristiske egenskaper (klassifisering).....	27
3.2.4	Ulike typer nettverk i jernbanesammenheng.....	28
3.3	Samferdselsnivå .....	31
3.4	Produkt, kunder, brukere og behov .....	34
3.5	En «forståelsesmodell» av norsk jernbane .....	35
4	STORSKALA INFRASTRUKTURENDRINGER .....	39
4.1	Overgangsstrategier (transisjon).....	39
4.2	Pilotens plass i en overgangsstrategi .....	42
4.3	En «endringsmodell» for den norske jernbaneinfrastrukturen .....	45
5	METODE FOR CASESTUDIET .....	53
5.1	Forskningsdesign .....	53
5.2	Deskriptiv del.....	54
5.3	Kvalitativt intervju .....	54
5.4	Styrke og svakheter (metodekritikk).....	57
6	VALG AV ERTMS OG PILOT .....	59
6.1	JBVs signalanlegg – status dagens anlegg.....	59
6.2	Ideen til ETCS/ERTMS .....	61
6.3	JBVs strategering i tidligfasen .....	63
6.3.1	Oppdraget fra Statens jernbanetilsyn.....	64
6.3.2	Ny signalstrategi.....	64
6.3.3	Signalstrategiens anbefaling .....	66
6.3.4	JBVs overordnede teknologiske strategi.....	68
6.3.5	Ekstern kvalitetssikring (KS1) av teknologivalg.....	68
6.3.6	Revisjon av implementeringsplanen.....	69
6.3.7	Hovedplan for piloten på Østre linje .....	69
6.3.8	Ekstern kvalitetssikring (KS1) av overgang til ERTMS .....	69
6.3.9	KS1-prosessenes skjebne .....	69

6.3.10	ERTMS i Nasjonal Transportplan.....	70
6.3.11	Noen strategiske dilemmaer.....	70
6.4	Arbeidet med nasjonal implementering .....	71
6.5	Presentasjon av Østre linje og pilotprosjektet.....	71
6.6	Kort om status i arbeidet med nasjonal implementering.....	72
<b>7</b>	<b>FUNN .....</b>	<b>73</b>
7.1	ERTMS i en infrastrukturell kontekst .....	73
7.2	Hvordan overgangen til ERTMS kan forstås som en infrastrukturell endring .....	74
7.3	Forventninger til piloten .....	75
7.4	Piloten bygger legitimitet for ERTMS .....	76
7.4.1	Fra motstand og skepsis til realisering og aksept .....	77
7.4.2	Synliggjøring av innsats og innovasjonsevne.....	79
7.4.3	Omdømmebygging overfor eier, tilsyn og togselskaper .....	80
7.4.4	Legitimitet og forutsigbarhet overfor leverandørmarkedet.....	81
7.5	Piloten skaper læring for norsk jernbane.....	81
7.5.1	Prosjektets suksessfaktorer .....	81
7.5.2	ERTMS og norske driftsforhold .....	84
7.5.3	Infrastrukturens iboende treghet mot store endringer .....	85
7.6	Piloten bidrar til å reduserer risiko ved implementering av ERTMS.....	85
7.6.1	Økonomisk risiko.....	85
7.6.2	Avklaringer av ansvar knyttet til nye eller endrede arbeidsoppgaver .....	86
7.6.3	Test av driftsscenarier.....	87
7.6.4	Leverandøravhengigheter.....	87
7.6.5	Kjøreatferd .....	87
7.6.6	En fullskala pilot reduserer risiko.....	88
7.6.7	Ha alltid en «plan B» på lur.....	88
7.6.8	ERTMS bør bygges ut med tilstrekkelig reservekapasitet .....	89
<b>8</b>	<b>KONKLUSJON .....</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>MULIGE TEMAER FOR VIDERE FORSKNING .....</b>	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>REFERANSER .....</b>	<b>95</b>
<b>11</b>	<b>BEGREPER OG FORKORTELSER .....</b>	<b>101</b>
<b>12</b>	<b>ETTERORD .....</b>	<b>103</b>
<b>13</b>	<b>VEDLEGG .....</b>	<b>105</b>
13.1	Vedlegg 1. Organisasjonskart Jernbanedirektoratet og Bane NOR SF.....	105
13.2	Vedlegg 2. Omfanget av Bane NORs signalanlegg .....	107
13.3	Vedlegg 3. ETCS/ERTMS – teknisk beskrivelse .....	109
13.4	Vedlegg 4. Organisasjonskart pilotprosjektet .....	111
13.5	Vedlegg 5. Intervjuguide .....	113



---

## 1 Innledning med problemstilling

---

I grunnlagsdokumentet for Nasjonal Transportplan (NTP) for 2018-2029 står det at «transportetatene vil videreutvikle et effektivt og framtidsrettet jernbanenett» (Jernbaneverket et al., 2016, s. 9). For Bane NOR SF (tidligere Jernbaneverket) er det viktig å delta i utviklingen av en moderne jernbane ved å etablere digitale løsninger som styrket jernbanen som transportform (Jernbaneverket, 2014 s. 8).

For signalanleggene står norsk jernbane overfor store utfordringer med å fornye en aldrende anleggsmasse. Det er vedtatt et teknologiskifte der dagens signalanlegg skal erstattes med digital teknologi basert på European Rail Traffic Management (ERTMS). Dette er en ny standard for hastighetsovervåking og signalering for jernbane innenfor EU og EØS. ERTMS betraktes som en jernbaneinnovasjon, og må implementeres både i infrastrukturen og ombord i togene.

En storskala implementering av ERTMS på norske banestrekninger der ny teknologi må tilpasses en eksisterende infrastruktur og togpark er krevende. Flere av forvaltningene i Europa som har installert ERTMS, eller er i ferd å gjøre det, har undervurdert kompleksiteten og møtt problemer og overraskelser. Samtidig har ny kunnskap og erfaring bidratt til en stadig forbedring av systemet.

Bane NOR har installert ERTMS på Østfoldbanens Østre linje. Signalanlegget ble idriftsatt 31.08.2015 av Jernbaneverket og har status som pilotanlegg (erfaringsstrekning). Det er vedtatt en signalplan for nasjonal implementering av ERTMS med en kostnadsramme på 27,3 milliarder kr (Samferdselsdepartementet, 2016, s. 155) og med en planlagt ferdigstillelse i 2032. Først ut etter piloten er Ofofbanen som etter planen skal fornyes med ERTMS i 2021.

I denne oppgaven undersøker jeg pilotens betydning for innføringen av ERTMS i Norge. Jeg ønsker å undersøke piloten som en del av overgangsstrategien, hva den har tilført av ny kunnskap, og betydningen for arbeidet med nasjonal implementering i stor skala. I oppgaven argumenterer jeg for at uten en pilot ville norsk jernbane ikke ha vært godt nok forberedt på en nasjonal implementering.

Opgaven er utført i fire trinn. I trinn én gis en kortfattet introduksjon av norsk jernbane. I trinn to (kapittel 3 og 4) drøftes teorier om hvordan jernbane, dens infrastruktur og endringsdynamikk, kan forstås. For å ytterligere øke forståelsen har jeg utviklet en forståelsesmodell for jernbane og en endringsmodell for infrastrukturen. I trinn tre gjennomføres en casestudie av piloten på Østre linje. Trinn tre inkluderer metode, en deskriptiv del og en presentasjon og drøftelse av funnene fra intervjuene om ERTMS og piloten. Trinn fire presenterer konklusjoner og forslag til videre forskning. Oppgaven bærer preg av min tekniske bakgrunn.

For pilotprosjektet viser oppgaven at de største utfordringene har vært å lære seg hvordan ERTMS-teknologien fungerer (spesielt ved avvikssituasjoner) og tilpasninger til norske driftsforhold og trafikkregler. De tre viktigste suksessfaktorene i pilotarbeidet synes å ha vært motivasjon, praktisk tverrfaglig samhandling mellom brukerne (og med leverandør) og tilgang på relevant faglig kompetanse.

Opgaven har gitt meg svar på flere spørsmål som jeg har lurt på, og bidratt til å styrke min forståelse for jernbaneinnovasjoner og endring. Oppgaven vil forhåpentligvis komme Bane NOR til gode i arbeidet med å utvikle infrastrukturen, herunder kommende vurderinger av flere piloter.



---

## 2 Jernbanen i Norge

---

Organiseringen av jernbanen gjøres ulikt fra land til land. I USA eies eksempelvis store deler av jernbaneinfrastrukturen (skinner, signalanlegg, godsterminaler m.m.) og rullende materiell (lokomotiver, vogner etc.) av private selskaper. Innenfor europeisk jernbane er det staten som eier og forvalter infrastrukturen, mens det for rullende materiell er en blanding av statlig og privat eierskap. Det synes som at det ikke finnes forvaltningsmodeller for organisering av jernbane som har satt seg som beste praksis i Europa. Ulike land har ulike modeller som har vært gjenstand for endringer de senere år (Samferdselsdepartementet, 2015, s. 6).

Økonomisk sett skal jernbanen ivareta både kommersielle og samfunnsmessige interesser, og en utvikling av infrastrukturen krever ofte at det må gjøres avveininger mellom ulike strategiske dilemmaer. I flere europeiske land er det full konkurranse (anbud) om all persontransport. For godstrafikken er det i utgangspunktet fri konkurranse, men det er ikke plass i sporet til at alle operatørene kan kjøre sine tog samtidig. Følgelig må landenes myndigheter praktisere reguleringsmekanismer som fordeler sportilgangen mellom de konkurrerende togselskapene.

Når det gjelder signalanlegg (som denne oppgaven i stor grad handler om) kan det generelt sies at jernbanene verden over har mange ulike tekniske systemer i bruk og at de enkelte land i stor grad har formet sine egne løsninger og operasjonelle trafikkregler for fremføring av tog. For å øke jernbanens konkurransekraft pågår det for tiden et omfattende standardiseringsarbeid i mange land med å harmonisere de tekniske løsningene, herunder signalanlegg.

Norsk jernbanen er for tiden inne i en stor og omfattende omstilling. Jernbaneverket (JBV) ble avviklet natt til 01.01.2017 og erstattet med et jernbanedirektorat og et statsforetak (Bane NOR SF). Forvaltningen av jernbanens infrastruktur skal fortsatt være et offentlig ansvar.

Det har vært underlig å skrive en masteroppgave om et prosjekt som i stor grad er gjennomført i det «gamle» Jernbaneverket, og som skal slutføres og danne grunnlag for en videre implementering av ERTMS innenfor helt nye organisatoriske enheter. Innenfor en slik kontekst er det imidlertid spesielt viktig å dokumentere erfaringene fra pilotarbeidet på Østre linje. Nødvendig underlag for å gjennomføre oppgaven (skiftelig og gjennom intervjuer) har helt klart vært enklere å fremskaffe i et «eksisterende Jernbaneverk» da det var der tingene skjedde. For det nye Jernbanedirektoratet og Bane NOR SF bør det være verdifullt å få en god forståelse for en pilots betydning for en storskala implementeringen av ny teknologi.

I skrivende stund er det en del forhold vedr. Jernbanedirektoratet og Bane Nor SF som ikke er avklart. Omtalen av direktoratet og Bane NOR i det etterfølgende må følgelig betraktes som en grov presentasjon. Unøyaktigheter i presentasjonen har ikke betydning for oppgavens konklusjoner. En del strategier fra Jernbaneverket blir inn til videre benyttet i Bane NOR. Dette og en del andre forhold gjør at det enkelte steder i teksten ikke er entydig om det bør benyttes Jernbaneverket, Bane NOR eller Jernbaneverket/Bane NOR.

### 2.1 Jernbaneverket

Frem til desember 1996 var det Norges Statsbaner (NSB) som hadde ansvaret for den norske jernbaneinfrastrukturen. Deretter ble NSB delt i et «Jernbaneverk» (med ansvar for infrastrukturen) og et nytt NSB med ansvar for tog og transport. Jernbaneverket (JBV) var et statlig forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. I følge Instruks for Jernbaneverket (Jernbaneverket, 2009 a) skulle JBV drifte, vedlikeholde og bygge ut statens jernbaneinfrastruktur med tilhørende anlegg og innretninger. JBV hadde ansvaret for trafikkstyring (inkluderer

kapasitetsfordeling, ruteplanlegging, togledelse og publikumsinformasjon på stasjonene). Videre skulle JBV i henhold til instruksen stille et komplett trafikksystem til disposisjon for alle togselskaper med sportilgangsavtale, samarbeide med togselskapene, lokale myndigheter og interesseorganisasjoner.

JBV var gjennom flere store omorganiseringer, den siste ble gjennomført 01.04.2014. JBV bestod deretter av to divisjoner (Infrastruktur og Trafikk og marked), en egen enhet for store prosjekter og fire stabsenheter.

Finansieringen ble gitt gjennom årlige bevilgninger over statsbudsjettet. For 2016 var det kun innførte kjørevegsavgifter for Gardermobanen og godstrafikken på Ofotbanen, som til sammen utgjorde en inntekt til staten i størrelsesorden 150 mill. kroner. JBV var ikke avhengig av kjørevegsavgift eller salg av varer, tjenester eller eiendom for å kunne utøve sin virksomhet.

Når det gjelder selve transportarbeidet på den norske jernbanen har det frem til dags dato vært en forholdsvis beskjeden konkurranse om persontrafikken. Den håndteres i hovedsak av NSB. Dette vil imidlertid endres ved at det i nær fremtid skal innføres anbud. Innenfor godstrafikk har det de siste tiårene vært fri konkurranse, og NSB har gjennom sitt godsselskap CargoNet fått merke den stadig økende konkurransen. Malmtransporten på Ofotbanen håndteres av LKAB Malmtrafikk.

Frem til rundt 1990 var jernbanenes geografiske utstrekning i stor grad med på å utforme organisasjonskulturen. Det vokste frem særegne samfunn (eksempelvis Finse på Bergensbanen) der livet stort sett dreide seg om tog. Dette påvirket barna (spesielt guttene), som ofte valgte å følge i fars fotspor med en jobb i jernbanen. Jernbanen som arbeidsplass gikk på denne måten ofte i arv i generasjoner. Tradisjonsbundne kulturelle verdier, kanskje spesielt interessen for teknologi og holdninger til sikkerhetsarbeid, ble overført fra far til sønn og ført videre i jernbaneorganisasjonen. «*Til tross for at ulike jernbaneyrker var preget av spesialisering, hadde jernbanefolkene en helhetlig forståelse av alle sider ved jernbanedriften*» (Gulowsen og Ryggvik, 2004, s. 476). Nytilsatte uten tilknytning til jernbanen ble sosialisert inn i disse kulturene. I følge Gulowsen og Ryggvik (2004, kap. 17) kan jernbanekulturen frem til ca. 1990 betegnes som teknologi- og sikkerhetsorientert med et stort fokus på regler og prosedyrer.

Fra begynnelsen av 1990-tallet og frem til jernbanereformen i 2017 var kulturen ved JBV i stadig endring. Kulturen ble blant annet påvirket av omorganiseringer og samfunnsutviklingen generelt. Det foreligger ingen forskning som kan fortelle oss hvilken kultur som de ansatte bringer med seg som «ballast» over i Jernbanedirektoratet og Bane NOR. En teknologiorientering synes fremdeles å være blant de fremtredende. Dette støttes av Synnevåg (2013, s. 4) der hun gjennom en caseanalyse av JBV's samhandlingsprogram hevder at programmet er basert på en teknokratisk form for kunnskapsledelse som undervurderer sosiale og prosessuelle dimensjoner.

Det ble ved JBV arbeidet kontinuerlig med å forbedre sikkerhetskulturen fra å være hendelsesbasert til å bli risikobasert. Ledelsen fokuserte til stadighet på at sikkerheten hadde førsteprioritet. I følge en kartlegging i 2015 av sikkerhetskulturen ved JBV (Safetec, 2015) fremstår JBV som en organisasjon der alle er opptatt av sikkerhet. Dette er viktige kulturelementer bæres videre i de nye organisasjonene Jernbanedirektoratet og Bane NOR.

## 2.2 Jernbanedirektorat og Bane NOR SF

Formålet med transportreformen er økt samfunnsøkonomisk lønnsomhet samlet sett i transportsektoren, med en finansiering innenfor de rammene som handlingsregelen setter (Samferdselsdepartementet, 2015, s. 5). Videre fastslår Stortingsmeldingen at dersom jernbanen skal spille en viktig transportrolle de neste tiårene, må standarden på transporttilbudet bedres og

kapasiteten økes der hvor befolkningsgrunnlaget tilsier det. Regjeringens overordnede mål for jernbanen er at toget skal bli et konkurransedyktig alternativ på områder der jernbanens relative fortrinn er størst.

Jernbanedirektoratet har en styrende og koordinerende oppgave. Det inkluderer blant annet følgende ansvar og arbeidsoppgaver (Samferdselsdepartementet, 2015, s. 18):

- Strategisk langtidsplanlegging, koordinering og styring av hele sektoren innenfor de overordnede rammer som Stortinget og Samferdselsdepartementet fastsetter
- Myndighetsrelaterte oppgaver som kapasitetsanalyser, utvikling av rutemodeller, samfunnsøkonomiske analyser, overordnet utrednings-, plan- og budsjettarbeid og koordinering av ressursene i sektoren
- Kjøp av persontransporttjenester med tog
- Oppgaver som er nye som en følge av reformen. Dette gjelder blant annet å styrke deltakelsen fra regionale aktører i sektoren og ivareta avtalestyring på nye områder.
- Ansvar for at sektorens utdannings- og kompetansebehov kan møtes

Infrastrukturforetaket Bane NOR SF (infrastrukturforvalter) har fått en tydelig rolle som leverandør av fungerende jernbaneinfrastruktur, og har et helhetlig ansvar for at denne er sikker og tilgjengelig for trafikk. Av konkrete oppgaver nevnes (Samferdselsdepartementet, 2015 s. 19):

- Infrastrukturforvaltning, herunder trafikkstyring, kraftdistribusjon, ansvar for de tekniske anleggene i infrastrukturen etc.
- Trafikk- og markedsaktiviteter, herunder tildeling av infrastrukturkapasitet, togledelse, ansvar for publikumsarealene på stasjonene, trafikkinformasjon etc.
- Utbygging, herunder planlegging og bygging
- Forvalte og utvikle eiendom

Foretaket har tre inntektskilder:

- Vederlag for infrastrukturtenester fra staten (den klart største inntektskilden)
- Inntekter fra togselskap gjennom kjørevegsavgift og brukerbetaling
- Inntekter fra eiendomsvirksomhet

Staten inngår fireårige avtaler med foretaket som rulleres i takt med Nasjonal Transportplan. Fokuseringen på kunder og deres behov skal økes sammenlignet med «JBV-epoken», og samarbeidet med leverandørmarkedet skal styrkes.

Organisasjonskart for Jernbanedirektoratet og Bane NOR SF er vist i vedlegg 1. Antall ansatte i Jernbanedirektoratet og Bane NOR SF her henholdsvis om lag 250 og 4.500. Begge organisasjonene må i stor grad kunne betegnes som kunnskapsbedrifter med felles mål om å utvikle en konkurransedyktig og samfunnsnyttig jernbane. Noen sentrale nøkkeltall for jernbanens infrastruktur (Jernbaneverket, 2016 a):

- Antall kilometer bane: 4.209 km (enkeltspor: 3953 km, dobbeltspor: 256 km)
- 337 stasjoner og 15 godsterminaler
- 73 mill. passasjerer og 31 mill. tonn gods i 2015

## 2.3 Transportselskaper

Etter at ny jernbanereform trådte i kraft 01.01.2017 har NSB bestått av NSB persontog, Tågkompaniet AB, NSB Gjøvikbanen, Nettbuss og CargoNet (gods). Selskapet eies 100 prosent av staten. NSB eier ikke lenger lokomotiver og vogner for persontrafikk. Eierskapet til disse produksjonsmidlene er overført til det nyetablerte Togmateriell AS (eies av staten). Ansvaret for billettsalget er overført til det nyetablerte selskapet Entur AS (overføres fra NSB til nytt statlig eierskap i løpet av 2017). Dagens trafikkavtale mellom Samferdselsdepartementet og NSB utløper 31. desember 2017, og vil bli erstattet med en ny trafikkavtale som tar høyde for at trafikken gradvis vil konkurransenutsettes (Samferdselsdepartementet, 2015, s. 29).

Pr. 01.01.2017 hadde følgende transportselskaper lisens til å drive jernbanevirksomhet på det norske nasjonale jernbanenettet: Flytoget, NSB, SJ, CargoNet, Green Cargo, Grenland Rail, Hector Rail, LKAB Malmtrafikk og Tågakeriet i Bergslagen.

---

### 3 Forståelse av jernbanens infrastruktur

---

En forståelse av jernbane og dens infrastruktur er av vesentlig betydning for å forstå kompleksiteten knyttet til infrastrukturelle innovasjoner og endringer, herunder innføring av ERTMS. Videre vil en slik forståelse gjøre det lettere å se jernbanens positive bidrag til samfunnsutviklingen, og dermed bidra til å legitimere kostbare og risikofylte prosjekter som eksempelvis ERTMS. Basert på egne erfaringer og intervjuer i forbindelse med oppgavens casestudie er det vanskelig selv for de som til daglig jobber med jernbane å fullt ut forstå hva jernbane og dens infrastruktur egentlig er.

Infrastruktur er ikke et entydig begrep. Det synes som at forståelsen avhenger av kontekst og personlige oppfatninger. Det Store norske leksikon (2016 a) definerer infrastruktur som *«det nett av faste anlegg som er grunnlaget for en virksomhet, ofte brukt som et begrep om systemet av veier, jernbane, havner, ledningsnett mm. som betjener næringslivet og husholdningene i et land eller område»*. Videre skriver leksikonet at infrastrukturbegrepet også kan benyttes *«om de strukturelle forutsetningene for innholdet i en aktivitet eller et produkt»*.

Tegn tyder på at det er de faste anleggene, det vi kan observere med det blotte øyet, som folk flest oppfatter som infrastruktur. En utvidet betydning som inkluderer strukturelle forutsetninger (eksempelvis den nye jernbanereformen nevnt i kapittel 2) synes å være en mer fjern oppfatning, noe som sannsynligvis kan begrunnes med at dette vil kreve en dypere kjennskap til den aktuelle infrastruktursektoren (eksempelvis som ansatt). Videre er «strukturelle forutsetninger» et vidt begrep som åpner for ulike tolkninger.

En erkjennelse av at infrastruktur ikke er et entydig begrep har vært en viktig del av den vitenskapelige diskusjonen om infrastruktur. Larkin (2013, s. 329) hevder at en infrastruktur er en sak eller en gjenstand som muliggjør bruk (en sirkulasjon) av andre saker eller gjenstander. Dette formulerer Larkin som følger: *«What distinguishes infrastructures from technologies is that they are objects that create the grounds on which other objects operate, and when they do so they operate as systems»*. En infrastruktur kan følgelig betraktes eller forstås som et tosidig fenomen ved at den i seg selv er en sak eller gjenstand, samtidig som den benyttes til å operere eller «sirkulere» andre saker eller gjenstander. Videre hevder Larkin at en slik dobbelthet kan forklare at infrastrukturbegrepet for mange mennesker kan være vanskelig å forstå: *«Perhaps because of this duality, infrastructures are conceptually unruly»*.

I følge Star (1999) i Larkin (2013, s. 329) er det mange som deler følgende forståelse av en infrastruktur: *«People commonly envision infrastructure as a system of substrates – railroad lines, pipes and plumbing, electrical power plants, and wires»*. Det vil si en forståelse av at en infrastruktur kan betraktes som et «underlag» (det som ligger under, en forutsetning, et fundament) for noe annet (for noe mer). I følge Star (1999, s. 308) er et «underlag» i form av en infrastruktur i mange sammenhenger «usynlig» for omverden: *«It is by definition invisible, part of the background for other kinds of works»*.

Dersom vi grovt oversetter Larkin og Star ovenfor til jernbane kan vi oppfatte jernbanens infrastruktur som et underlag (en forutsetning, noe som må være tilstede) for å kunne kjøre (sirkulere) tog med gods og passasjerer. Infrastrukturen kan innenfor en slik forståelse bestå av sviller, skinner, signaler etc., men ikke av tog, gods og passasjerer. En slik forståelse synes å være dekkende for de fleste situasjoner, men ikke for alle. Eksempelvis nevnes at ERTMS har komponenter både «langs sporet» og ombord i togene, og at dermed en større andel av infrastrukturens sikkerhetsfunksjon flyttes over til lokomotivene sammenlignet med konvensjonelle signalanlegg. Slike grensesnitt vil ikke bli problematisert i oppgaven.

Basert på Larkin kan en jernbanevirksomhet forstås som drift, vedlikehold og utbygging av et helhetlig system bestående av infrastruktur, tog (rullende materiell) og håndtering av gods og passasjerer. Det er vesentlig er at infrastrukturen og det som benytter denne må fungere sammen i et samspill, det vil si at jernbanens infrastruktur og togene må fungere sammen for at kundene skal få levert sitt transportbehov.

Men en slik oversettelse bringer faktisk inn en trippelhet som jeg synes ikke kommer godt nok frem hos Larkin (2013). For norsk jernbane består en slik trippelhet av jernbanens infrastruktur (forvaltet av Bane NOR), togselskaper (kunder av Bane NOR) og gods- og persontogkunder (kunder av både Bane NOR og togselskapene). Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 3.4.

Teorien og drøftelsene ovenfor viser hvor utfordrende det er å oppnå en entydig forståelse av infrastrukturbegrepet. Det er på mange måter vanskelig å diskutere infrastrukturen uten å drøfte det den skal brukes til, og kompliserte grensesnitt, avhengigheter og personlig ståsted danner erfaringsmessig grunnlag for flere ulike tolkninger og oppfatninger. Dette er nok et bevis på at jernbaneinfrastruktur ikke et entydig begrep.

Det foreligger ingen undersøkelse som kan fortelle oss hvordan ansatte ved JBV oppfatter eller forstår infrastrukturbegrepet. Men det er grunn til å anta at mange innenfor jernbanen oppfatter infrastrukturen som en teknisk kjørevei. Stasjoner, togframføringssystemer, billetteringssystemer, parkeringsplasser, rullende materiell, organisatoriske- og andre strukturelle forhold synes ikke å inngå i det de fleste ansatte legger i begrepet.

Ut fra personlige observasjoner kan det synes som at de ansattes organisasjonstilhørighet, ansvar og fagområde er med på å bestemme hvordan infrastrukturbegrepet oppfattes. Eksempelvis vil en ingeniør høyst sannsynlig definere den tekniske anleggsmassen (type delsystemer, ytelse, funksjonalitet etc.) langs sporene som infrastruktur. En togleder vil være mer opptatt av å inkludere systemenes brukervennlighet og fleksibilitet for togkjøring, mens samfunnsøkonomene på sin side synes å være mest opptatte av økonomiske forutsetninger, transportmodeller og samfunnsnytte.

Slike observasjoner støttes av Star og Bowker (2002) der det legges til grunn en mer relasjonell forståelse av infrastrukturbegrepet: «... *infrastructures is not absolute, but relative to working conditions*». Det vil si en forståelse basert på at en infrastruktur ikke består av «ting og gjenstander» men av forholdet (relasjonene) mellom disse. En forståelse av infrastruktur som et relasjonelt begrep fremfor «a system of substrates» begrunnes blant annet med følgende utsagn: «*For the railroad engineer, the rails are only infrastructure when she or he is a passenger*» (Star og Bowker, 2002, s. 230). Det betyr at ansatte som eksempelvis arbeider med vedlikehold av en banestrekning ikke oppfatter denne som en infrastruktur men som noe de faktisk arbeider med til daglig. Hva den enkelte defineres om infrastruktur blir således avhengig av personens «ståsted». En relasjonell forståelse av infrastruktur finner vi også Larkin (2013, s. 330): «*Given the ever-proliferating networks that can be mobilized to understand infrastructures, we are reminded that discussing an infrastructure is a categorical act*».

Frem til ca. 1990 var nesten all jernbanevirksomhet i Europa organisert som statlige forvaltninger med ansvar for både infrastruktur, rullende materiell og transport innenfor sine respektive landegrenser (monopol). De ansatte var tilknyttet virksomheter som hadde et totalansvar for jernbanen som et helhetlig system (infrastruktur og tog). I en slik kontekst var det nærmest nødvendig å forstå jernbane som et system. Det kan nevnes at da jeg begynte ved det gamle NSB i 1982 gikk de nyansatte gjennom et opplæringsprogram som inkluderte en innføring i infrastruktur, transport og togdrift.



I dag har vi en helt annen situasjon. De tidligere jernbanemonopolene (NSB inkludert) er splittet i nye selskaper, og store deler av jernbanevirksomheten er privatisert. Det kan nevnes at bare i England var det i 2011 hele 21 togoperatører som håndterte persontransporten på jernbane (Krogstad, 2013, s. 8). Jernbanesektoren i dag består følgelig av mange ulike aktører (statlige forvaltninger/foretak og private aktører) med suboptimaliseringer av mål og ansvarsområder begrenset til sitt eget snevre område. Aktørene fokuserer naturlig nok i stor grad på sin egen «lille» virksomhet fremfor en mer helhetlig og kollektiv sektortankegang.

Basert på personlige observasjoner over tid, samt bekreftelser i arbeidet med oppgaven, synes det som at norsk jernbane i en del sammenhenger fokuserer for lite på sammenhengene mellom fysiske tiltak i infrastrukturen, rullende materiell, transport/logistikk og operativ trafikkstyring. En slik observasjon støttes av Gulowsen og Ryggvik (2004, s. 381): «Før var det en forpliktelse å kjenne jernbanen som system ut og inn... I dag er det knapt noen av de ansatte som kjenner jernbanesystemet som helhet». Med en utvikling med hyppige omorganiseringer og oppsplitting er det viktigere enn noen gang å reflektere over hvordan jernbane og jernbanens infrastruktur kan/bør forstås i et helhetlig perspektiv.

Det var først på 1980 og 1990-tallet at forskningen begynte å fatte interesse for utvikling av infrastrukturer (Edwards, 2010, s. 9). En årsak til dette kan være at forskerne har vært opptatt av studier i konkurranseutsatte virksomheter, og i mindre grad av innovasjoner i offentlig sektor (Aasen og Amundsen, 2011, s. 111). I Norge og resten av Europa er infrastruktur for jernbane underlagt et statlig eierskap og forvaltningsmonopol, og derfor definert som offentlig sektor.

I følge Howe et al. (2015, s. 2) har interessen for forskning relatert til infrastruktur, innenfor flere vitenskapelige disipliner, hatt en sterk økning de senere årene. Dette påpekes også i Larkin (2013, s. 328): «Until recently, anthropology has had little to say about infrastructures, but in the past decade new intellectual directions in the discipline have begun to make the issue of infrastructures central».

Jeg har gjennom oppgaven observert at mye av litteraturen om infrastruktur er på et overordnet og generelt nivå, og det finnes lite som er myntet direkte på jernbane. Jeg har derfor valgt å drøfte litteraturen (teorien) fortløpende til jernbane fremfor først å gi en mer generell og samlet presentasjon. Jeg har valgt å konsentrere meg om følgende to perspektiver:

- Jernbanen som et stort teknologisk system
- Jernbanen som et nettverk

Etter hvert som jeg arbeidet meg gjennom oppgaven oppdaget jeg at en forståelse av jernbanens infrastruktur kommer bedre frem dersom perspektivene settes i sammenheng med norsk samferdselsnivå (se kapittel 3.3) og kunde/behov/produkt knyttet til jernbane (se kapittel 3.4).

### 3.1 Jernbane som et stort teknologisk system

Hughes (1987) presenterer og drøfter hvordan store infrastrukturer som eksempelvis kraftforsyning, telekommunikasjon og jernbane kan oppfattes og forstås som et stort teknologisk system (Large Technical System – LTS). Innledningsvis betrakter Hughes slike systemer som uoversiktlige, rotete, komplekse og sammensatte og dels problemfylte systemer. Systemer er viktige for den enkelte bruker og for samfunnet totalt sett. Det som for folk flest er synlige i slike systemer er de fysiske delsystemene eller komponentene som kan observeres med det blotte øyet. For jernbane vil dette eksempelvis være tog, stasjoner, skinner, kontaktledning og signaler.

### 3.1.1 Systemperspektivet

Et stort teknologisk system er i følge Hughes (1987) bygget opp av en rekke fysiske og ikke-fysiske funksjoner og tekniske delsystemer som alle samhandler med hverandre i en helhetlig hierarkisk sammenheng. Dersom en funksjon eller komponent endres, fjernes eller feiler, kan det medføre at hele eller store deler av et stort teknologisk system svikter, endrer funksjonalitet, ytelse etc. Hver komponent og hvert delsystem bør oppfattes som en integrert del i et større system (en helhet).

LTS-perspektivet inkluderer også ikke-teknologiske funksjoner som må være til stede i en helhetlig sammenheng. Dette er funksjoner eller forhold som organisering, leverandører, finansiering, kompetanse etc. som også er avhengige av samspillet i det store teknologiske systemet.

Jeg har gjennom oppgaven merket at bruken av ordet «teknologisk» kan føre til en fokusering på de tekniske forholdene fremfor de ikke-tekniske funksjonene i forståelsen av LTS-perspektivet. Et LTS må forstås som et sosioteknisk system, det vil si med et omfang som er langt «mer» enn et «rent» teknologisk perspektiv (Edwards, 2010, s. 10). Det er selvsagt viktig å forstå teknologien innenfor systemet slik at dette teknisk fungerer tilfredsstillende, men det er like viktig å forstå de ikke-teknologiske integreringer og sammenhenger som er til stede. I følge Klev og Levin (2009, s. 31) er grunntanken i sosioteknisk tenkning «*at en organisasjon består av både teknologi og organisasjon, og at samspillet mellom teknologi og mennesker har avgjørende innflytelse på hvordan organisasjonen fungerer*».

Med Hughes LTS-perspektiv er det vesentlig for forståelsen at sosiale organisasjoner som forvalter store tekniske systemer (kraftsystemer, jernbane etc.) ikke eksisterer løsrevet fra det tekniske systemet som de forvalter eller er en del av. Hughes (1987, s. 52) hevder blant annet at: «*The structure of a firm's technical system also interacts with its business strategy*». Oversatt til jernbane tolker jeg det slik at det alltid vil være en sterk binding eller sammenheng mellom eksempelvis Bane NORs organisasjonsutvikling og den infrastrukturen som skal forvaltes.

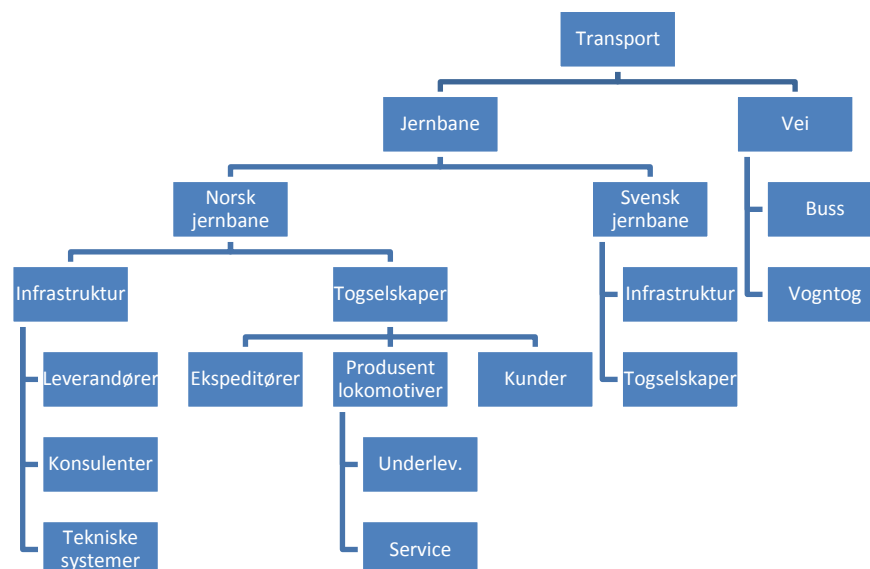
For jernbane vil et LTS-perspektiv blant annet kunne inkludere følgende funksjoner og aktører:

- *Forvaltning av jernbanens infrastruktur (drift, vedlikehold, utbygging og trafikkstyring):* Ivaretas av Bane NOR i Norge og Trafikverket i Sverige. Svensk jernbane er inkludert for å vise den grenseoverskridende sammenhengen i et stort teknologisk jernbanesystem
- *Leverandører til JBVs virksomhet (organisasjon, infrastruktur):* Kraftforsyning, signalsystemer, entreprenører, utleier av kontorlokaler, leverandører av kontorrekvisita, tele- og datatjenester, konsulenter (planlegging, rådgivning)
- *Finansiering:* Norsk jernbanen finansieres av Samferdselsdepartementet, svensk jernbane finansieres av den svenske staten
- *Kompetanse:* Universiteter og høyskoler som underviser i jernbaneteknikk, forskning innenfor jernbane etc. Med definisjonen til Hughes (1987) vil faktisk NTNU være en del av et stort norsk jernbanesystem dersom systemet betraktes i en tilstrekkelig global kontekst
- *Lovgivende myndighet:* Eksempelvis EU, Statens jernbanetilsyn (Norge) og Transportstyrelsen (Sverige)
- *Togselskaper:* NSB, Flytoget, Hector Rail, Green Cargo etc.

Listen kan fort bli lang og uoversiktlig. Det synes derfor viktig å foreta begrensninger av systemomfanget ut fra hvilke forhold som ønskes belyst og forstått.

Larkin (2013, s. 330) påpeker at «... *infrastructure is a categorical act*». Det er oss mennesker som tar i bruk kategorisering for å holde orden på ting, og hva som anses som en logisk og fornuftig kategorisering kan variere. For jernbane kan dette eksempelvis bety at en utenforstående inkluderer rullende materiell i et infrastrukturbegrep, mens en lokomotivfører sannsynligvis ikke vil det. Samtidig er det viktig å være klar over at et begrenset eller isolert system eller funksjon vil ha et grensesnitt (samhandling) mot en ytre større sammenheng. For slike grensesnitt er det viktig å forstå hvordan systemene og funksjonene påvirker hverandre. Det må gjøres avveininger og forutsetninger om hvordan begrensningene bør gjøres. Dersom vi eksempelvis skal forstå hele jernbanen som et stort teknologisk system må vi ha et vesentlig bredere LTS-perspektiv enn dersom vi kun ønsker å betrakte togene, infrastrukturen, et signalanlegg eller en enkelt komponent hver for seg.

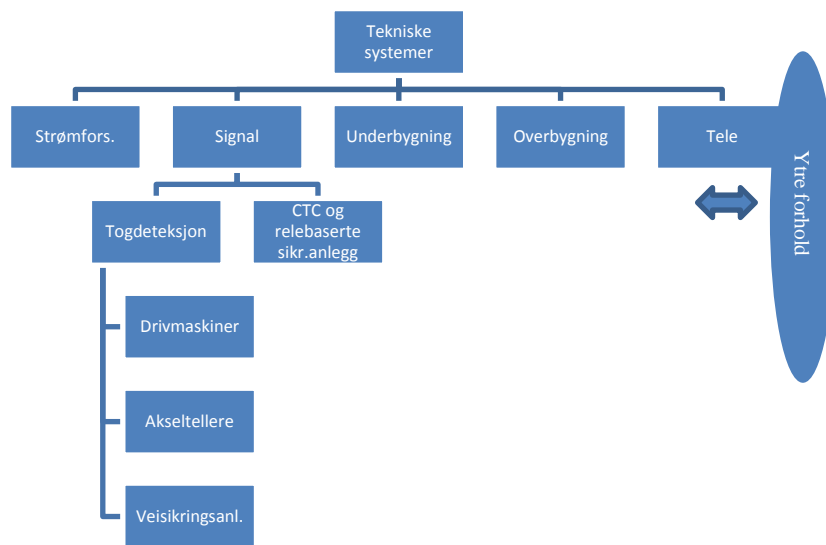
En helhetlig forståelse av jernbane som et stort teknologisk system kan eksempelvis etableres ut fra et overordnet «transporthierarki» som inkluderer jernbanens infrastruktur, tog og konkurrerende transportformer. Dette er skissert i figur 3.1. Eksemplet viser at en forståelse av jernbane i LTS-perspektiv betyr en forståelse av jernbane i en større kontekst enn kun en «isolert» jernbane.



**Figur 3.1** Transporthierarki.

For en dypere forståelse av jernbanens infrastruktur isolert sett tolker jeg Hughes (1987) som at den kan isoleres eller betraktes som et eget stort teknologisk system, og forklares og forstås ut fra en økende detaljering etter hvert som vi beveger oss nedover i systemhierarkiet. For aller nivåer som isoleres og studeres er det imidlertid viktig å være klar over at nivåene fungerer i en større sammenheng. Slike hierarkiske strukturer er ikke nytt for JBV, og de benyttes i mange sammenhenger for å illustrere de tekniske fagområdene som inngår i infrastrukturen, organisasjonsstrukturer, prosjektnedbrytning i aktiviteter, budsjett og regnskapsstrukturer, vedlikeholdsplanlegging etc.

Strukturen for fagområdene i Bane NORs infrastruktur er inndelt i de fem kategoriene strømforsyning, signal, underbygning, tele og overbygning (Jernbaneverket, 2011 a). Hver av disse kategoriene er igjen delt i flere nivåer. Hierarkiet er viset i figur 3.2. For signal har jeg vist flere nivåer.



**Figur 3.2** Fagområder, hierarkisk inndelt.

De forskjellige delsystemene i figur 3.2 fungerer i en kompleks sameksistens med hverandre. Hvert delsystem består av ulike nivåer, funksjoner og komponenter som må fungere sammen dersom delsystemet skal virke som det skal. Infrastrukturens totale funksjonalitet og ytelse er således avhengig et unikt samspill av teknologi, betjening, overvåkning, beredskap, reservedeler, montører, planleggere m.fl.

Det store teknologiske infrastrukturensystemet må være designet slik at det er tilpasset ytre forhold som togselskapenes rullende materiell, norske driftsforhold, grenseoverskridende trafikk etc. En feil som fører til at signalene langs jernbanesporet går i «rødt» kan føre til at togene må stoppe eller fremføres med redusert hastighet. Dette samsvarer med Hughes (1987, s. 51): «*If a component is removed from a system or if its characteristics change, the other artifacts in the system will alter characteristics accordingly*».

For å illustrere kompleksiteten kan det nevnes at flere av systemene i infrastrukturen har felles komponenter. Eksempelvis nevnes skinner som i tillegg til å kunne kjøres på av togene også brukes som jording av elektrisk utstyr, returkrets for kontaktledningsanlegget og som sporfeltdeteksjon i signalanleggene.

Det kan synes som at ny reform for den norske jernbanesektoren i stor grad bygger sin forståelse på jernbaner som et stort teknologisk system (Samferdselsdepartementet, 2015, s. 8): «*Jernbanesektoren er et sammensatt system, hvor et stort antall innsatsfaktorer må fungere sammen for at helheten skal gi de ønskede resultater. Dette forutsetter en tydelig koordinering og styring*».

### 3.1.2 LTS og endringsdynamikk

Hughes hevder at et stort teknologisk system gjennomløper følgende faser: Oppfinnelse/utvikling, innovasjon, teknologioverføring, design, vekst (skalering) og konkurranse, konsolidering, strukturering og oppsplitting. Jernbane i seg selv er et godt eksempel på et slikt forløp, og dette kan illustreres som følger:

- *Oppfinnelse/utvikling*: George Stephenson fant opp det første damplokomotivet i 1814
- *Innovasjon (kommersialisering)*: I 1823 etablerte George Stephenson, sammen med sin sønn Robert, verdens første fabrikk for produksjon av damplokomotiver. Det var her det berømte lokomotivet The Rocket ble utviklet.
- *Teknologioverføring*: Arbeidet med den første norske jernbanen mellom Oslo og Eidsvoll, som stod ferdig i 1854, ble ledet av sønnen til George Stephenson, Robert, som hadde konstruert den første offentlige jernbanen i verden.
- *Design*: Det ble utviklet særegne tekniske jernbaneløsninger som ofte var tilpasset stedlige forhold som klima, økonomi, politiske forhold etc. Eksempelvis nevnes at flere land valgte ulike sporvidder (avstanden mellom sporene).
- *Vekst, konkurranse og konsolidering*: Fra strekningen Oslo-Eidsvoll stod ferdig i 1854 og frem til i dag har jernbanen vokst (skalert) i sin utstrekning fra 22 km til 4.209 km. I vekstperioden har det vært konkurranse med andre transportformer. Et eksempel på konsolidering kan være samtrafikken over landegrensene mellom norsk og svensk jernbane.

Paye (2007) beskriver ERTMS som et stort teknologisk system. Teknologien består av mange delsystemer og komponenter som er fysisk tilkoblet andre delsystemer. Paye tar for seg historien fra ideen skapes, det internasjonale samarbeidet med å utvikle tekniske spesifikasjoner, forretningskonsepter (kommersialisering), juridiske bestemmelser, og avslutter med at teknologien har begynt å «vokse» i sin utbredelse og at en storskala implementering er i emning. Forfatteren hevder at utviklingen av ERTMS har vært «usynlig» overfor forskere og media fordi disse har vært opptatt av mer spektakulære hendelser innenfor jernbane.

Med et LTS-perspektiver åpnes og synliggjøres viktige sammenhenger og ringvirkninger lang utover selve jernbanedriften. Ringvirkninger blir en naturlig konsekvens av systemtenkningen. Hughes hevder at oppfinnere og systemutviklere innenfor et stort teknologisk system er med på å skape verdier som er mye større enn nytten til selve funksjonaliteten til systemet, delsystemet eller komponenten isolert sett. Hughes (1987, s. 52) skriver som følger: «*Persons who build electric light and power systems invent and develop not only generators and transmission lines but also such organizational forms as electrical manufacturing and utility holding companies*». De er blant annet med på å initiere teknologioverføring og vekst (skalering) i selskaper som blir engasjerte i produksjon og vedlikehold etc. av de nye komponentene.

En slik forståelse gjelder også for jernbanen, og kan illustreres med NSBs store satsning på elektrifisering («vekk med dampen») for en del år siden. Damplokomotivene var på denne tiden omtrent dobbelt så dyre i drift som elektrisk- og dieseldrevne lokomotiver, og det ble derfor i 1945 besluttet å starte en storskala systemutvikling med å avvikle dampdrift til fordel for elektrisk drift (Gulowsen og Ryggvik, 2004, s. 83). Utviklingen førte blant annet til produksjon av elektriske lokomotiver ved Thunes mekaniske verksted, nye industriarbeidsplasser, kompetanseutvikling, avtaler med underleverandører, økte skatteinntekter for staten etc.

Det er interessant å observere ringvirkninger i eksemplet overfor. Lange tradisjonsbundne kunde-leverandørrelasjoner endres. Når tidligere leverandører og samarbeidspartnere erstattes med andre må det det bygges opp nye forretningsmodeller, relasjoner og trygghet. Det vil si at omfattende tekniske endringer i et stort teknologisk jernbanesystem genererer endringer og ringvirkninger også for de ikke-tekniske funksjonene.

Som eksempel på et ikke-teknisk forhold fra nyere tid som viser jernbanen påvirkning på ytre forhold nevnes områdene rundt Lysaker stasjon. Her har det blitt en betydelig næringsutvikling (kontorer etc.) som følge av byggingen av Gardermobanen og etableringen av Flytoget med gode transporttilbud til/fra flyplassen.

Store teknologiske systemer påvirkes av interne og ytre forhold. Hughes (1987, s. 53) hevder at: «*In closed system, or in a system without environment, managers could resort to bureaucracy, routinization, and deskilling to eliminate uncertainty – and freedom*». Organisasjoner som har monopol innenfor sin virksomhet kan i stor grad karakteriseres som «lukkede systemer». Det vil i følge Hughes bety at de gjennom byråkrati og andre mekanismer demper eller demmer opp for ytre påvirkninger og usikkerheter som organisasjonen selv ikke har kontroll over eller av andre grunner ikke ønsker å forholde seg til. Dermed kan lukkede store teknologiske systemer opprettholde en «verden» innenfor tilsynelatende trygge, tradisjonelle og kontrollerbare omgivelser. Ulempene er at det ikke åpnes opp for forbedringer og nye muligheter (innovasjoner) i særlig grad. En annen ulempe er at konkrete forhold som er enkle å forholde seg til (kanskje i et kortsiktig perspektiv) prioriteres fremfor en mer uklar og usikker men viktigere langsiktighet. I følge Hughes er teknologiske systemer eller delsystemer som er avhengig av å fungere sammen med andre teknologiske systemer (i andre organisasjoner) mer åpne for å la seg påvirke av ytre forhold.

I jernbanesammenheng kan dette fenomenet illustreres med de siste tiårs utvikling ved norsk jernbane. I 1989 ble NSB divisjonalisert og gjenstand for betydelige omstillinger innenfor organisasjon og ledelse (Gulowsen og Ryggvik, 2004, kap. 13). Hensikten var å gi de enkelte virksomhetene innenfor jernbanen utvidet frihet i forhold til helheten. Det var på denne tiden ingen andre steder der det gamle var så rotfestet som innenfor NSB: «*Knapt noe sted var intern opplæring og skjult kompetanse mer vevd inn i hverandre*». Ansatte som hadde talent for entreprenørskap hadde få muligheter for å demonstrere og utvikle egenskaper knyttet til omstilling og nyskaping innenfor jernbanen. Det kan ut fra litteraturen konkluderes med at det gamle NSB var det som Hughes kaller et lukket system.

Etter divisjonaliseringen gikk NSB-monopolet inn i en brytningstid der organisasjonsstruktur og jernbanekultur ble endevendt på godt og vondt. I 1996 ble NSB splittet i to separate organisasjoner (JBV og NSB BA). Det nye NSB fikk ansvaret for tog og transport, og fikk en fremtid i et marked med stadig større konkurranse. JBV som fikk ansvar for forvaltningen av infrastrukturen ble værende i en monopolsituasjon. NSBs togpark og infrastrukturen er avhengige av hverandre for å fungere i et stort teknisk jernbanesystem, og i henhold til Hughes (1987) burde derfor jernbanen av natur være et åpent stort teknologisk system. Graden av en slik «systemåpenhet» er imidlertid gjenstand for nærmere avklaringer i det etterfølgende da en slik åpenhet, eller manglende åpenhet, har stor betydning for å forstå den teknologiske siden ved jernbanens infrastruktur.

For en eksisterende jernbaneinfrastruktur har det over tid bygget seg opp en godt etablert installert teknologisk base der delsystemene er tilpasset hverandre. Tilpasningene er for noen tilfeller basert på eldre kunnskap (teori, feiling, prøving og erfaring) som kan være vanskelig å dokumentere. For en tid tilbake ble det gjort forsøk på å fjerne nullfeltene ved kontaktledningsanleggenes sugetransformatorer. Et slikt tiltak ville redusere vedlikeholdskostnadene. Men det var teoretisk umulig å komme til «buns» i de sikkerhetsmessige konsekvensene dersom nullfeltene ble fjernet, og forslaget ble derfor forkastet.

Hughes (1987) hevder at en utvikling av delsystemer og komponenter i et stort teknologisk system må tilpasses egenskaper og funksjonalitet for det eksisterende systemet. Dette er også gyldig for jernbanen. En allerede installert teknologisk base gir store begrensninger i frihetsgradene ved innføring av tekniske innovasjoner, og kan dermed oppfattes som en treghet mot innovasjoner. Dette gjelder både for infrastrukturen og rullende materiell. Ny teknologi eller varianter av eksisterende teknologi skal fungere sammen med grunnleggende sikkerhetssystemer som automatisk togkontroll (ATC), sporfelte etc., og et slikt krav er ufravikelig. Dynamikken i jernbanes infrastruktur er slik at en endring i ett av delsystemene medfører konsekvenser for andre

delsystemer. Ved overgang til ny teknologi, endringer i delsystemer og for nye komponenter må det stilles en mengde med krav. Følgelig vil vi aldri kunne oppnå et fullstendig stort åpent teknologisk jernbaneinfrastruktursystem.

Ved fornyelser i infrastrukturen må eksisterende ytelse, funksjonalitet og sikkerhet opprettholdes inntil ny og bedre utrustning kan overta. I Sikkerhetsstyringsforskriften (Statens jernbanetilsyn, 2017 a) står det blant annet «*at jernbanevirksomheten skal arbeide systematisk og proaktivt slik at det etablerte sikkerhetsnivået på jernbanen opprettholdes og i den grad det er nødvendig forbedres, samt at jernbaneulykker, alvorlige jernbanehendelser og jernbanehendelser unngås*». Det stilles krav til at trafikkisikkerheten skal ivaretas eller forbedres ved enhver endring, og for flere av systemene kreves det et ”fail to safe”-prinsipp der anlegget ved feil går til sikker tilstand. Det vil si at ingen sikkerhetskritisk situasjon skal oppstå som følge av feil i anlegget. Videre krever lovverket at jernbanevirksomheten skal ha barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil, fare- og ulykkesituasjoner utvikler seg. Alt dette krever omfattende prosedyrer og dokumentasjon før nye systemer og komponenter kan tas i bruk, og blir et hinder for et mer «åpent» teknologisk system. Samtidig kan slike prosesser oppfattes som en bremse for en effektiv fornyelse. Manglende teknologisk åpenhet medfører følgelig en treghet i utviklingen av infrastrukturen.

Et annet forhold som begrenser graden av åpenhet er leverandøravhengigheter. Nye produkter med andre egenskaper enn de som allerede er etablerte i infrastrukturen er utfordrende å håndtere med tanke på omfattende og kostbare godkjenningsprosesser, risiko for uforutsette følgekostnader (tilpasninger i grensesnitt og andre delsystemer) etc. I noen tilfeller frafaller leverandørene garanti- og systemansvar dersom det settes inn komponenter fra andre leverandører. Leveranser er i stor grad preget av rammeavtaler. Det kan være en fordel med tanke på at leverandørene blir godt kjente med infrastrukturen og dens utfordringer, men samtidig en ulempe ved at kontraktuelle bindinger stenger ute gründere og andre leverandører.

Helt lukket for ytre påvirkninger vil jernbanens infrastruktur aldri kunne bli. Dette kan eksemplifiseres med Rana Gruber. For en tid tilbake gikk gruva til anskaffelse av nye godsvogner med høyere tillatt aksellast enn de gamle malmvognene. For å kunne dra full nytte av høyere aksellast ble JBV spurt om å oppgradere strekningen mellom Mo i Rana til Ørtfjell. En slik oppgradering ville inkludere omfattende tiltak i underbygning og for konstruksjoner som bruer etc. Beregninger viste at tiltaket var samfunnsøkonomisk lønnsomt. Men så sank prisen på malm til et bunnivå og oppgraderingsprosjektet ble skrinlagt i påvente av markedsmessige bedringer.

Graden av åpenhet innenfor togselskapenes «store teknologiske materiellpark» fortjener også en drøfting. Lokomotiver og vogner eies hovedsakelig av togselskapene selv eller leasingselskaper. I forbindelse med utvikling av strategier for hvordan ombordutrustningen i togene burde håndteres ved implementering av ERTMS opplevde vi at flere av togselskapene var forholdsvis hemmelighetsfulle om egen strategi og leverandørmessige forhold. Dette var sannsynligvis et resultat av den harde konkurransen mellom selskapene, det var ønskelig å holde kortene tett mot brystet. Det vil si at konkurranse i transportmarkedet kan hemme graden av åpenhet i et stort teknologisk jernbanesystem.

### **3.1.3 Teknologisk momentum, avhengigheter og inhomogenitet**

Hughes (1987, s. 76) hevder at teknologiske systemer, etter hvert som de utvikles og modnes, skaper et slags momentum som gjør at de fortsetter å vokse i lang tid fremover. Jeg tolker dette som et fenomen som i stor grad kan betraktes som et slags dreiemoment som dreier eller pusher systemene videre i en storskala spiral langs en tidsakse. Utviklingen og skaleringen er på sett og vis ikke stoppbar. Jeg antar at mobilteknologien er en god illustrasjon på dette, salget bare



fortsetter og fortsetter. Dette fenomenet finner vi også innenfor jernbanens infrastruktur. Tradisjonelt har jernbanetekniske anlegg lang levetid. Våre eldste signalanlegg vil nærme seg 60 år før de etter planen skal skiftes ut med ERTMS. Når det gjøres teknologiske valg er dette i stor grad valg som setter den teknologiske standarden for flere generasjoner frem i tid. Flere av de tekniske valgene som ble gjort innenfor jernbane for hundre år siden er i prinsippet i bruk enda (skinner, sviller, sporveksler etc.). Det samme vil sannsynligvis gjelde valget av ERTMS. Standarden må forventes å være i bruk i kanskje femti år eller mer.

En erkjennelse av tilstedeværelsen av et teknologisk momentum i en LTS-kontekst syntes å være bakgrunnen for at Hughes (1987, s. 76) hevder at det er et typisk trekk for store teknologiske systemer at delsystemene forblir avhengige av hverandre selv om de nærmer seg sin levetid: «*Technological systems, even after prolonged growth and consolidation, do not become autonomous, they acquire momentum*». Delsystemer og komponenter som er modne for fornyelse eller utskiftning vil på grunn av ulike avhengigheter opptre som en slags «bremse eller treghet» i utviklingen fordi de ikke kan skiftes ut uten videre. Selv om de ikke lenger holder mål og det er utviklet nye systemer og komponenter, kan det i praksis ta lang tid før alt det gamle er erstattet med nytt.

Et typisk trekk ved jernbanens infrastruktur er at de tekniske anleggene har en stor geografisk utstrekning, og at anleggsmassen dermed blir svært stor. Noen av anlegg er landsomfattende og fjernstyres fra en felles sentral, mens andre anlegg fungerer enkeltvis innenfor et begrenset geografisk område. Gjennom mange år har JBV av ulike årsaker i stor grad gjennomført punktvis akutte fornyelser fremfor helhetlige strekningsvise fornyelser. Dermed er det opparbeidet en anleggsmasse som er preget av varierende alder og tilstand, forskjellige teknologier og kompliserte grensesnitt og avhengigheter. Bane NORs ansatte, lokomotivførere og leverandører må derfor forholde seg til en inhomogen infrastruktur.

Howe (2015, s. 7) hevder at infrastruktur må oppgraderes kontinuerlig dersom den skal klare å møte nye krav. For jernbane vil dette bety at infrastrukturen, grunnet stor anleggsmasse, neppe blir en homogen infrastruktur selv om dette ideelt sett er ønskelig.

Star og Bowker (2002, s. 234) hevder at en standardisering er nødvendig for å kunne utvikle infrastruktur i stor skala. En slik standardisering kan i et LTS-perspektiv fremstå som en mekanisme som både kan danne lukkede og åpne jernbanesystemer. I dagens jernbanesektor er det neppe noen tvil om fordelene med standardiserte løsninger. Dette gir kostnadseffektive løsninger og interoperabilitet. I henhold til JBV's overordnede teknologiske strategi (Jernbaneverket, 2012), som synes å bli videreført i Bane NOR, skal det norske jernbanenettet standardiseres ved å redusere antall varianter av teknologiske løsninger. I et historisk perspektiv har det imidlertid ikke vært tradisjoner for særlig standardisering innenfor jernbanesektoren, i hvert fall ikke en internasjonal standardisering. Mer om dette i kapittel 6.

Med en stadig økende grad av delsystemer i infrastrukturen som baserer seg på IKT, forventes imidlertid en fremtid der levetiden går ned. For IKT-systemer må det forventes et stadig hyppigere behov for oppgraderinger av programvare. En utvikling der systemene i jernbanens infrastruktur kan forventes å få en stadig kortere levetid blir en utfordring med tanke på standardisering og kostnader.

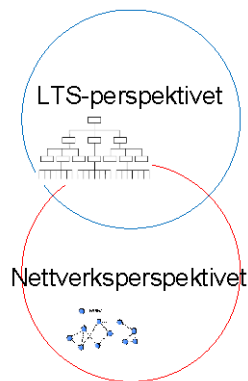
Et eksempel fra nyere tid som illustrerer utfordringene med avhengigheter mellom delsystemer kan hentes fra ERTMS-piloten på Østre linje. Der ble det installert nye akseltellere som etter hvert fikk store driftsproblemer når den norske vinteren satte inn med rim, frost, snø og kuldegrader. Dette medførte at ERTMS-anlegget ikke fungerte som det skulle, og resultatet ble innstillinger av tog og kraftige forsinkelser med en dramatisk fallende kundetilfredshet.



## 3.2 Jernbane i et nettverksperspektiv

Innledningsvis i kapittel 3 drøftet jeg en forståelse av infrastruktur i et systemperspektiv (LTS) versus litteraturens oppfatning av infrastruktur som et mer relasjonelt begrep. I kapittel 3.1 kom jeg blant annet frem til at et LTS perspektiv i stor grad dreier seg om et sosioteknisk hierarkisk systemperspektiv med en forholdsvis langsom tidkrevende dynamikk. I et nettverksperspektiv forstås en infrastruktur i stor grad ut fra en relasjonell oppfatning (egenskaper, karakteristikk) kombinert med en prosessuell bruk (flyt, sirkulasjon) av infrastrukturen.

Ut fra litteraturen (eksempelvis Edward, 2010, og Larkin, 2013) tolker jeg det slik at et nettverk i en infrastrukturell kontekst kan innbefatte både fysiske og ikke-fysiske størrelser. I litteraturen finner vi overlapp og tette grensesnitt mellom en forståelse av jernbane som et stort teknologisk system og jernbane som nettverk. Dette er skissert i venndiagrammet i figur 3.3.



**Figur 3.3** Grensesnitt mellom LTS- og nettverksperspektivet.

Følgelig kan et nettverksperspektiv i visse sammenhenger oppfattes om en utvidet forståelse av et LTS-perspektiv (en videreutvikling av LTS). Et eksempel på dette kan være et pålitelighetsnettverk for komponenter i et delsystem i en LTS-struktur. I det etterfølgende ønsker jeg å undersøke om og hvordan et nettverksperspektiv bidrar til økt forståelse av jernbanen og dens infrastruktur uavhengig av at noen prosessuelle forhold synes å kunne modelleres som fysiske nettverk innenfor LTS.

I følge Edwards (2010, s. 9) kan flere typer infrastrukturer oppfattes som nettverksteknologi: «*Most entities typically classified «infrastructure», such as railroads, electric power grids, highways, and telephone systems, are network technologies. They channel flows of goods, energy, information, communication, money, and so on.*». Larkin (2013, s. 328) følger opp ved å hevde at: «*Infrastructures are built networks that facilitate the flow of goods, people, or ideas and allow for their exchanges over space.*».

### 3.2.1 Hva er et nettverk?

I følge Røvik (2007, s. 129) blir begrepet «nettverk» stadig oftere forbundet med temporarisering og fleksibilisering i organisasjoner. Videre hevder Røvik at begrepet har et noe uklart innhold.

Edwards (2010, s. 17) inkluderer flere ulike forhold i et helhetlig nettverksbegrep: «*Knowledge infrastructures comprise robust networks of people, artifacts, and institutions that generate, share, and maintain specific knowledge about the human and natural worlds.*». Larkin (2013, s. 328) synes å ha et større fokus på det fysiske: «*As physical forms they shape the nature of the network, the speed and direction of its movement, its temporalities, and its vulnerability to*

*breakdown. They comprise the architecture for circulation, literally providing the undergirding of modern societies, and they generate the ambient environment of everyday life».*

Schiefloe (2011, kap. 9) trekker frem uformelle og formelle nettverk innenfor organisasjoner, samt nettverk mellom organisasjoner. Gjennom uformelle nettverk kan deltakerne søke støtte, råd og ressurser og påvirke prosesser og beslutninger. Formelle nettverk kan eksempelvis være fagnettverk som tillegges ansvar for arbeidsoppgaver. Nettverk mellom organisasjoner kan eksempelvis munne ut i samarbeidsavtaler, deling av ressurser etc.

Ellers vet vi at det gjøres omfattende bruk av nettverk og nettverksteori innenfor en rekke fagområder (tekniske og ikke-tekniske) for å forstå (modellere) prosesser, dynamikk, relasjoner, flyt etc. Følgelig er det en stor anvendelse av nettverksperspektiver knyttet til ulike kontekst innenfor vidt forskjellige områder og disipliner, noe som er med på å bidra til at nettverk ikke er et entydig begrep.

Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg observert at et nettverksbegrep også kan forstås som noe som samles sammen («fanges opp»), eksempelvis kunnskap. Det er mulig at dette blir mer som en personlig metafor, men den er god å ha i kulissene.

### **3.2.2 En flytende forståelse av virkeligheten**

Filosofering omkring «forståelse av forståelsen» har gjennom oppgaven gitt meg en god innsikt og ydmykhet om ulike forhold knyttet til infrastruktur og ERTMS. En flytende forståelse av virkeligheten henger tett sammen med en relasjonell og prosessuell forståelse.

Edwards (2010) tar utgangspunkt i en global tenkemåte der vår verden og dens ulike fenomener må forstås ut fra en global helhet. Eksempelvis må jorden forstås ut fra et større dynamisk system med et gjensidig samspill med andre planeter fremfor en forståelse basert på et kart i et atlas. I motsetning til Hughes argumenterer Edwards (2010, s. 2) for at ulike fenomener bør forklares ut fra: «*Network, rather than hierarchy, interlocking feedbacks, rather than central control, ecology, rather than resource...*».

Edwards konkretiserer en helhetlig forståelse med et eksempel om global oppvarming der forskere er opptatt av å måle og samle inn data om klimaendringene (temperatur, nedbør etc.). Det utvikles stadig nye målemetoder og beregningsmodeller som endrer tidligere målinger, observasjoner og presentasjoner av den klimatiske utviklingen. Edwards hevder at tidligere innsamlet og bearbeidet dokumentasjon kontinuerlig erstattes med nye data, ny viten og dermed ny forståelse av virkeligheten. Videre stilles det spørsmål om vi kan forsone oss med en slik utvikling av «virkelighetsbildet», og om vi er i stand til å lage oss en indre sammenhengende fremstilling av en slik utvikling eller modning av vår forståelse. Edwards viser til at forskere mener at dette lar seg gjøre og at en slik erkjennelse av ny flytende forståelse vil fortsette i det uendelige.

Jeg oppfatter Edwards slik at han ønsker å fortelle oss at verden er i en slags «flyt» og at forutsetningene for å kunne forstå er bestemt av et slags tidsavhengig nettverk. Personlig er jeg ganske overbevist om at jeg har en annen og bedre oppfatning og forståelse av jernbanens infrastruktur i dag enn for bare noen få år siden. Ny viten og modning via komplekse nettverk gjør at vi aldri blir utlærte.

Edwards spør om hvordan vi kan forstå eller vite. Å forstå hva som skjer (eksempelvis at temperaturen har steget globalt) er kun en del av den totale forståelsen. Vi må også være i stand til å forstå hvorfor ting skjer (menneskeskapte forhold som drivhuseffekten, naturlige svingninger etc.) og sammenhenger. Hvorfor har temperaturen steget og hvorfor vil den sannsynligvis fortsette

å stige? Hvordan vil dette påvirke andre forhold som regn, snø etc.? Edwards legger i sitt globale nettverksperspektiv vekt på å forstå hva som skjer og hvorfor (dynamikken). Til sammenligning er LTS-perspektivet også fokusert på hva som skjer, men tilsynelatende mindre fokusert på hvorfor det skjer.

### 3.2.3 Infrastrukturens karakteristiske egenskaper (klassifisering)

I følge Edwards (2010, s. 8) danner infrastruktur en basis for standardiserte systemer og tjenester som et moderne samfunn er helt avhengig av for å fungere. Infrastrukturen danner stabile «fundamenter» som de fleste av oss tar for gitt: «*For us, infrastructure reside in a naturalized background, as ordinary and unremarkable as trees, daylight, and dirt*». Videre hevder Edwards (2010, s. 12) at «*The fundamental dynamic of infrastructure development can thus be described as a perpetual between the desire of smooth, system-like behavior and the need combine capabilities no single system can yet provide*».

Viktigheten av en fungerende infrastruktur blir vi stadig minnet på gjennom de stadig pågående debattene om sårbarhet og samfunnssikkerhet relatert til sabotasje, terror etc. der beskyttelse av kritisk infrastruktur er et sentralt og tilbakevendende tema.

Infrastruktur som en «skjult verden» støttes av Star og Bowker (2002, s. 230): «*Its designers try to make it as invisible as possible, while leaving pointers to make it visible when it needs to be repaired or remapped*». Videre forklarer Star og Bowker at de ulike infrastrukturene er tilpasset ulike formål og brukere, og at «synlighet» og forståelsen kan være forskjellig for de respektive brukergruppene. Overført til jernbane kan vi med en slik forståelse anta at synlighet og forståelse av jernbanen og dens infrastruktur kan være forskjellige for ulike bruker- og kundegrupper som togselskaper, lokomotivførere, passasjerer og godskunder m.fl. Relatert til persontog kan vi tolke en slik skjult verden som at det ikke er avgjørende for passasjerenes reisevalg om banestrekningene er utrustet med ATC eller ERTMS. Det vesentlige er at togene går som planlagt i henhold til ruteplanen. Et godt nok sikkerhetsnivå etc. blir tatt som gitt.

Videre hevder Star og Bowker (2002, s. 231) at også ikke-tekniske forhold som kommunikasjon mellom mennesker, og lovgivning som regulerer bruken av infrastrukturen, for visse situasjoner må betraktes som en del av infrastrukturbegrepet. Star og Bowker (2002, s. 231) antyder at folks oppfatning av infrastruktur som en selvfølgelig del av hverdagen kan være en årsak til at forskningen ikke har vært spesielt opptatt av å utforske infrastrukturbegrepet.

I følge Star og Ruhleder, referert i Edwards (2010, s. 9), Star og Bowker (2002, s. 231) og Edwards (2010, s. 12), har en infrastruktur blant annet følgende karakteristiske egenskaper:

- Infrastrukturen er integrert i andre strukturer (sosiale strukturer og teknologier)
- Infrastrukturen er transparent å benytte i den betydning at den ikke trengs å bli gjenoppfunnet for hver ny oppgave
- Infrastrukturen tas for gitt
- Infrastruktur blir skapt av varierende behov, og er selv med på å skape behov
- Innarbeidelse av standarder: Modifisert av omfanget, og ofte med motstridende overenskomster, blir infrastrukturen gjennomsiktig (transparent) ved at man slutter seg til andre infrastrukturer og verktøy på en standardisert måte
- Utviklingen av infrastrukturen gjøres med basis i en allerede installert base
- Infrastrukturen er «usynlig» og «merkes» kun når den feiler

Ut fra min personlige erfaring vil jeg hevde at alle disse egenskapene passer godt inn i en forståelse av den norske jernbaneinfrastrukturen.

### 3.2.4 Ulike typer nettverk i jernbanesammenheng

Grovt sett og for å begrense omfanget kan vi si at et nettverksbegrep tilpasset jernbane omfattes av to tilfeller eller typer av flyt (sirkulasjon). Det ene tilfellet er en fysisk flyt av rullende materiell (inkludert passasjerer og gods), det andre tilfellet er flyt av ulike relasjoner og fysiske størrelser knyttet til selve infrastrukturens ulike tekniske delsystemer og dens organisasjoner. På et mikronivå vil imidlertid et nettverksbegrep inkludere langt flere ulike nettverk, både fysiske og relasjonelle (sosiale relasjoner). For å illustrere kompleksiteten vil eksempelvis flyten av rullende materiell ikke være sammenfallende med passasjerer og gods over hele transportkjeden. Transportkjeden består ikke kun av jernbane, både passasjerer og gods har i tillegg en flyt til og fra togene. Nedenfor gis noen eksempler for å tydeliggjøre bruk av nettverk og betydning for forståelsen av infrastrukturen.

I jernbanesammenheng blir ofte nettverksbegrepet forbundet med et fysisk «jernbanenett». Den mest benyttede fremstillingen av en slik nettstruktur er uten tvil de «gode gamle» linjekartene som vist i figur 3.4. Linjekartene beskriver infrastrukturens geografiske utstrekning, stasjoner, knutepunkter (analogt med nodebegrepet fra nettverksteorien), kryssingsspor etc.



**Figur 3.4** Linjekart (Bane NOR, 2017 a).

En slik struktur kan oppfattes som et «underlag» (en forutsetning eller et mønster) for en «flyt» (relatert til tid, mengde, sted etc.) av tog, passasjerer og gods. En slik nettverksforståelse grenser sterkt mot en LTS-forståelse, men erfaring tilsier at flyt og prosesser i en infrastruktur vil være vanskelig å forstå uten å gå veien om en nettverkstenkning selv innenfor LTS.

Globaliseringstanken til Edwards (2010) kommer blant annet frem gjennom linjekartets grensestrekninger mot Sverige der det norske nettet møter «ytre forhold», det vil si det svenske nettet og resten av det europeiske nettet. Sammenkoblinger mellom de ulike strekningene kan eksempelvis oppfattes som noder. En slik god pedagogisk fremstilling (eller forståelse) av jernbanen ville vi neppe kunne oppnå i et hierarkisk LTS-perspektiv alene.

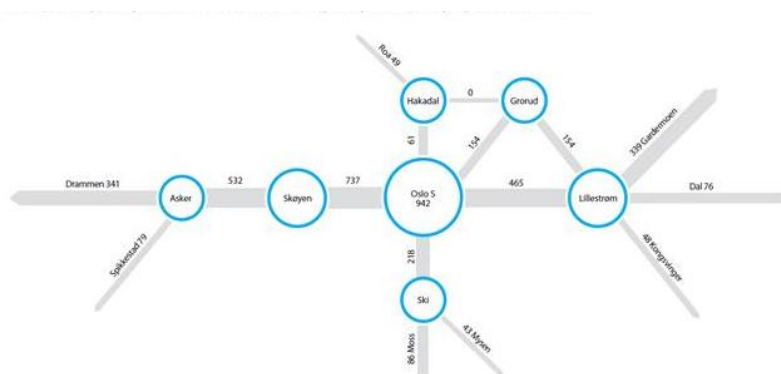
Et eksempel som på en god måte illustrerer bruken av nettverk for å forstå hva som skjer, hvorfor og sammenhenger i en helhetstenkning kan hentes fra godstrafikken. I 1993 etablerte CargoNet et godstogtilbud for direktekjøring mellom Alnabru og Narvik (2.000 km). Togene kjører fra Oslo til Narvik via Kongsvingerbanen og videre nordover gjennom Sverige til de møter Ofotbanen, og derfra videre til Narvik. Strekningen er en av de lengste godstogrutene i Europa og er operativ den dag i dag. I begynnelsen oppstod det stadig forsinkelser, men det var en utfordring å finne årsakene. Som et analyseverktøy ble det etablert en nettverksmodell der alle transporthåndteringene til de enkelte varene, fra avsender til mottaker (inkludert de enkelte jernbanestrekningene), ble registrert, fulgt opp og analysert systematisk. Modellen åpnet opp for muligheter til å studere transportene som en «godsflyt» innenfor hele det nettet (kjeden) som godset skulle passere. Det vil si transport til terminal, omlasting, Hovedbanen, Kongsvingerbanen, svenske strekninger, omlasting ved ankomst Narvik og utkjøring til kunde. Etter hvert dannet det seg et slags forsinkelsesmønster (hvem, hva, hvor og hvorfor), og det ble enklere å sette inn avbøtende tiltak. Dette gav gode resultater. En slik analyse ville ikke vært mulig med et LTS-perspektiv.

En nettverksforståelse av jernbanens infrastruktur er helt avgjørende for trafikkstyringen. Dagens togledelse er i stor grad basert på informasjon om infrastrukturens utforming (antall spor, sporveksler, kryssingsspor, signaler, stasjoner, knutepunkter etc.), rutetabeller og togets bevegelser. Toglederne er avhengig av en interaksjon via tastatur og skjermbilder som til enhver tid presenterer togene og banestrekningene som nettverk. Dette er vist i figur 3.5. Uten slike brukergrensesnitt, som også gir beslutningsstøtte i form av nettverksanalyser ved avvikssituasjoner, ville det neppe vært mulig å utøve og forstå trafikkstyringen fullt ut.



**Figur 3.5** Fra en togledersentral der det «tenkes» nettverk. Foto: Hilde Lillejord, Jernbaneverket.

Den geografiske nettstrukturen av jernbanens infrastruktur danner grunnlaget for spesifikke faglige nettstrukturer innenfor kapasitet, signal, kontaktledning, tele etc. For å analysere og fremstille togmengde (antall tog pr. døgn pr. banestrekning) for Osloområdet er det benyttet en nettverksmodell (Jernbaneverket, 2016) som vist i figur 3.6.

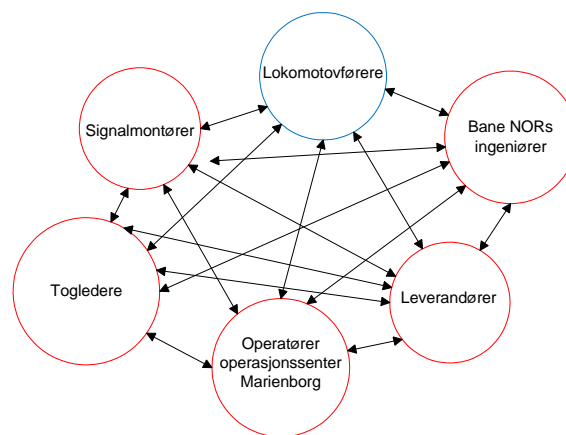


**Figur 3.6** Kapasitet

Et nettverksperspektiv gir en god forståelse av jernbanenes utfordringer knyttet til god oppetid i anleggene. Sammenlignet med mange utenlandske jernbaner er en forholdsvis stor andel av det norske jernbanenettet enkeltsporede strekninger (94 prosent). Det betyr at mange av banestrekningene ikke har muligheter for forbikjøring eller omkjøring ved feilsituasjoner. En slik nettstruktur øker sårbarheten ved avvik, og setter store krav til pålitelighet i de tekniske anleggene i infrastrukturen (jf. åpne og lukkede systemer fra LTS-perspektivet i kapittel 3.1). Dersom vi eksempelvis tegner et pålitelighetsnettverk kan vi analysere slike forhold.

Det er etablert en rekke uformelle og formelle sosiale nettverk innenfor Bane NOR, og mellom organisasjonene i jernbanesektoren. Internt i Bane NOR er det etablert fagnettverk i form av formelle forumer som drøfter og løser faglige oppgaver. Av nettverk mellom organisasjoner kan eksempelvis nevnes samarbeidsgrupper mellom de nordiske landene for deling av erfaringer vedrørende ERTMS. Slike typer av nettverk er også viktige å forstå i en helhetlig infrastrukturell kontekst.

Et utviklingsprosjekt, eksempelvis ERTMS-piloten på Østre linje, kan i stor grad oppfattes som et nettverk av prosjektaktiviteter, men prosjektet består også av ulike nettverk av sosiale relasjoner. Slike sosiale uformelle nettverk mellom ulike yrkesgrupper og kulturer er også viktige i en helhetlig forståelse av jernbanens infrastruktur. Jørgensen og Bowker (2002, s. 231) om ikke-tekniske forhold som jeg har nevnt i kapittel 3.2.3. Et sosialt nettverk for ERTMS-piloten er grovt skissert i figur 3.7 (Etter: Schiefloe, 2011, s. 346). Figuren viser de uformelle relasjonene mellom noen av de ulike deltakerne i piloten.



**Figur 3.7** Et grovt utdrag av et sosialt nettverk fra pilotprosjektet.

Eksemplene overfor viser at en nettverksforståelse av infrastrukturen er godt innarbeidet på ulike plan. Ulike fagområder har utviklet sine egne nettverksmodeller for å forstå systemer og sammenhenger, og for mange situasjoner ville det ikke vært mulig å innarbeide en god forståelse kun basert på et LTS-perspektiv.

Parellos (2016) beskriver infrastruktur for samferdsel som et intelligent transportsystem (ITS) der det meste av kommunikasjonen mellom delsystemene og mellom systemer og kundene skjer ved hjelp av IKT, ofte i sann tid. Jeg antar at en slik forståelse i stor grad vil være dekkende innenfor et nettverksperspektiv.



### 3.3 Samferdselsnivå

I følge Det store norske leksikon (2016 b) er samferdsel en betegnelse på de næringer som driver med ervervsmessig transport av personer eller gods. De viktigste transportformene er landtransport (jernbane og vei), sjøtransport (utenriks- og kystfart) og lufttransport. Norges lange utstrekning, topografi og andre nasjonale særegenheter skaper utfordringer for drift, vedlikehold og utbygging av samferdselsinfrastruktur. Av slike utfordringer nevnes høye kostnader, lang gjennomføringstid (krevende byggemetoder), klimatiske forhold (snø, is, skredfare etc.) og arealhensyn (vern av dyrket mark, støykrav).

En utvikling av samferdselssektoren påvirker samfunnsutviklingen i stor grad. Av viktige forhold som kan bli berørt nevnes bosetningsmønstre, regional utvikling, næringslivets konkurransekraft, miljøet, trafikksikkerheten, arealutvikling, tilrettelegging for pendling, grenseoverskridende transport, samfunnsberedskap mv. For å ivareta samfunnets behov og interesser er norsk samferdsel og utviklingen av denne underlagt politisk styring og statlige reguleringer. Glueck og Jauch (1984, s. 108) hevder at: «*Action by governments also affect the strategic choices of businesses. They can increase a business's opportunities or threats, sometimes both*». Et eksempel på dette er gitt i Tidd og Bessant (2013, s. 262): «*The liberalization and then privatization of telecommunications in many countries led to rapid growth in competition and high rates of innovation*».

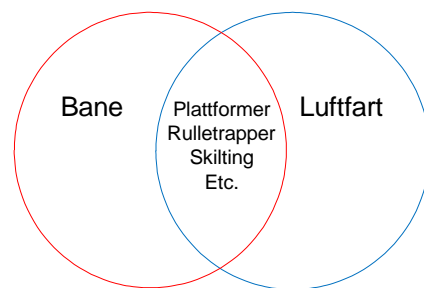
Utarbeidelse av transportpolitiske mål og strategier for transport og samferdsel håndteres av Stortinget og Samferdselsdepartementet gjennom arbeidet med Nasjonal Transportplan (NTP) som rulleres hvert fjerde år. Transportetatene Bane NOR, Statens vegvesen, Avinor og Kystverket, samt andre sentrale interessenter, involveres strekt i dette arbeidet. Mål, tiltak og budsjettanslag i Nasjonal Transportplan definerer i stor grad det norske samferdselsnivået, og kan på mange måter oppfattes som et «satsningsnivå» eller «et handlingsrom» for utvikling av infrastruktur innenfor samferdsel (herunder jernbane).

Tegn tyder på at den brede involvering i arbeidet med Nasjonal Transportplan kan betraktes som unik, og at en slik samarbeidsmodell kan inngå i det som Star og Bowker (2002, s. 241) karakteriserer som den «Skandinaviske skolen». Det er nærliggende å anta at en slik unik samarbeidsmodell som vi har innenfor norsk samferdsel er et resultat av tradisjonene innenfor norsk arbeidsliv der partene er orienterte mot samarbeid om omstilling og utvikling (Klev og Levin, 2009, s. 23, og Amundsen og Kongsvik, 2010, s. 135).

Målene for transportpolitikken består av regjeringens overordnede mål, hovedmål og etappemål. Regjeringens overordnede mål for perioden 2014–2023 er «*å tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport og fremmer regional utvikling*» (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 71). Det er utarbeidet hovedmål for fremkommelighet, trafikksikkerhet, miljø og universell utforming. Som eksempel på et av etappemålene nevnes målet om å bedre påliteligheten i transportsystemet. Målene for jernbanen og dens infrastruktur inngår således i en overordnet målstruktur som gjelder for alle fire transportetater. Strategiene i Nasjonal Transportplan er konsentrert om å utnytte de ulike transportformenes sterke sider og en koordinering av transporttilbudene:

- Vegsystemet binder landet sammen og er utgangspunktet for de fleste transporter
- Jernbanetransport er miljøvennlig og effektivt i områder med store transportstrømmer
- Flytransport er en sikker og effektiv transportform for både lange og mellomlange reiser. Et godt flyrutetilbud har stor betydning for bosetting, sysselsetting og næringsutvikling både i distriktene og i sentrale strøk
- Sjøtransport er mest gunstig for transport av store godsmengder på lange strekninger

Transportetatene skal hver for seg legge til rette for en styrket samferdsel der de selv har sine fortrinn, men de skal også i samarbeid med hverandre, og sammen med kunder og interessenter, utvikle felles prosjekter og tiltak som sikrer en god samordning mellom transportformene der det er hensiktsmessig. Dette kan illustreres med et eksempel fra den nylige utbyggingen av terminal 2 ved Oslo Lufthavn Gardermoen. Utbyggingen medfører en betydelig økning i antall reisende. For å møte denne utfordringen var det nødvendig med omfattende tiltak på togstasjonen under flyplassen som plattformforlengelser, justeringer av jernbanesporene, skilting, rulletrapp etc.). Tilpasningene er illustrert som grensesnittet mellom bane og luftfart i venndiagrammet i figur 3.8.



**Figur 3.8** Illustrasjon av grensesnitt og tilpasninger mellom bane og luftfart på Gardermoen.

Det norske samferdselsnivået baseres på årlige bevilgninger gjennom statsbudsjettet. De årlige bevilgningene til jernbaneforvaltning tar utgangspunkt i Nasjonal Transportplan. Sett med Bane NORs øyne er det viktig at bevilgningene er forutsigbare fra år til år og tilpasset ønsket ambisjonsnivå innenfor drift, vedlikehold og investering. Dette var ikke alltid tilfelle i Jernbaneverkeperioden, og i ny jernbanereform skal det fra og med 2018 gis fireårige bevilgninger. Det gjenstår en del avklaringer om hvordan dette skal gjøres i praksis.

Utvikling av infrastruktur for samferdsel krever ofte omfattende investeringer til eksempelvis nye veier, nye banestrekninger, utbygging av flyplasser og havneområder. Innføring av nye tiltak og standarder krever i mange tilfeller en implementering i stor skala over lang tid (aldri ferdig-tiltak). Som eksempler på dette kan nevnes bygging av midtdeler på E18 og universell utforming av togstasjoner og knutepunkt. Både store og små utbygginger vil berøre flere generasjoner frem i tid, og en spesiell utfordring innenfor utvikling av samferdsel er å fatte vedtak om tiltak som helst skal ha en markeds- eller samfunnsnytte selv etter 100 år. Målene i NTP er følgelig basert på langsiktige strategier, ofte over flere tiår.

Utvikling og innovasjoner i samferdselssektoren, herunder banerelatert infrastruktur, kan derfor karakteriseres som tiltak med et langt tidsperspektiv. Dette kan i følge Akersposten (2016) illustreres med en mulig Fornebubane. I 1919 hadde Kristiania og Aker sporveiskomiteé et forslag klart til Fornebubane, som en avgrening fra Lilleakerbanen. I 2019, hundre år senere, er det lite sannsynlig at man i det hele tatt har startet byggingen.

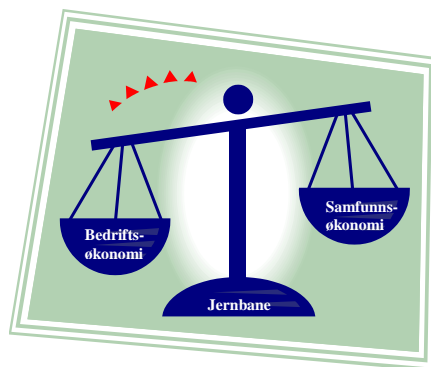
De ulike transportformene er gjensidig avhengige av hverandre på flere måter. En vesentlig endring i én av sektorenes infrastruktur, eksempelvis gjennom en teknologisk innovasjon, kan påvirke én eller flere av de andre sektorene både negativt og positivt. Eksempelvis nevnes utbyggingen av internett. Passasjerer på ekspressbuss har bedre tilgang på internett enn togpassasjerene fordi dekningen er bedre langs veiene enn langs banene. Dette har ført til at enkelte reisende (omfanget er ikke undersøkt) velger buss fremfor tog.



Også vesentlige markedsmessige endringer kan påvirke bruk, behov og utvikling innenfor hver av transportsektorene og mellom dem. Etter at Norske Skog la ned sin treforedlingsbedrift på Tofte oppstod det et helt nytt marked for tømmertransport på bane. Det ble «over natta» en kraftig overføring av tømmer fra vei til bane, og et behov for å ruste opp tømmerterminaler og eldre spor. Et annet eksempel er etableringen av kjøring med såkalte modulvogntog (25 m lange). Mange av Bane NORs planoverganger er ikke konstruerte for slike lange vogntog, og det må settes i gang tiltak for å utbedre forholdene. I denne situasjonen har vi også et strategisk infrastrukturelt dilemma ved at jernbanen må foreta tiltak som kan medføre en overføring av gods fra bane til vei (modulvogntog). Sett fra Bane NOR bør tiltak i infrastrukturen gi motsatt virkning eller effekt.

I utvikling av infrastruktur for samferdsel beveger transportetatene seg i en hverdag der det skal tas både bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske avveininger. Transportselskapene skal ivareta sine krav om bedriftsøkonomisk lønnsomhet, mens en kommune i sin involvering kanskje må ta mer miljømessige hensyn fremfor en teknisk design som vil være til fordel for jernbanens infrastruktur og togselskapene. For å analysere og ivareta slike hensyn relatert til NTP er det utviklet transportmodeller og metoder for samfunnsøkonomiske analyser.

Hovedformålet med en samfunnsøkonomisk analyse er i følge Samferdselsdepartementet (2013, s. 73) å klarlegge og synliggjøre konsekvensene av alternative tiltak før beslutning om iverksetting av tiltak fattes. Analysene skal være en del av beslutningsgrunnlaget, uten dermed å representere en beslutningsregel. Bane NOR må i sine beslutninger blant annet sørge for en verdiskapning for den enkelte passasjer (eksempelvis universell utforming), næringslivet (togselskaper og godskunder), andre interessenter (naboer til spor) og for samfunnet totalt sett. Balansegangen mellom bedriftsøkonomiske- og samfunnsøkonomiske hensyn er ofte en utfordring. Dette er illustrert i figur 3.9.



**Figur 3.9** Utvikling av jernbane skal ta hensyn til både bedriftsøkonomi og samfunnsøkonomi.

Det norske samferdselsnivået påvirkes av ytre forhold, blant annet i form av påtrykk fra en rekke krav fra EU om internasjonalisering og standardisering. Eksempelvis nevnes krav om ERTC/ERTMS, passasjerenes rettigheter og vilkår for konkurranse mellom togselskapene. Flere av kravene er såpass detaljerte at de munner ut i spesifikke tekniske spesifikasjoner uten særlige frihetsgrader for norsk samferdsel.

Statens jernbanetilsyn må også inkluderes i samferdselsnivået i form av sitt arbeid med å utforme og følge opp lover og forskrifter for jernbanevirksomhet. Dette er rammer som Bane NOR må forholde seg til i forbindelse med innovasjon og endringer, både teknisk og institusjonelt.

### 3.4 Produkt, kunder, brukere og behov

Litteraturen er rik på definisjoner av produktbegrepet. I følge Kottler (1986, s. 296) kan et produkt oppfattes som følger: «*A product is anything that can be offered to a market for attention, acquisition, use, or consumption that might satisfy a want or need. It includes physical objects, service, persons, places, organizations, and ideas*». Den nå avdøde IBM-guruen Buck Rodgers oppfattet produktbegrepet på denne måten (Rodgers, 1986, s. 125): «*IBM doesn't sell products. It sells solutions*». Følgelig er forståelsen av produkt ikke entydig.

Hva er det Bane NOR leverer av produkter? Hvilke tjenester legges det til retter for? Hvem er kundene og interessentene? Hvilke behov er det som jernbanens infrastruktur skal dekke? Noe av svaret fremkommer av instruks for Jernbaneverket som er omtalt tidligere i oppgaven (se kapittel 2), men det er likevel en del forhold knyttet til disse spørsmålene som krever en nærmere avklaring. Det er utenfor oppgavens omfang å gå detaljert til verks med en produktsegmentering, definering av Bane NORs kjerneprodukter etc. Men en kort innføring og bevisstgjøring om slike forhold vil bidra til en ytterligere økt forståelse av jernbane og dens infrastruktur.

Hos en tradisjonell vareprodusent blir kundene normalt ikke «trukket gjennom» selve produksjonsapparatet. Kunden kjøper eller bestiller en vare (et produkt) og har dette tilgjengelig omgående eller når det er ferdig produsert. For en jernbane blir dette annerledes, her trekkes kundene bokstavelig talt gjennom «produksjonslinjene» (langs jernbanesporene). Bane NORs produkter (eventuelt tjenester avhengig av kontekst) produseres eller tilrettelegges samtidig som kundene benytter seg av dette. Jf. Larkin (2013, s. 329) i innledningen av kapittel 3 om at infrastruktur muliggjør bruk (en sirkulasjon) av andre saker eller gjenstander.

Et annet særtrekk knyttet til jernbanens kunder er at de ulike kundegruppene har ulike behov. I følge Biong og Nes (2009, s. 248) viser forskningen «*at forståelse av kundens behov er den faktoren som har mest å bety for om nyutviklede produkter blir en suksess eller fiasko*».

For en godskunde er god punktlighet og forutsigbarhet ofte viktigere enn at godset kommer raskest mulig frem. For en persontogkunde vil det i mange tilfeller være kortest mulig reisetid som er viktig. Nedenfor angis noen viktige kundegrupper og andre interessenter, samt eksempler på produkttegenskaper eller behov som disse erfaringsmessig vil være opptatt av. Oversikten er langt fra komplett, men er god nok for å illustrere kompleksiteten i forståelsen av produkt, kunde, brukere og behov.

Kunder:

- *Togselskaper for persontrafikk*: Sportilgang, trafikkstyring, punktlighet, sikkerhet, stasjoner (plassering, utrustning, publikumsinformasjon)
- *Togselskaper for godstrafikk*: Sportilgang, trafikkstyring, punktlighet, sikkerhet, godsterminaler (plassering og utrustning), informasjon ved avvik
- *Passasjerer (persontrafikk)*: Informasjon, universell tilgjengelighet, stasjonsfasiliteter (parkering, venterom), trygg av- og påstigning, sikkerhet på reisen, punktlighet, stoppmønster
- *Godskunder*: Informasjon, terminalfasiliteter (ekspedisjon, omlasting), skånsom og sikker godshåndtering, punktlighet, håndtering ved avvik (alternative ruter)
- *Potensielle kunder*: Krever nye baner og tilbud (eksempelvis Ringeriksbanen)
- *Skattebetalerne*: Disse vil ha «noe igjen» for pengebruken

Andre interessenter:

- *Kommuner*: Arealplanlegging (kommuneplaner, reguleringsplaner), byutvikling, reiseliv, distriktsmessige hensyn, miljø

- *Veg, luftfart, sjø*: Koordinert samferdsel, knutepunktsutvikling
- *Leverandører av utstyr*: Oppdrag, leveranser, kompetanseoppbygging, referanser
- *Entreprenører*: Kontrakter, kompetanseoppbygging, referanser
- *Naboer til sporet*: Støy, eiendomsgrensener, sikkerhet, miljø

Grupperingene vil erfaringsmessig ha både sammenfallende og sprikende behov og interesser. Dette kan medføre dilemmaer som infrastrukturforvalter må avklare og finne en løsning på. En ofte forekommende utfordring for toglederne ved avvik i togtrafikken er å avgjøre hvilket tog som skal prioriteres. Skal Flytoget, persontoget fra Trondheim eller godstoget fra Åndalsnes kjøre først?

Passasjerene i persontogene benytter seg både av togselskapenes produkter (togene) og av Bane NORs produkter/tjenester (informasjon på stasjonene, stasjonsfasiliteter etc.). Tilsvarende får vi for godskundene som også benytter seg av både togselskapenes produkter (togene) og Bane NORs produkter/tjenester (godsterminaler, omlastingsutstyr etc.). Det vil si at togselskapene og Bane NOR har de samme kundene, og at togene og infrastrukturen gjennom et integrert samspill med hverandre utgjør det totale produktet som kundene etterspør.

Det har blitt gjennomføres årlige kundeundersøkelser og omdømmemålinger som har gitt en pekepinn på hvordan omverden har oppfattet JBV og dens infrastruktur. Kundeundersøkelsen for 2016 viste en fremgang. Slike undersøkelser vil bli videreført av Bane NOR.

I følge Brønn og Berg Wiig (2009) i Aarseth (2014, s. 50) må virksomhetene forstå kundene sine: *«Organizations must understand who their stakeholders are, and what the perceived stakes are, and building relationships and communicating with stakeholders has become more and more important for better performance and should be the responsibility of everyone within the organization».*

Begrepet «bruker» trenger en avklaring. I mange sammenhenger er begrepet synonymt med kunde. Med «brukere» benyttet i oppgaven menes imidlertid personer eller yrkesgrupper (lokomotivførere, togledere, montører etc.) som i sitt daglige arbeid ved jernbanen betjener eller direkte påvirkes av et teknisk system. Kundene i et passasjertog er eksempelvis ikke brukere i en slik setting. For utvikling av ERTMS kan vi se for oss følgende brukere og behov:

- *Lokomotivførere*: Kontinuerlig hastighetsovervåkning, oppstartsprosedyrer, grensesnitt fører - ERTMS
- *Togledere*: Fleksibilitet, betjeningsvennlighet, grensesnitt togleder - ERTMS
- *Signalmonterere*: Effektiv montering/installasjon, vedlikeholdsvennlighet
- *Driftspersonell*: Overvåkningsmuligheter, betjening

Viktigheten av brukerorientering i innovasjonsprosesser er presisert i Holt (2002, s. 227): *«An important success factor in product innovation is the capability to assess in what direction the market is moving and introduce products that fit the needs of potential users».* Med en brukerorientert produktutvikling av eksempelvis ERTMS menes følgelig at brukergruppene nevnt i kulepunktene overfor involveres i arbeidet med pilotprosjektet på Østre linje. Christensen (1997) i Aasen og Amundsen (2011, s. 158) bygger på tanken om at brukeren er den som til syvende og sist er premissgiver for hvilke kvalitet et nytt produkt skal ha.

### 3.5 En «forståelsesmodell» av norsk jernbane

I dette kapitlet gjøres en oppsummering av de teorier og drøftelser som er presentert ovenfor.

Basert på dette utarbeider jeg en «forståelsesmodell» med fire sentrale forståelsesrammer som i det videre arbeidet skal benyttes til å belyse ERTMS og pilotprosjektet i kapittel 7. Modellen bør også kunne brukes i andre sammenhenger, eksempelvis i forbindelse med opplæring, strategiarbeid og arbeid rettet mot innovasjon og endring ved Bane NOR.

Hvilke av perspektivene (LTS eller nettverk) er best? Svaret er at vi bør være i stand til å forstå jernbanen og dens infrastruktur ut fra begge perspektivene. For noen situasjoner vil det ene perspektivet være dekkende, mens for andre tilfeller bør vi være i stand til å kombinere dem. Men dette gir ikke en tilstrekkelig forståelse. Perspektivene må sees i sammenheng med produkt, kunder, brukere og behov, samt i sammenheng med det norske samferdselsnivået.

LTS-perspektivet med dens hierarkiske fremstilling gir en rask og god overordnet forståelse av teknologisk oppbygging, ulike delsystemer, fagdisipliner og ringvirkninger utover selve systemet. Perspektivet gir en forholdsvis statisk forståelse, men dette er for mange situasjoner godt nok. Et LTS baseres på en hierarkisk sosioteknisk systemperspektiv som i mange sammenhenger er godt egnet for en forståelse av jernbane og dens infrastruktur.

Det er imidlertid viktig å avgrense fremstilling og betraktning av et LTS-perspektiv til ønsket kontekst. En forståelse av hele jernbanens infrastruktur som et stort teknologisk system krever en betydelig mer omfattende fremstilling enn dersom vi kun skal betrakte de enkelte delsystemer (eksempelvis ERTMS) som et stort teknologisk system.

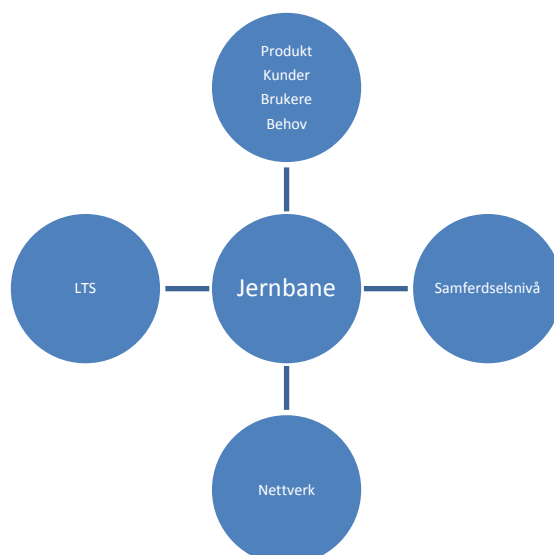
Et nettverksperspektiv vil være best egnet til å forstå egenskaper, relasjoner og prosesser (flyt og sirkulasjon) av både tekniske og ikke-tekniske forhold. Hvilke typer av nettverk som er aktuelle (fysiske nettverk, sosiale nettverk etc.) og hvordan disse kan brukes (fremstillinger og analyser) må tilpasses virksomhet og kontekst. Et nettverksperspektiv gjør på mange måter infrastrukturen til et mer «levende» system enn for LTS.

En helhetlig forståelse av jernbane og den infrastruktur øker betraktelig dersom LTS- og nettverksperspektivet kombineres avhengig av kontekst. Et LTS- eller et nettverksperspektiv alene gir ikke en tilstrekkelig forståelse. Der det ene perspektivet ikke gir mening passer ofte det andre perspektivet. De kan i mange situasjoner overlape og utfylle hverandre og på den måten forsterke hverandres grunnlag for forståelse.

Samferdselsnivået inkluderer mål, strategier, samfunnsøkonomi og involvering, og plasserer LTS- og nettverksperspektivet inn i en regulerende transportpolitisk sammenheng. Med et samferdselsnivå der jernbanens «mål og hensikt» blir definert ut fra en helhetlig samferdsel blir det lettere å forstå LTS- og nettverksperspektivet i en jernbaneinfrastrukturell kontekst.

Videre har jeg gjennom oppgaven erkjent at en helhetlig forståelse av jernbane og dens infrastruktur styrkes ytterligere dersom de to perspektivene og samferdselsnivået sees i sammenheng med jernbanens kunder og deres behov for produkt og/eller tjenester. En slik erkjennelse støttes av intensjonene i ny jernbanereform (Samferdselsdepartementet, 2015 s. 5 og 6) der det presiseres at kundeorientering er en sentral del av reformen, og at kundens behov (privatpersoner og næringsliv) skal bli bedre ivaretatt.

I figur 3.10 har jeg tegnet en forståelsesmodell som viser de fire sentrale forståelsesrammene for en helhetlig forståelse av jernbanen og dens infrastruktur. Modellen viser at norsk jernbanen kan forstås ut fra et LTS-perspektiv, et nettverksperspektiv, en produktforståelse (inkludert forståelsen av kunder, brukere og behov), et samferdselsnivå eller kombinasjoner av disse fire.



**Figur 3.10** En forståelsesmodell av norsk jernbane.

Det er viktig å være åpne og ydmyke for flere perspektiver og forhold enn de som er omtalt i oppgaven og i modellen i figur 3.10. For en forståelse av jernbanens infrastruktur relatert til ERTMS synes modellen å være god nok. Mer om dette i kapittel 7. Avhengig av kontekst kan imidlertid modellen justeres eller utvides med flere forståelsesrammer eller perspektiver. Dersom det eksempelvis er aktuelt å fokusere på jernbanen i en miljømessig sammenheng, kan modellen utvides med et miljøperspektiv.

Drøftelsene av LTS-perspektivet ovenfor er stort sett basert på Huges (1987). Grunnet oppgavens rammer med hensyn til tid og omfang ble det ikke anledning til å utvide horisonten med annen litteratur om LTS. Dette kan være en svakhet i vurderingene og i modellen i figur 3.10.



---

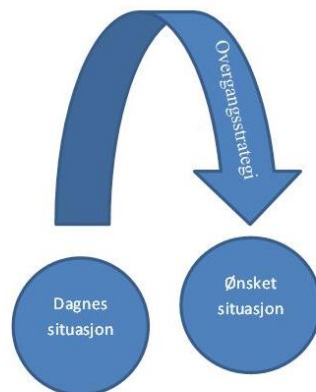
## 4 Storskala infrastrukturendringer

---

Infrastruktur kjennetegnes blant annet med et stort og omfattende skalert anleggssomfang. De består av en rekke delsystemer som fungerer i et integrert samspill med hverandre. Tekniske løsninger og grensesnitt er ofte basert på standarder og infrastrukturene har over tid tilpasset seg et bruksområde og et marked. Som eksempel på tilpasninger av bruksområde nevnes at det innenfor jernbane kan være tidkrevende å justere ulike tekniske parametere i infrastrukturen slik at nye typer lokomotiver fungerer optimalt. Men ny teknologi, konkurransesituasjon og endrede markedsbehov fører imidlertid til krav om utvikling og endring selv innenfor godt etablerte infrastrukturer, jernbane inkludert.

### 4.1 Overgangsstrategier (transisjon)

Monteiro (1998) synliggjør og drøfter ulike dilemmaer og utfordringer knyttet innføringen av en ny-generasjon av internett protokoller (IP) for å tilrettelegge for vekst i nettbruken. Ved en slik storskala endring i den eksisterende infrastrukturen for informasjonsteknologi stod infrastrukturforvalterne overfor store utfordringer. Grunnet infrastrukturens enorme omfang, geografiske utstrekning og kompleksitet ville det vært fullstendig umulig å foreta en implementering eller oppgradering «over natta». Monteiro (1998) hevder at en slik storskala infrastrukturell endring må gjennomføres trinnvis (fasevis) med en glidende (nesten umerkelig eller kontinuerlig) overgang til neste fase. Det bør etableres overgangsstrategier (transition strategy) for hvordan selve den praktiske implementeringen skal håndteres. Dette har jeg illustrert i figur 4.1.



**Figur 4.1** Overgangsstrategi (transisjonsstrategi) fra dagens til ny ønsket situasjon.

Basert på erfaringer fra IP-prosjektet bør en slik strategi i følge Monteiro (1998) blant annet avklare følgende forhold:

- Hvor store kan endringene være for hver fase?
- Hvor i infrastrukturen kan det gjøres endringer, rekkefølge og tempo?
- Hvordan tar vi stegene (pr. fase og hver faseovergang)?

I tillegg til at en overgangsstrategi bidrar med avklaringer, planlegging og annet forarbeid, tolker jeg Monteiro (1998) slik at strategien også bidrar til å øke selve forståelsen for endringens hensikt, kompleksitet og valg av løsninger (herunder overgangsløsninger). Kjernebudskapet til Monteiro er at den installerte basen i store infrastrukturer medfører en dynamikk der det kun er mulig å

gjennomføre små eller mindre endringer av gangen. Endringene må gjøres skrittvis eller fasevis, og dette kan strekke seg over lang tid.

Farrell og Saloner (1986) drøfter ulike perspektiver knyttet til installert base. Flere forhold kan gjøre at en installert base kan fremstå som en barriere eller «treghet» mot innovasjon. Et eksempel på en slik barriere er at brukere av eksisterende systemer i mange tilfeller samtidig må gå over til å bruke nye systemer, noe som kan være problematisk dersom de positive effektene av en overgang til noe nytt ligger langt frem i tid. Som en annen barriere eller «treghet» nevnes ulempene med å holde drift i to parallelle systemer over et lengre tidsrom, inntil det gamle systemet kan fases ut.

Ut fra personlig erfaring kan Monteiros teori ovenfor anvendes for en rekke situasjoner knyttet til endringer i jernbanens infrastruktur. Det er mange likhetstrekk mellom storskala endringer i internettet og jernbanens linjenett. For et globalt internett er det eksempelvis samfunnsmessig uakseptabelt at kundene ikke kan bruke nettet mens det implementeres nye løsninger. Tilsvarende gjelder for jernbanen. Det ville vært fullstendig absurd dersom det ikke kunne kjøres tog før hele linjenettet var utrustet med eksempelvis ERTMS. Infrastrukturen er så fundamental for vår eksistens at det ikke kan tillates at den tas ut av drift i nevneverdig grad. Erfaring tilsier at utfordringene med å utarbeide en overgangsstrategi ofte er vanskeligere og mer komplekst enn å definere hvordan en ønsket fremtidig situasjon bør se ut. En fremtidig ideell situasjon kan de fleste være enige om, men hvordan vi i praksis kommer dit kan være verre å enes om.

I jernbanesammenheng har en installert base en svært lang utstrekning. Bane NOR har et omfattende program for vedlikehold og fornyelse av den installerte basen (de tekniske anleggene). Fornyelse baseres i stor grad på anleggets alder og tilstand, og anleggene må være fornyet før de når en uakseptabel driftstilstand som kan medføre forsinkelser og togstopp. En stor utfordring i dette arbeidet er kravet om at fornyelsene skal gjennomføres uten nevneverdige forstyrrelser i toggangen. For Bane NOR, med sitt store innslag av enkeltsporede strekninger, fører dette til at tidsperiodene som frigjøres for arbeid i og nær sporene ofte blir av kort varighet. Anleggsmaskinene må ofte kjøres langt for å komme til nærmeste stasjon eller kryssingsspor slik at sporet kan frigjøres til de ordinære togene. Mye av arbeidstiden går med til venting på klart anleggsområde (klart spor).

Fornyelser av en allerede installert base er kostbart og det tar lang tid å gjennomføre slike tiltak. Eksempelvis kan nevnes at den nylige ferdigstillingen av fornyelse av kontaktledningsanlegget mellom Egersund og Sandnes (58 km) kostet om lag 665 millioner kroner og en gjennomføringstid på hele 6 år. Det må nevnes at store investeringer som ny Follobane og ny Ringeriksbane også er tidkrevende, og anslagsvis tar det minst 8 år fra ideen skapes første gang til spaden kan settes i jorden.

Bane NOR utarbeider som regel overgangsstrategier som en integrert del av et plangrunnlag. Ofte gjøres dette i form av faseplaner. Uten slike faseplaner ville det neppe vært mulig å dokumentere den praktiske gjennomførbarheten og sikkerheten for togfremføringen. Hovden (2015) viser at en generell lærdom fra granskning av storulykker er at systemer i ubalanse ofte er utsatt for en betydelig risiko. For jernbanedrift tolker jeg dette slik at risikoen for uhell og ulykker øker ved avvikssituasjoner, eksempelvis ved endret kjøremønster grunnet fasevise driftsomlegginger grunnet utbygging eller vedlikehold.

Grovt kan vi blant annet sette opp følgende karakteristiske trekk som Bane NOR må forholde seg til ved en storskala endring i jernbanens infrastruktur:



- Tidkrevende (lang planleggingstid, lang implementeringstid). Jf. betraktninger i kapittel 3.3 om langsiktige strategier i Nasjonal Transportplan
- Fasevis implementering (faser og faseoverganger)
- Som oftest konsekvenser for andre delsystemer
- Ulemper for kundene i overgangsfasene må minimaliseres
- Begrenset atkomst til sporet (vinterforhold medfører en kort arbeidssesong, ofte er det ikke veiatkomst frem til anleggsområdet etc.)
- Begrenset sportilgang (togtrafikken skal gå som normalt)
- Begrenset tilgang på ressurser (knapphet på spesialister)
- Et begrenset leverandørmarked
- Økonomisk kostbart (avhengig av bevilgninger over statsbudsjettet, må periodiseres over flere år)
- Kostbare overgangsløsninger (ofte i bruk helt til ønsket fremtidig situasjon er nådd)
- Skalering (implementeringen skaleres i omfang og tempo etter hvert som prosjektet skrider frem)
- Kundene (togselskapene) må i visse tilfeller betale for å tilpasse sitt rullende materiell til ny eller endret infrastruktur (eksempelvis med ERTMS ombordutrustning)
- Omfattende sertifiseringer, 3. partskontroller, testinger og godkjenninger av sikkerhetskritiske systemer og komponenter før de tas i bruk
- Faseoverganger (eksempelvis endret driftsform)
- Avvik og uforutsette hendelser (planleggingen klarer ikke alltid å fange opp alt)
- Risiko (økonomisk og teknisk)
- Valg av teknologiske løsninger må tilpasses EUs strenge reguleringsregime (Ryggvik, 2016 s. 181)
- Eksisterende anlegg må driftes og vedlikeholdes frem til nye anlegg overtar. Eksempelvis vil endringene fra ATC til ERTMS nødvendigvis medføre en lang overgangsfase hvor både tog og togledersentraler må ha utstyr og kompetanse til å drifte både det nye og det gamle systemet samtidig (Ryggvik, 2016, s. 180).
- Endringer i organisasjonsstrukturen som følge av nye tekniske løsninger (endringer i organisasjonskartet, effektivisering, rasjonalisering)
- Endringer i organisasjonskulturen (behov for ny kompetanse, endret sikkerhetstenkning)
- Endringer relatert til interaksjon og relasjoner (involvering, nye personlige nettverk, nye samarbeidsformer med nye leverandører og nye personer)

Listen er lang, og den er langt fra uttømmende. Dette viser at Bane NOR har en rekke forhold som må analyseres, planlegges og håndteres når det skal iverksettes og gjennomføres en storskala endring i infrastrukturen. De opplistende forholdene ovenfor synliggjør behovet for en rekke overgangsstrategier. Videre viser kulepunktene at det er en «stor masse» med «stor treghet» som skal endres og at det derfor er fornuftig å «bevege seg» langsomt og skrittvis fremover ved endringer. Kulepunktene viser at Bane NORs frihetsgrad er sterkt begrenset og låst til nødvendige tilpasninger til eksisterende infrastruktur.

Implementeringen av ERTMS er et godt eksempel på en trinnvis (fasevis, strekningsvis) endring av jernbanens infrastruktur der eksisterende signalanlegg byttes ut «bit for bit» eller rettere sagt «strekning for strekning». Innføringen av det nye signalsystemet baseres på en overgangsstrategi som blant annet inkluderer følgende tiltak:

- Før en strekning med ERTMS settes i drift må rullende materiell som skal trafikkere strekningen ha installert ERTMS-ombordutrustning. Rullende materiell som også skal trafikkere strekninger med ATC, må i tillegg være utstyrt med en Specific Transmission

Module (STM). En slik tilnærming ble i definert som en rullende materiell-strategi. STM er en overgangsløsning som skal fases ut når implementeringen av ERTMS er ferdigstilt.

- Gjennomføring av en ERTMS-pilot (en fullskala erfaringsstrekning) på Østfoldbanens Østre linje.
- Montering av konvensjonelle signalanlegg fra Thales på strekninger der det må gjøres investeringer før strekningene implementeres med ERTMS. I april 2012 ble det inngått en kontrakt med Thales om levering av slike løsninger (Ryggvik, 2016, s. 339). Nye anlegg fra Thales er blant annet benyttet på strekningen Stavanger - Sandnes, Ganddal godsterminal og Lysaker stasjon (Ryggvik, 2016, s. 339). Det er uvisst om anleggene fra Thales kan benyttes sammen med ERTMS eller om disse må skiftes ut.
- Skalering eller utbyggingsrekkefølge basert på en strekningsvis (banevis, fasevis) implementeringsplan kalt Nasjonal signalplan (Jernbaneverket, 2015).

I figur 4.2 har jeg grovt skissert overgangsstrategien for ERTMS. Grønn aktivitet symboliserer piloten, røde aktiviteter symboliserer andre overgangsstrategier. Piloten gjennomføres før skaleringen på hovedstrekningene påbegynnes. Det vil være behov for å installere både ERTMS og STM-ombordutrustning i forkant av overgangen til ERTMS for hver banestrekning i nesten hele implementeringsperioden. STM kan fases ut først når Bane NOR har installert ERTMS på alle strekningene, muligens noe før avhengig av togselskapenes materiellturnering. Konvensjonelle signalanlegg fra Thales benyttes som en mellomløsning for investeringer som ikke kan utsettes i påvente av ERTMS.



**Figur 4.2** Overgangsstrategier fra dagens signalanlegg til ERTMS ved Bane NOR.

## 4.2 Pilotens plass i en overgangsstrategi

Innovasjonsvirksomhet er forbundet med risiko for ikke å lykkes (Aasen og Amundsen, 2011, s. 66). I innovasjonsarbeidet skal det utvikles noe som er nytt, deltakerne står overfor utfordringer som ikke tidligere er løst, og det finnes ingen veileder eller fasit over fremgangsmåte og resultat. Det er mange usikre forhold og forutsetninger knyttet til et slikt arbeid, som eksempelvis mål, krav til kompetanse, kostnader, tidsforbruk, om de tekniske løsningene lar seg realisere, brukerbehov etc. Med en pilot reduseres risikoen ved at feil og mangler avdekkes og rettes opp på et tidlig tidspunkt.

Kotter (1996) i Klev og Levin(2009, s. 65) legger frem et veikart for suksessfull endring. Én av disse grunnleggende ingrediensene er å viser frem kortsiktige resultater. Amundsen og Kongsvik (2010, s. 31 og 61) trekker frem manglende synliggjøring av resultater i endringsprosesser som et

argument mot endringer. Med en pilot på Østre linje vil det kunne oppnås kortsiktige resultater, eksempelvis ved at Bane NOR opplever tester og prøvedrift som vellykket.

Getz og Robinson i Aasen og Amundsen (2011, s. 67) trekker inn omdømme som et risikoelement i innovasjonsarbeidet. Mislykkede innovasjoner kan selvsagt skade omdømmet, men det kan også manglende initiativ til nytenkning og endringer gjøre. «*Companies that do not invest in innovation put their future at risk*» (Tidd og Bessant, 2013, s. 7).

Røvik (1998) i Amundsen og Kongsvik (2010, s. 75) drøfter et symbolperspektiv knyttet til institusjonell og nyinstitusjonell teori. «*I dette perspektivet legges det vekt på at organisasjoner møter sosialt skapte normer og konvensjoner i sine omgivelser. Disse kan blant annet opptre i form av utviklingskonsepter. I symbolperspektivet er hovedmotivet for organisasjonsendring å oppnå legitimitet fra sine omgivelser*». Oversatt til Bane NOR og ERTMS er det ingen tvil om at ny signalteknologi vil generere organisasjonsendringer. En pilot på Østre linje vil derfor bidra til å legitimere både teknologivalg og endringer i Bane NORs organisasjon som en naturlig konsekvens. For ERTMS har det vært et behov for å oppnå legitimitet både internt, eksternt og fra eier (Samferdselsdepartementet).

Utvikling av en innovasjon skjer som oftest gjennom en trinnvis prosess fra et idéstadium og frem til praktisk anvendelse. I følge Aasen og Amundsen (2011, s. 31) har det de siste 15-20 årene vært rettet stor oppmerksomhet mot betydningen av nettverk og læring i innovasjonsprosessene. Dette har blant annet ført til utviklingen av interaktive innovasjonsmodeller (Aasen og Amundsen (2011, s. 35).

Sammenlignet med tidligere modeller der innovasjoner oppstår som følge av teknologi, økonomi og et udekket behov, utvides den interaktive modellen til også å omfatte sentrale sosiale interne og eksterne interaksjoner (elementer) som viktige drivkrefter. Slike sosiale interaksjoner kan eksempelvis være i form av nettverk, samarbeid (samhandling), åpenhet, tverrfaglig arbeid og globalisering. Dermed er ikke lenger innovasjonsprosessen et bedriftsinternt anliggende, men en prosess basert på anvendelse av ny kunnskap tilegnet gjennom et utstrakt internt og eksternt samarbeid (Tether, 2002, Chesbrough, 2003, Caloghirou et al., 2004, i Aasen og Amundsen, 2011, s. 53). Aasen og Amundsen (2011, s. 288) hevder at det er følgene av de daglige interaksjonene i et utviklingsprosjekt som på et tidspunkt erkjennes som en innovasjon.

I følge Van de Ven et al. (1989) i Aasen og Amundsen (2011, s. 35) har innovasjoner et ulineært forløp fordi hendelsene i innovasjonsprosessen ofte er uforutsigbare og preget av tilfeldigheter. Følgelig er det i de nyere modellene etablert en god dynamikk gjennom tilbakekoblingsløyper slik at det i utviklingsarbeidet kan tas «et skritt tilbake» for å justere problembeskrivelser, forutsetninger, mål, ressursbruk etc. Aasen og Amundsen (2013, kap. 15) hevder at inntreden av de interaktive modellene har ført til at innovasjon i dag kan forstås ut fra et systemdynamisk perspektiv.

Aasen og Amundsen (2011, s. 139) hevder at virksomheter møter økt kompleksitet i det som skal løses, og at det stadig oftere er «*behov for at mennesker må samarbeide, både på tvers av fag og interne strukturer, og også på tvers av organisasjoner og dermed noen ganger over geografiske grenser*». En slik medvirkning vil i følge Amundsen og Kongsvik (2008) i Aasen og Amundsen (2011, s. 155) øke engasjement og følelsen av eierskap i forhold til «det nye».

Overført til jernbane er ERTMS betydelig mer komplekst sammenlignet med eksisterende signalanlegg. Med ERTMS-system flyttes flere sikkerhetsfunksjonene fra spor til lokomotiv. Det vil si at flere yrkesgrupper og organisasjoner i tillegg til Bane NOR blir brukere av ERTMS. Det vil være behov for at flere mennesker og ulike yrkesgrupper må samarbeide på tvers av yrke og

organisasjoner. En pilot på Østre linje åpner for en slik samarbeidsarena og økt brukerrettet medvirkning.

Generelt tolker jeg Aasen og Amundsen (2011, kap. 7) slik at medvirkning og samarbeid om innovasjon (eksempelvis gjennom ERTMS-piloten på Østre linje) for mange vil oppleves som motiverende dersom de trekkes inn i et innovasjonsarbeid der de selv kan påvirke utviklingen, og samtidig øke sitt eget kunnskapsnivå.

Når man kommer inn i en ny arbeidssituasjon er det i følge Klev og Levin (2009, s. 90) «*veldig mye i det nye arbeidet som det er umulig å lese seg til eller lære på andre måter enn gjennom erfaringer i arbeidssituasjonen og i det sosiale felleskapet*».

Biong et al. (1996) i Aarseth (2014, s. 52) presenterer følgende samarbeidsmetoder mellom organisasjoner for å løse felles utfordringer:

- Sharing information rather than keeping it within your own organization
- Joint planning
- Active solution of conflicts
- Sharing of profits, advantages and disadvantages

Aarseth (2014, s. 112) presenterer en modell for samarbeid og medvirkning der det fremheves at «understanding of collaborating partner's strategies» bidrar til at partene oppnår sine respektive mål og at de sammen reduserer usikkerheter. Slike samarbeidsformer er relevante for en pilot, og har i stor grad preget samarbeidet mellom JBV/Bane NOR og NSB på Østre linje.

Det kan være nærliggende å spørre seg om det er en sammenheng mellom deltakelse i innovasjonsprosesser og transformativ ledelse som i følge Klev og Levin (2009, s. 152) baseres på teorier om at et meningsfullt og interessant arbeid i seg selv blir drivkraften til indre motivasjon. Gjennom oppgaven har dette for meg vært en tilbakevendende hypotese. Jf. kapittel 7.4.1 om motivasjon. Det har ikke vært rom for å drøfte dette nærmere innenfor oppgavens tidsramme, men dette føler jeg som såpass viktig at jeg forslår dette som et av temaene for videre forskning (se kapittel 9).

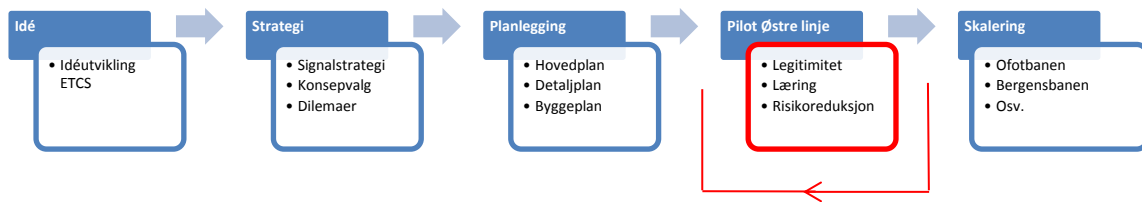
ERTMS-pilotens plass i en overgangsstrategi skal dekke mange ulike oppgaver, men grovt oppsummert synes det som at følgende områder er spesielt viktige:

- «Bygge» legitimitet for ERTMS: Vise internt og for omverden hvorfor tiltaket er viktig, rettferdiggjøre bruk av penger og ressurser
- Læring (organisatorisk læring): Systemet er nytt, systemet må læres (egenskaper, funksjoner etc.)
- Redusere usikkerheter: ERTMS vil kreve mange endringer i egen og organisasjon og hos togselskapene. En pilot vil redusere tekniske- og ikke-tekniske usikkerheter (herunder kostnader), og dermed styrke det videre arbeidet med nasjonal implementering.

Innovasjonsprosesser er i følge Aasen og Amundsen (2011, s. 43) definert på litt ulike måter. Flere av prosessene har imidlertid et sekvensielt forløp med følgende aktiviteter: Idésøk, idéutvikling, seleksjon, utvikling og introduksjon før gevinstene kan hentes ut. Vi merker oss at en slik innovasjonsprosess ikke er helt ulik utviklingsforløpet innenfor LTS (fra ideen skapes, spredning, kommersialisering osv.) som beskrevet i kapittel 3.1.2.

En mulig innovasjonsprosess for ERTMS er skissert i figur 4.3. Pilotens plass er vist med rød ramme, der jeg også har tegnet inn en tilbakekoblingsløyfe for å illustrere at det er tillatt å gå

tilbake for å endre/justere ulike forhold på grunnlag av ny læring og erfaring. Med andre ord bør det i et pilotprosjekt være tillatt å «prøve og feile».



**Figur 4.3** Innovasjonsprosessen for ERTMS.

Mer detaljert om strategi og planleggingsfasen og pilot Østre linje kommer jeg tilbake til i henholdsvis kapittel 6 og 7.

Holt (1987, s. 113) hevder at innovasjonsprosesser krever samarbeid mellom flere ulike kompetanseområder, og at det ofte er best å organisere innovasjonsrettet arbeid i egne prosjekter fremfor en utførelse i linjen. Videre snakker Holt varmt om at innovasjonsprosjekter bør ha friere rammer og regler enn det som gjelder for tradisjonell saksbehandling i linjen. Et avgrenset pilotprosjekt bør kunne gis hensiktsmessige rammer som legger til rette for økt kreativitet og innovasjonsevne.

Porter i Tidd og Bessant (2013, s. 179) omtaler de to innovasjonsstrategiene «*Leadership versus Followership*». En leadership strategi finner vi i organisasjoner som har en sterk teknologisk drivkraft og som tjerner pengene sine på å være først ut i markedet med ny teknologi og nye produkter. En followership strategi finner vi i markedsrettede organisasjoner som lever av å videreutvikle og forbedre eksisterende teknologi og produkter. Samtidig innebærer en followership strategi en sterk fokus på å redusere produksjonskostnadene slik at de kan selge produktene billigere enn leadership konkurrentene.

For jernbaneforvaltningene derimot er det vanlig å adoptere teknologi for eget bruk, fremfor å utvikle dette selv for salg i et marked. Men vi finner likevel det samme strategifenomenet som ovenfor. Noen jernbaner er tidlig ute med nye adopterte løsninger, mens andre er mer avventende eller nølende. Eksempelvis har tysk jernbane vært en teknologisk «storebror» og er ofte først ute med ny jernbaneteknologi. ERTMS var intet unntak. Norsk jernbane derimot valgte en mer avventende holdning til ERTMS (en followership strategi). Dermed kunne JBV høste erfaringer fra de jernbanene som først tok i bruk det nye signalsystemet.

Det vil som oftest være en leadership strategi som innebærer størst risiko og dermed tilsynelatende størst behov for piloter. Men slik jeg tolker Tidd og Bessant (2013, s. 179) vil organisasjoner med en followership strategi også stå overfor omfattende produktutvikling, blant annet relatert til å forbedre de tekniske løsningene, brukertilpasninger, effektivisering, kostnadsreducerende tiltak etc. Følgelig var en ERTMS-pilot aktuell for JBV.

### 4.3 En «endringsmodell» for den norske jernbaneinfrastrukturen

I dette delkapitlet utarbeides en modell for endringsforståelse knyttet til utvikling av jernbanens infrastruktur. Modellen skal senere i oppgaven benyttes i kapittel 7, blant annet for å forklare hvordan overgangen til ERTMS kan forstås som en infrastrukturell endring. Modellen bør også

kunne brukes i andre sammenhenger, eksempelvis i forbindelse med opplæring og strategiarbeid rettet mot innovasjon og endring ved Bane NOR.

Perspektivene og vurderingene ovenfor er i stor grad på et overordnet og generelt nivå, og jeg har tatt med mange ulike forhold for å få en bred drøftelse. For å kunne trekke ut en mer operativ nytte relatert til denne oppgaven ønsker jeg derfor å konkretisere ulike elementer rettet mot jernbane, sammenhenger og samspillet mellom dem ved store endringer i infrastrukturen. Jeg har derfor laget en modell (en syntese) der jeg sammenfatter perspektivene og teoriene. Modellen må oppfattes som en forenklet modell, men den anses som god nok for denne oppgavens formål. Den inkluderer både tekniske og ikke-tekniske forhold.

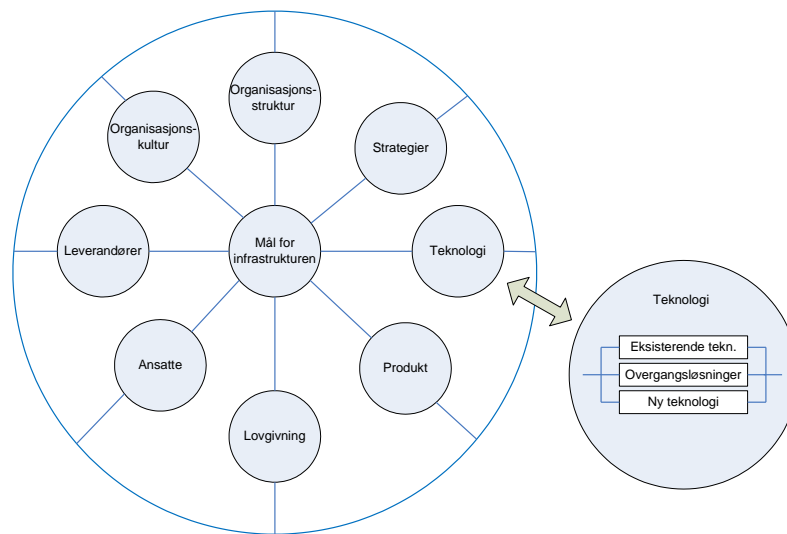
I Keen (1981) drøftes Leavitts «diamantmodell» som et alternativ til å beskrive endringer i organisasjonsmessige forhold som teknologi, oppgaver, struktur og ansatte. Disse er forbundet med hverandre slik at en endring i den ene kategorien (eksempelvis teknologi) påvirker de andre tre kategoriene (et slags fjærsystem). De fire kategoriene faller til ro når organisasjonen har kommet over i en ny tilstand. Min modell tar utgangspunkt i en slik tenkning, men som vi skal se i det etterfølgende vil svingningene i en modell for store infrastrukturelle endringer bli svært små og langsomme sammenlignet med Leavitts modell.

Som analytiske hovedkategorier i modellen har jeg gjort et utvalg av forhold som ut fra teorien ovenfor synes å ha en spesiell stor betydning ved store endringer i jernbanens infrastruktur. Utvalget er ikke komplett. Dette er kategorier som i seg selv kan generere infrastrukturelle endringer (eksempelvis gjennom tekniske innovasjoner) eller selv bli påvirket (positivt eller negativt) av endringer i andre kategorier.

Overgangsløsninger og andre former for treghet i installert base kan inkluderes i modellen ved at hovedkategoriene deles i parallelle underkategorier. Dette er gjort for kategoriene teknologi, produkt, leverandører og organisasjonskultur. Hvordan dette kan tolkes er forklart i det etterfølgende. Som hoved- og underkategorier har jeg i modellen valgt følgende forhold:

- Mål for infrastrukturen (gis sentraliteten i modellen)
- Organisasjonsstruktur
- Strategier
- Teknologi (infrastruktur)
  - Eksisterende teknologi
  - Overgangsløsninger (eksempelvis en pilotinstallasjon)
  - Ny teknologi
- Produkt (strekningsvis endring av banestrekningene)
  - Strekning 1 (eksempelvis ERTMS på Østre linje 2015)
  - Strekning 2 (eksempelvis ERTMS på Ofotbanen i 2021)
  - Strekning 3, 4 osv.
- Lovgivning
- Ansatte (i et brukerperspektiv)
- Leverandører
  - Leverandører eksisterende anlegg
  - Leverandører overgangsløsninger
  - Leverandører ny teknologi
- Organisasjonskultur
  - Kompetanse eksisterende teknologi
  - Kompetanse overgangsløsninger
  - Kompetanse ny teknologi

Modellen er vist i figur 4.4. For at fremstillingen ikke skal bli for detaljert har jeg kun tegnet inn underkategoriene for «Teknologi».



**Figur 4.4** En endringsmodell for norsk jernbaneinfrastruktur.

Mål gis sentraliteten i modellen fordi en stor endring bør understøtte Bane NORs overordnede mål for infrastrukturen. Det bør være en formelt forankret hensikt eller mening med endringen, eksempelvis en bedring av jernbanesektorens konkurransekraft. Linjene mellom symboliserer avhengigheter og sammenhenger, og uttrykker mulige påvirkninger på hverandre. Påvirkningene kan gå begge veier i modellen.

Eksempel på hvordan modellen kan leses:

EU utarbeider en forskrift som pålegger JBV å implementere ERTMS. «Lovgivning» påvirker sentraliteten ved at «mål for infrastrukturen» må justeres (nye mål for samtrafikk). Endringer i «lovgivning» og «mål for infrastrukturen» vil generere et behov for en teknisk endring, denne gang som en innovasjon (ERTMS). «Teknologis» tre underkategorier settes i svingninger. «Eksisterende teknologi» vil måtte driftes og vedlikeholdes i lang tid fremover og vil således være en treghet for endringen. En slik treghet vil sannsynligvis bli redusert etter hvert som eksisterende ATC fases ut. Det må etableres overgangsløsninger eller midlertidige løsninger (eksempelvis STM og piloten på Østre linje), og det må utvikles ny teknologi.

En endring i «teknologi» vil medføre endringer i «ansatte» (endret arbeidsdeling, ansvar etc.) og i «produkt» (strekningsvis forbedring av oppetid og sikkerhet), og disse to settes også i svingninger. Slik kan vi fortsette til vi har kommet oss rundt.

Etter hvert som endringene er implementert vil det være nærliggende å anta at systemet faller til ro i en ny tilstand når ERTMS er fullført på alle strekningene. Men for store endringer i en jernbaneinfrastruktur vil sannsynligvis dynamikken aldri falle til ro. La oss anta at implementeringen av ERTMS ferdigstilles omkring 2040. Da vil de første ERTMS-anleggene som ble bygget være ca. 25 år, og nærme seg sin levetid. Det betyr at den dagen Bane NOR har fullført installasjonen av ERTMS nivå 2 på alle banestrekningene så står organisasjonen samtidig overfor et arbeid med å oppgradere eller skifte ut eldste ERTMS-anleggene. Med den akselererende utviklingen som oppleves innenfor IKT er det grunn til å tro at vi i 2040

(eller før) er i full gang med neste generasjon av ERTMS. Følgelig vil modellen i figur 4.4 være i en forholdsvis kontinuerlig svingning. Svingningene er små (fasevise og små endringer av gangen), men modellen (infrastrukturen) vil aldri falle helt til ro. Modellen har faktisk en slags evighetsdimensjon over seg.

Modellen virker også motsatt vei. Eksempelvis kan en teknisk innovasjon (endring i «teknologi») gi muligheter til å øke målsettingen («mål for infrastrukturen»), men dette vil kanskje samtidig kreve ny kompetanse (en endring i «organisasjonskultur») osv.

En fordel med modellen er at den kan utvides med flere analytiske kategorier, eventuelt reduseres, avhengig av hva som skal fremstilles. En svakhet er at virkeligheten er mer kompleks enn det jeg klarer å fremstille. Modellen tar ikke høyde for å skille mellom interne forhold (kontrollert av Bane NOR) og ytre forhold (marked, politiske forhold, rullende materiell etc.).

I det etterfølgende beskrives og drøftes de enkelte kategoriene i modellen.

## Mål

I følge Jacobsen og Thorsvik (2013, kap. 2) må organisasjoner beskrive hva de ønsker å oppnå (sette seg mål). Et mål for jernbanens infrastruktur vil således være en beskrivelse av en ønsket fremtidig tilstand, gjerne angitt med et tidsperspektiv. Det kan utarbeides mål på ulike nivåer der disse inngår i en helhetlig målstruktur (målhierarki). Jacobsen og Thorsvik presiserer viktigheten av at målene utformes slik at de gir motivasjon til de ansatte, bidrar til å styre og rettlede arbeid og beslutninger i organisasjonen, og bidrar til å legitimere virksomheten overfor omgivelsene.

Overordnet målstruktur for Bane NOR er nedfelt i Nasjonal Transportplan (jf. kapittel 3.3), i JBV's Handlingsprogram 2014-2023 (Jernbaneverket, 2014) og i mål for de enkelte prosjektene. Bane NORs målhierarki er vist i tabell 4.1.

**Tabell 4.1** Målhierarki

<i>Nivå</i>	<i>Typer av mål</i>	<i>Strategisk nivå</i>
1	Regjeringens overordnede mål, hovedmål og etappemål	Nasjonal Transportplan
2	Mål for JBV's organisasjon og infrastruktur	JBV's Handlingsprogram
3	Samfunnsmål, effektmål og resultatmål	De enkelte prosjekter

Det er blant annet utarbeidet konkrete mål for punktlighet, regularitet og oppetid. En teknisk innovasjon som ønskes implementert på det norske jernbanenettet bør støtte opp om målene i målstrukturen. Videre bør det være strategisk høyde for å foreta justeringer av målene (øke ambisjonsnivået) dersom en innovasjon kan bidra med å realisere muligheter som ingen før har tenkt på. I følge JBV's FoU-strategi (Jernbaneverket, 2013) er hensikten med å utøve forskning og utvikling (FoU) i Bane NOR å frembringe ny kunnskap og å bruke denne kunnskapen til å finne nye anvendelser. Endringer av mål vil i de fleste situasjoner medføre et behov for endringer i en eller flere av de andre kategoriene i modellen i figur 4.4.

## Organisasjonsstruktur

En implementering av eksempelvis ny teknologi vil i mange tilfeller medføre endringer i organisasjonskartet. Typiske endringer kan være endrede ansvarsforhold, endringer i rapportering, overtallighet, endringer i fagstruktur og den enkeltes arbeidsoppgaver kan endre karakter og innhold.



## **Strategier**

Det må utarbeides strategier som beskriver hva jernbaneforvalter tenker å gjøre for å oppnå målene for sin egen organisasjon og for den infrastrukturen som forvaltningen har ansvaret for å utvikle. I følge De Wit og Meyer (2014, s. 71) kan strategiutvikling metaforisk betraktes som «kunst» og ikke et fag der alle beslutninger fattes ut fra et faktagrunnlag.

For norsk jernbane er strategiene nedfelt i Nasjonal Transportplan 2014-2023 (Samferdselsdepartementet, 2013), JBV's handlingsprogram 2014-2023 (Jernbaneverket, 2014), JBV's overordnede teknologiske strategi (Jernbaneverket, 2012) og i en rekke andre strategidokumenter. Uten formelt besluttede strategier og planer blir det ikke bevilget økonomiske midler til tiltak i Bane NORs infrastruktur. Uten en signalstrategi ville det eksempelvis ikke blitt bevilget penger til ERTMS. Følgelig kan nye strategier sette «Strategi» i svingninger som igjen kan påvirke «Teknologi» med krav om en teknisk innovasjon.

## **Teknologi**

I en endringsprosess må Bane NOR håndtere tre parallelle teknologikategorier. Eksisterende teknologi (installert base) må driftes og vedlikeholdes over lang tid inntil den kan fases ut. Det må etableres tekniske overgangsløsninger (ofte midlertidige inntil ny teknologi er etablert), og det innføres ny teknologi som etter hvert skaleres opp i et stadig større omfang. I modellen utgjør disse stadiene tre parallellkoblede underkategorier.

Så lenge eksisterende teknologi er i bruk (installert base) kan denne betraktes som en slags treghet i infrastrukturen. Den kan ikke skiftes ut i sin helhet uten videre. Det er mange avklaringer og hensyn som må tas som gjør at eksisterende anlegg blir en slags brems for en ideell fremdrift. Videre må løsningene innenfor de tre delkategoriene være forenlige med sameksistensen mellom infrastrukturen og de togene som skal trafikkere på sporet, og sikkerheten må ivaretas hele tiden.

Arbeidsprosessene i og langs jernbanesporene er teknisk rettet med moderne og avanserte arbeidsmaskiner. Utvikling av infrastrukturen kan påvirke behov for å anskaffe nye arbeidsmaskiner. Følgelig er slike arbeidsprosesser i modellen inkludert i «Teknologi». Teknisk utvikling av rullende materiell, eksempelvis nye lokomotiver, kan generere endringer i strømforbruk, sporkrefter, trekkraft, akselerasjon etc.

Det er utarbeidet en overordnet teknologisk strategi (Jernbaneverket, 2012) som legger føringer for Bane NORs valg av ny teknologi. Blant annet legges det vekt på økt standardisering, kompetanse og risikoreducerende tiltak.

## **Produkt**

Produkt- og kundebegrepet er mangfoldig. Det er mange kunder og interessenter, og en mengde behov og hensyn som skal ivaretas med Bane NORs produkter og tjenester, og ved utvikling av jernbanens infrastruktur. Se for øvrig kapittel 3.4. Hva som skal forstås med produktkategorien i modellen vil derfor være avhengig av kontekst. Relatert til eksempelvis ERTMS kan «Produkt» i modellen forstås som en serie- og parallellkobling av banestrekningene langs en tidslinje slik de fremdriftsmessig skal utrustes med ERTMS i henhold til Nasjonal signalplan (Jernbaneverket, 2015). Strekninger som tas samtidig kan tegnes som parallelle aktiviteter. Dermed får vi med tidsaspektet i modellen.

## **Lovgivning**

Drift, vedlikehold og utbygging av jernbanens infrastruktur er underlagt streng lovgivning. Statens jernbanetilsyn har utarbeidet en rekke forskrifter som JBV og togselskapene må forholde seg til. Eksempelvis nevnes Infrastrukturforskriften, Samtrafikkforskriften og Togfremføringsforskriften. Endringer i forskriftene kan medføre behov for endringer i

infrastrukturen og i Bane NORs organisasjon. Eksempelvis nevnes at krav om å bruke ERTMS blant annet er nedfelt i Infrastrukturforskriften (Statens jernbanetilsyn, 2017 b) der det står at «*Ved bygging eller større endringer av sikringsanlegg skal det benyttes anleggstyper som har grensesnitt mot klasse A-systemer*». Det vil i praksis si ETCS/ERTMS.

### **Ansatte**

Von Hippel (1988) i Aasen og Amundsen (2011, s. 60) definerer brukeren som den som skal anvende en ny løsning. For nye løsninger i infrastrukturen vil brukerne i stor grad være ansatte ved Bane NOR og togselskapene som i sitt daglige arbeid er engasjert i drift, vedlikehold, utbygging og togkjøring. Det vil si ingeniører, montører, togledere, lokomotivførere etc. Det er naturlig å involvere disse gruppene i utvikling av nye tekniske systemer for å sikre en brukerorientert produktutvikling.

I følge Byrne et al. (2009) i Aasen og Amundsen (2011, s. 60) har innovasjonsforskningen de senere årene blitt mer oppmerksomme på det innovasjonspotensialet som er til stede ved å engasjere egne ansatte i utviklingsarbeid.

### **Leverandører**

Von Hippel (1988) i Aasen og Amundsen (2011, s. 60) definerer en variabel som han har gitt betegnelsen den funksjonelle kilden til innovasjon. Variabelen benyttes til å kategorisere bedrifter og individer i forhold til den funksjonelle relasjonen de har til et nytt produkt, prosess eller tjeneste som gjør at de får en fordel av det nye (bruker, produsent, leverandør). Vi kjenner en slik kjede av funksjonelle relasjoner igjen fra LTS-perspektivet i kapittel 3.

For eksempel er Bane NOR produsent og leverandør av togfremføring, men bruker av teknologi (signalanlegg etc.) og tjenester utviklet av andre. Det vil si at Bane NOR er helt avhengig av produsent- og leverandørmarkedet ved utvikling av ny teknologi. Von Hippels idé er at alle slike funksjonelle relasjoner er potensielle kilder til innovasjon.

Ved Bane NOR settes det som oftest likhetstegn mellom produsent og leverandør. Sannsynligvis fordi det i hovedsak er leverandørene som er kontraktsparten selv om systemene produseres av andre. Ved store endringer må Bane NOR forholde seg til følgende leverandører:

- Leverandører eksisterende anlegg
- Leverandører overgangsløsninger
- Leverandører ny teknologi

Dette kan være ulike leverandører, noe som kan by på utfordringer med tanke på lojalitet, samarbeidsklima, læring, erfaringsoverføring, personlige relasjoner, usikkerhet etc. Eksempelvis må ansatte ved Bane NOR samarbeide leverandør av eksisterende anlegg helt frem til en eventuell ny leverandør er ferdig med å erstatte det eksisterende med nytt.

### **Organisasjonskultur**

I følge Edgar Schein, referert i Jacobsen og Thorsvik (2013, s. 130), kan organisasjonskultur oppfattes som «... *et mønster av grunnleggende antakelser utviklet av en gitt gruppe etter hvert som den lærer å mestre problemer med ekstern tilpasning og intern integrasjon – som har fungert tilstrekkelig bra til at det blir betraktet som sant, og som derfor lærers bort til nye medlemmer som den riktige måten å oppfatte på, tenkt å føle på i forhold til disse problemene*». Kulturen består av verdier, normer, samhold, atferd, læring etc. og inkluderer en mengde med uskrevne regler for hvordan de ansatte i organisasjonen bør forholde seg (Jacobsen og Thorsvik, 2013, s. 23).

Dersom kulturen bevisst bygges opp til å bli en arena for kreativitet og innovasjon, vil dette kunne føre til stor positiv påvirkningskraft og motivasjon for å gjennomføre endringer både i Bane NORs infrastruktur og organisasjon. «*Innovasjon i organisasjoner handler om å få til endringer i et slags stabilt sjikt, eller altså endring i kultur, vaner, rutiner og lignende*» (Aasen og Amundsen, 2011, s. 38).

Endringer medfører ulike kulturelle reaksjoner. Mishra og Spreitzers (1998) i Amundsen og Kongsvik (2010, s. 28) beskriver fire typer reaksjoner fra arbeidstakere (typologisering):

- Imøtekommende reaksjoner (trofaste støttespillere)
- Håpefulle reaksjoner (aktive advokater)
- Angstreaksjoner (sårete)
- Kyniske reaksjoner (skarpe kritikere)

Kotter (1996) i Klev og Levin (2009, s. 65) mener at det å skape en følelse av nødvendighet for endring er den mest grunnleggende ingrediensen for en suksessfull endring.

Ved store endringer kan tilgangen på kompetanse bli en kritisk faktor. Dette gjelder blant annet innenfor følgende områder:

- Kompetanse innenfor eksisterende teknologi må opprettholdes i lang tid selv etter at det er besluttet å implementere ny teknologi. Det kan være en utfordring å motivere ansatte til å arbeide med teknologiske systemer som etter hvert skal fases ut. I tillegg er det en utfordring å rekruttere nyutdannede for å jobbe med de gamle systemene fordi den eldre teknologien (eksempelvis reléteknikk) ikke lenger inngår i undervisningen
- Det må i visse situasjoner etableres ny kompetanse for overgangsløsningene
- Det må iverksettes kompetanseoppbygging for å tilegne seg kunnskap om den nye teknologien som skal innføres

Kompetansen for disse tre områdene må opprettholdes og utvikles parallelt helt til ny teknologi er etablert. En slik omfattende kompetanseplan, og en langvarig videreføring av kunnskap om dagens teknologi kan i mange tilfeller oppfattes eller oppleves som en trehet i infrastrukturen forårsaket av en eksisterende installerte basen.



---

## 5 Metode for casestudiet

---

### 5.1 Forskningsdesign

«Samfunnsvitenskapene har til hensikt å bidra med kunnskap om hvordan virkeligheten både i den lille og den store verden ser ut, og vi må gå metodisk til verks. Å bruke en metode, av det greske *methodos*, betyr å følge en bestemt vei mot et mål» (Johannessen et al., 2010, s. 29).

En samfunnsvitenskapelig metode dreier seg om å samle inn, analysere og tolke data, en fremgangsmåte som i følge Johannessen et al. (2010, s. 29) er sentral innenfor empirisk forskning. Forskeren må finne en egnet metode for den problemstillingen som ønskes belyst, og innenfor det som er mulig å gjennomføre innenfor den tidsrammen som er stilt til rådighet (Johannessen et al. (2010, s. 100).

Det viktig å være klar over at det innenfor samfunnsforskningen innhentes kunnskaper og synspunkter fra mennesker med meninger og oppfatninger av både seg selv og andre. Studiefeltene må forholde seg til et mangfold av meninger og oppfatninger som stadig er under endring (Johannessen et al., 2010, s. 31). Jf. Edwards (2010) i kapittel 3.2.2 om flytende forståelse av virkeligheten.

En erkjennelse av at meninger ikke er stabile kan illustreres fra det tidligere JBV der jeg har observert at resultatene fra de årlige medarbeiderundersøkelsene kan være preget av de nyeste opplevelsene medarbeiderne har hatt i sitt arbeidsforhold. Et annet eksempel er tidligere gjennomførte kundeundersøkelser ved JBV og NSB der avvik og forsinkelser i toggangen de siste ukene synes å slå negativt ut selv om punktligheten tidligere har vært god.

De viktigste kjennetegnene ved metode / empirisk forskning er systematikk, grundighet og åpenhet (Johannessen et al., 2010, s. 29).

Ut fra mitt ønske om å skrive en oppgave om innovasjon og endring ved JBV/Bane NOR ble det etter hvert klart for meg at oppgaven burde konsentrere seg om et casestudie av ERTMS-piloten på Østfoldbanens Østre linje. Her hadde jeg muligheter til å innhente kvalitativ informasjon gjennom intervjuer om noe som var gjennomført og opplevd. Økt kunnskap om arbeidet med piloten bør komme godt med i Jernbanedirektoratet og ved Bane NOR i det videre arbeidet med en storskala implementering av ERTMS på resten av det norske jernbanenettet.

Det foreligger pr. dags dato ikke tilstrekkelig datagrunnlag for en kvantitativ studie av ERTMS med tanke på punktlighet, hyppighet av feil, brukervennlighet etc. Ved JBV er det kun én banestrekning (piloten på Østre linje) som har installert ERTMS. Forskningsdesignet kunne vært utvidet til et flercasestudie ved å undersøke erfaringer og resultater fra sammenlignbare prosjekter fra jernbaner i utlandet. Det hadde også vært relevant å undersøke tidligere produktutvikling av signalanlegg ved JBV (eksempelvis Ebiloc 950 og Merkur) for å få et sammenligningsgrunnlag. En casestudie av autotransformatorpiloten på Jærbanen, i tillegg til å studere ERTMS-piloten, ville gitt oss et større erfaringsgrunnlag for å trekke overordnede konklusjoner om innovasjon og endring i Bane NORs infrastruktur. Men en oppgave med et såpass stort omfang ville ikke latt seg gjennomføre innenfor tidsrammen. Følgelig er forskningsdesignet kun basert på erfaringer fra ERTMS-piloten.

Når det gjelder min egen rolle og objektivitet i forhold til oppgaven hadde jeg en sentral rolle i strategieringens tidligfase. Etter 2010 har jeg hatt liten formell befatning med ERTMS og pilotprosjektet, kun fulgt utviklingen fra «sidelinjen». Jeg var imidlertid med i arbeidet med å godkjenne hovedplan for nasjonal implementering i 2015, men disse planene omhandlet ikke om

piloten på Østre linje i særlig grad. Følgelig anser jeg meg i stand til å skrive en oppgave om emnet ut fra et forholdsvis objektivt ståsted.

## 5.2 Deskriptiv del

I oppgavens deskriptive (beskrivende) del (kapittel 6) presenteres dagens signalanlegg, ideen om ERTMS, strategiarbeidet i tidligfasen og andre forhold som belyser hensikt, kompleksitet, dilemmaer og valg. Med en slik bakgrunn blir det lettere å forstå problemstillinger, valg av intervjupersoner, spørsmålene (temaene) i intervjuguiden (vedlegg 5) og funnene i kapittel 7. Beskrivende del er blant annet dokumentert gjennom korrespondanse og formelle beslutninger som jeg har funnet frem fra Bane NORs saksarkiv.

## 5.3 Kvalitativt intervju

*Hvis du vil vite hvordan folk oppfatter verden  
og livet sitt, hvorfor ikke spørre dem?*  
Kvale og Brinkmann (2015)

Intervjuundersøkelsen ble gjennomført i henhold til de syv fasene (tematisering, planlegging, intervjuing, transkribering, analysing, verifisering og rapportering) som angitt i Kvale og Brinkmann (2015, boks 6.2).

### Fase 1. Tematisering

Intervjuene ble konsentrert om to temaer. Tema 1 konsentrerte seg om overordnede strategiske forventninger til ERTMS. For å undersøke dette temaet intervjuet jeg personer fra toppledelsen og nivået under. Dette er personer som til daglig er engasjerte i strategiarbeid. Disse intervjupersonene har ikke vært involverte i det operative arbeidet med piloten, men er avhengig av resultatene i sitt strategiske arbeid innenfor Bane NOR.

Tema 2 hadde fokus på intervjupersonenes livsverden med mål om å forstå temaene ut fra intervjupersonenes egne perspektiver (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 46). Det vil si den enkeltes inntrykk, meninger, erfaringer, gleder, sorger, samarbeid og opplevde resultater etc. For å undersøke dette intervjuet jeg personer som til daglig arbeider med piloten eller som har vært sterkt involvert tidligere. Det vil si representanter for ingeniørstanden, togledere, lokomotivførere m.fl. Tematisering og gruppering av intervjupersonene er vist i figur 5.1.



**Figur 5.1** Tematisering og gruppering av intervjupersonene.

Det har imidlertid vært en utfordring å erkjenne at det er intervjupersonenes livsverden som skal hentes frem og tolkes. Dette er ikke en oppgave for å få bekreftet mine egne antakelser og

forutinntatte oppfatninger av ERTMS. Det må innrømmes at tok tid før jeg etter hvert klarte å løsrive meg fra min egen forståelse. Behov for erfaring støttes av Kvale og Brinkmann (2015, s. 36) der de skriver at intervjuferdigheter må læres gjennom intervju praksis. Videre var det et mål å stille åpne spørsmål som åpnet opp for intervju personens erfaringsverden, i innrette spørre teknikken slik at intervjuet fikk preg av en samtale (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 336).

## **Fase 2. Planlegging**

Planleggingsarbeidet ble innledet med et litteraturstudium om forskningsintervju. Jeg ønsket å sette meg godt inn i hva en slik metode innebar (hensikt, gjennomføring, erfaringer etc.). Parallelt begynte jeg å få ideer om aktuelle spørsmål og intervju personer, og jeg begynte å «se for meg» intervjusituasjonene (mentale forberedelser) med de potensielle kandidatene. Hva kunne jeg få ut av intervjuene? Hvordan ville intervju personene opptre? Ville jeg blir godt mottatt? Etc. I ettertid ser jeg klart at slikt mentale forberedelser var viktige for gjennomføringen. Ikke minst gjorde dette at jeg ble tryggere på en situasjon som for meg var ny opplevelse.

For tema 1 gjaldt det å finne frem til personer som ville være avhengige av å benytte resultatene fra ERTMS-piloten i sitt arbeid med å utarbeide overordnede strategier (eksempelvis Nasjonal Transportplan, Handlingsprogram og strategier for vedlikehold). Etter hvert utarbeidet jeg de første utkastene til en intervjuguide. Arbeidet med å utarbeide intervjuguiden ble en slags iterasjonsprosess der spørsmålene ble justert og tilpasset etter hvert som jeg arbeidet meg inn i temaet og fikk oversikt over intervju personene.

For tema 2 var målet å dykke ned i «pilotens indre». For å få til dette anså jeg det som mest hensiktsmessig å intervju personer som hadde (eller hadde hatt) sentrale roller innenfor prosjektledelsen, togledelsen, drift og vedlikehold, regelverk, togkjøring og godkjenning før idriftsettelse.

Antall intervju personer som ble intervjuet innenfor hvert tema var som følger:

- Tema 1: 5 personer
- Tema 2: 8 personer
- Totalt: 13 personer

Det hadde vært en styrke å intervju representanter fra leverandøren. Men grunnet den pågående prosessen med anbudsforespørsel for nasjonal implementering av ERTMS var dette ikke forenlig med etisk regelverk. Det er en svakhet at leverandørens erfaringer ikke er med i oppgaven.

Intervju personene ble kontaktet pr. telefon. Jeg forklarte kort om mitt studium og spurte om de var villige til å stille til et intervju. Jeg spurte samtidig om det var i orden at intervjuet ble tatt opp på et elektronisk format slik at jeg senere kunne gå gjennom og analysere innholdet. Det ble avtalt at lydopptakene skulle behandles konfidensielt, og slettes etter bruk. Alle de spurte takket ja til intervju og ingen hadde innvendinger mot at samtalen ble tatt opp elektronisk. Forhold som kan betegnes som sensitive kom ikke opp under samtalen i nevneverdig grad.

## **Fase 3. Intervjuing**

Under intervjuingen ble det benyttet en intervjuguide (eller temaguide). Denne er vist i vedlegg 5. Guiden fungerte som en forholdsvis grov mal for intervjuet/samtalen. Spørsmålene ble tilpasset de ulike nivåer (strategisk- og prosjektnivå) og yrkesgrupper. Det varierte noe om spørsmålene ble stilt direkte (ordrett) eller om de dannet stikkord for et tema. Det var ikke alltid at det var naturlig å ta spørsmålene (temaene) i den rekkefølgen de er skissert, og det var stadig behov for oppfølgingsspørsmål.

En god guide med gjennomtenkte spørsmål hjalp godt på trykghetsfølelsen. Jeg fikk gode tilbakemeldinger om at spørsmålene var relevante og ved flere anledninger gav intervjupersonene uttrykk for at de også hadde tilegnet seg kunnskap gjennom intervjuet. Dette samsvarer med Kvale og Brinkmann (2015, s. 36) som beskriver et intervju som en aktiv kunnskapsproduksjonsprosess der intervjueren og intervjupersonen produserer kunnskap sammen. Hvert intervju varte fra én til én og en halv time. Det var påfallende hvor ivrige intervjupersonene var til å dele sin erfaring og fortelle om sine kunnskaper. For flere av intervjupersonene var det aktuelt med flere samtaler under transkriberingen for ytterligere avklaringer.

#### **Fase 4. Transkribering**

Jeg valgte å skrive ned innholdet fra lydfilene ordrett. Dette var en tidkrevende jobb, men jeg tror likevel at det var bryet verdt. Med en nedtegnet tekst var det lettere å tolke budskapet, identifisere funn og aktuelle sitater som var aktuelle å presentere. Videre følte jeg at en nærmest ordrett transkribering bidro til økt pålitelighet i tolkningsarbeidet. Det sistnevnte kan sannsynligvis ha med manglende intervjuerfaring å gjøre. Jeg antar at en mer erfaren forsker og intervjuer vil være bedre i stand til å transkribere uten å måtte gå den lange veien om en ordrett nedtegnelse.

Jeg oppdaget at refleksjonene kom etter at selve intervjuet var ferdig. Det vil si mens jeg jobbet med transkriberingen, når jeg senere gikk gjennom nedtegnelsene eller i andre sammenhenger lenge etter at intervjuet hadde funnet sted. Under selve intervjuet ble det ikke tid til å reflektere og tolke i særlig grad. Under intervjuene fikk jeg ikke tid til å konsentrere meg utover selve intervjusituasjonen i særlig grad.

#### **Fase 5. Analysering**

For hvert intervju gikk jeg gjennom transkriberingen og noterte funn, mulige kategoriseringer, forhold som burde avklares med andre intervjupersoner, uklårheter som krevde ny kontakt med intervjupersonen etc. Dette ble gjort like etter at transkriberingen var ferdig.

Da jeg var ferdig med å transkribere tema 1 (det strategiske nivået) gikk jeg gjennom alle transkriberingene samlet for å finne felles trekk, nye funn eller forhold som bekreftet tidligere tolkninger og funn. Tilsvarende ble gjort for tema 2 (prosjektnivået).

Min erfaring med oppgaven viser at det faktisk skjer en form for analysering i alle syv fasene. Allerede i planleggingen begynte jeg å tenke på hvilke funn og tolkninger som intervjuene ville generere. Dette påvirket muligens utvalget av intervjupersonene. I ettertid tror jeg et slikt fenomen kan være både en styrke og svakhet med et kvalitativt intervju. Styrken er at intervjuet kan bli mer målrettet, mens en svakhet kan være at jeg blir forhåndsinnatt og opptatt av min egen forståelse av det temaet jeg skal hente inn kunnskaper om.

Samtidig med de faglige analysene relatert til selve oppgavens problemstilling, analyserte og noterte jeg ned erfaringer med forskningsintervju som redskap. Erfaringene er integrert i den øvrige teksten i kapittel 5.3. Mine erfaringer tilsier at intervju som redskap bør benyttes i flere arbeidssituasjoner enn forskning, eksempelvis i enkeltprosjekter for å kartlegge forhold som kan bidra til økt måloppnåelse. Det var for meg overraskende mye konstruktiv informasjon og meningsutveksling om kom frem under intervjuene, noe som var nyttig for begge parter.

#### **Fase 6. Verifisering**

Jeg valgte bevisst å stille omtrent de samme spørsmålene til intervjupersonene innenfor henholdsvis tema 1 og 2. Ved valg av intervjupersoner forsøkte jeg å velge personer som har hatt eller fremdeles har ulike roller knyttet til ERTMS og piloten Østre linje. Jeg valgte bevisst å gjøre ferdig intervjuene med det strategiske nivået (tema 1) før jeg startet opp med tema 2. Dette for å danne meg et overordnet bilde av de strategiske forventningene før jeg gikk ned i den mer



detaljerte livsverden på prosjektnivå. Jeg har ikke funnet forhold som fremstår som sprikende i oppfatninger og opplevelser mellom tema 1 og 2. Påliteligheten hadde blitt styrket dersom jeg hadde gått gjennom funnene med hver av intervjupersonene, eventuelt at de hadde fått anledning til å leste gjennom oppgaven og komme med eventuelle merknader. Men dette ligger utenfor oppgavens rammer. Videre hadde påliteligheten økt med et større antall intervjupersoner (jf. metodekritikk nedenfor).

Intervjuutilfang og mine tolkninger av dette ble i stor grad verifisert gjennom et seminar med tittelen «ERTMS-pilot Østre linje – erfaringer og læring til videre utbygging» den 14.09.2016. Seminaret ble arrangert av Forum for Nordisk Jernbanesamarbeid (NJS), og flere av de intervjupersonene som jeg hadde intervjuet deltok med innlegg. Videre har jeg sammenlignet og verifisert resultatene fra intervjuene med den nyeste prosjektevalueringsrapporten fra pilotprosjektet (Jernbaneverket, 2016, c).

Det kan tenkes at et casestudie av ERTMS-piloten på et tidligere tidspunkt hadde gitt andre funn og vinklinger. Dette begrunner jeg med at piloten, da jeg gjorde mine undersøkelser, på sett og vis hadde løst de oppståtte problemene eller var trygge på at de kunne løses i det videre arbeidet frem mot nasjonal implementering.

Alle intervjupersonene var samstemte om at det var korrekt å gjennomføre piloten. Dersom jeg hadde foretatt intervjuene mens det «stormet» som verst er det sannsynlig at flere av intervjupersonene kunne ha hatt en annen oppfatning. Jeg tror at tidspunktet for å gjøre mine intervjuer var korrekt fordi pilotprosjektet har kommet såpass langt at resultatene og verdien av disse for det videre arbeidet er synlige og dokumenterte. Dette øker påliteligheten av funnene.

Selv om det skulle vise seg at enkelte detaljer i oppgaven ikke er helt korrekte, og at det er gjort visse feiltolkninger av intervjuene, er jeg likevel av den oppfatning at oppgavens konklusjoner er pålitelige og robuste.

Om funnene fra ERTMS-piloten på Østre linje ville ha samsvart med funn fra andre piloter kan det ikke sies noe sikkert om. Det er grunn til å tro at noen av funnene ville ha vært felles, mens andre funn ville være forskjellige. Selv om piloter generelt bør ha omtrent de samme overordnede målene vil det alltid være forskjeller mellom dem. Eksempelvis kan det være vidt forskjellige tekniske fagområder som skal testes, ulik teknologisk modenhet, forskjellige leverandører, ulike kunder og kundebehov og forskjeller i hvordan prosjektgruppen og andre interessenter jobber sammen. Hvor tidlig i pilotprosessen det gjøres empiriske studier vil også ha betydning for resultatene (se ovenfor).

### **Fase 7. Rapportering**

Resultatene eller funnene er presentert i kapittel 7. Funnene er strukturert innenfor tre kategorier. Foruten å nedtegne min egen oppfatning av funne i en mest mulig objektiv kontekst, har jeg tatt med sitater for å vise leserne hva intervjupersonene har sagt. Dermed blir funnene mer motiverende å lese, og dokumentasjonen fremstår som mer pålitelig og etterprøvable.

## **5.4 Styrke og svakheter (metodekritikk)**

### **Styrke**

Metoden legger opp til en betydelig forberedelse før selve intervjuene finner sted. Dette gjorde at jeg fikk god tid til å tenke gjennom problemstillinger, temaer, konkrete spørsmål, og aktuelle intervjupersoner. Dette gjorde at jeg var godt forberedt både faglig og mentalt.

Etter hvert som intervjuene skred frem var det interessant å observere hvor åpne intervjupersonene ble. Ved enkelte tilfeller var det nesten brutalt å gå over på nytt spørsmål. Opptak av intervjuet var ikke til hinder for den gode samtalen.

Intervjupersonene svarte i stor grad ut fra eget ansvarsområde. Men med alle intervjuene til sammen ble det et tilstrekkelig underlag til å trekke konklusjoner basert på en større helhet.

Jeg oppdaget raskt under intervjuene at forhold og resultater som jeg tidligere hadde tatt for gitt faktisk hadde flere interessante perspektiver og nyanser. Studier av metodikken i den forberedende fasen gjorde at jeg etter klarte å koble meg av tidligere antakelser om ERTMS og pilotprosjektet.

Jeg var i utgangspunktet noe engstelig for at min lange bakgrunn i JBV, og det faktum at jeg i hovedsak intervjuet kolleger som jeg kjente godt fra tidligere anledninger, kunne påvirke resultatene i en subjektiv retning. En viss subjektivitet er nok ikke til å unngå i en slik kontekst, men samtidig tror jeg at oppgaven ikke hadde vært mulig å gjennomføre uten erfaring fra jernbanesektoren og et godt personlig kontaktnett innad i JBV/Bane NOR. Det er kanskje ut fra en slik kontekst at NTNU har kalt studiet for en erfaringsbasert master.

### **Svakheter**

Funn og konklusjoner er ikke gjennomgått med de som ble intervjuet. Dette ville blitt for omfattende for oppgaven.

Det er en svakhet at leverandøren ikke er intervjuet. Jf. redegjørelse for dette ovenfor. Gjennom casestudiet har det kommet klart frem at leverandør og underleverandører har hatt en svært sentral rolle i gjennomføringen, og deres synspunkter ville tilført oppgaven verdifull kunnskap.

Dersom jeg hadde intervjuet flere personer kunne det ha gitt flere synspunkter og nyanser. Det kom frem i intervjuene at intervjupersoner kan oppleve ting forskjellig. Det hadde i så fall vært aktuelt å intervjuere personer fra Samferdselsdepartementet og Statens jernbanetilsyn, og flere personer fra pilotprosjektet. Intervjuer med personer fra svensk- og dansk jernbane ville også ha beriket oppgaven. Men innenfor oppgavens rammer var det ikke rom for et slikt omfattende opplegg. Det er vanskelig å bedømme hvordan flere intervjuer kunne ha påvirket funn og konklusjoner. Personlig er jeg av den oppfatning at det neppe hadde tilført særlig ny viten, men at det hadde bidratt til å øke funnernes og konklusjonenes robusthet.

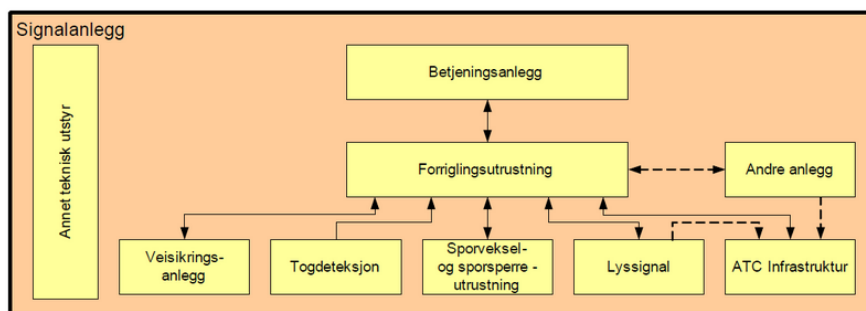
## 6 Valg av ERTMS og pilot

Innledningsvis i dette kapitlet gis en kortfattet beskrivelse av dagens signalanlegg. Deretter forklares hvordan og hvorfor ideen om ETCS/ERTMS antas å ha oppstått. Videre har jeg tatt for meg strategeringen i tidligfasen for å belyse strategisk omfang, utfordringer og dilemmaer relatert til valget av ERTMS og pilot. Disse temaene gir i tillegg til diskusjonene av relevant litteratur i kapittel 3 og 4 en god innføring i bakgrunn og rammer for spørsmålene (temaene) i intervjuguiden, funn, drøftelser og konklusjoner.

### 6.1 JBV's signalanlegg – status dagens anlegg

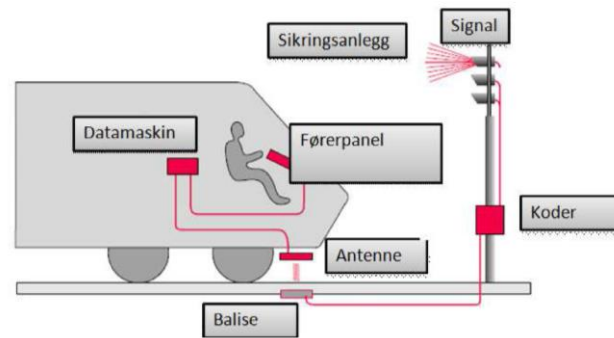
Signalanleggenes hensikt er å sikre en trygg togframføring med høy punktlighet og god utnyttelse av banekapasiteten (antall tog pr. tidsenhet). Et signalanlegg består av følgende delsystemer:

- Sikringsanlegg (forriglingsutrustning)
- Lyssignaler (hovedinnkjørsignaler, forsignaler, dvergsignaler etc.)
- Togdeteksjon (sporfelt, akseltellere)
- Baliser (detektering)
- Utvendig- og innvendig kabelanlegg (strøm og kommunikasjon)
- Sporveksel- og sporsperreutrustning (drivmaskiner etc.)
- Veisikringsanlegg (sikringsanlegg for planoverganger)
- Automatisk togkontroll (ATC). Omfatter anlegg langs sporene og ATC-ombordutrustning i togene. Det skilles mellom DATC (delvis utrustet ATC-strekning) og FATC (fullt utrustet ATC-strekning)
- Betjeningsanlegg (sentral fjernstyring, lokalt stillerapparat på stasjoner)
- Andre anlegg (rasvarsling, tunnelporter, nødfrakobling etc.)
- Annet teknisk utstyr (romfasiliteter med plass til utstyr, ventilasjon, reservekraft etc.)



**Figur 6.1** Elementer i dagens signalanlegg (Bane NOR, 2017 b).

En prinsippsskisse for eksisterende signalanlegg er vist i figur 6.2 (Jernbaneverket, 2011 b, s. 11). Signalering til tog foregår via optiske signaler plassert langs sporet. Hastighetsinformasjon til togene (ATC) mottas fra sporet via baliser som styres av de optiske signalene. Lokomotivførerne forholder seg til de optiske signaler ved fremføring av tog. ATC griper inn ved utilsiktet passering av stoppsignal. På enkelte strekninger overvåkes også maksimalt tillatt kjørehastighet (FATC). Andre anlegg, som for eksempel veisikringsanlegg, arbeider i hovedsak som selvstendige anlegg, uten kobling til sikringsanleggene.



**Figur 6.2** Prinsippskisse eksisterende signalanlegg.

Fjernstyringen (Centralised Traffic Control - CTC) av signalanleggene håndteres av togledere som er fysisk plassert ved fjernstyringssentralene i Oslo, Drammen, Hamar, Bergen, Trondheim og Narvik. Det benyttes fem ulike systemer for fjernstyringen. Sambandet mellom lokomotivførerne og toglederne skjer via et eget jernbaneutviklet mobilnett, Global system for mobile communication - rail (GSM-R).

Hoveddelen av eksisterende sikringsanlegg er bygget med reléteknikk fra 1950- og 1960-årene. I følge JBV's forslag til ny signalstrategi (Jernbaneverket, 2005 d) kan anleggsmassen karakteriseres som følger:

- Høy gjennomsnittsalder
- Aldrende tekniske løsninger
- Komponenter er vanskelig å fremskaffe, produksjonene av vitale komponenter (ATC-parallellkodekort) fases ut
- ATC-systemet tilfredsstillende ikke samtrafikkforskriften
- Høy feilfrekvens, hvorav en stor feilandel oppstår i utvendige anlegg
- Teknisk kompetanse er vanskelig tilgjengelig. Teknologien kan ikke læres ved en utdanningsinstitusjon utenfor JBV.
- Drift og vedlikehold kan ikke konkurransenutsettes
- Større endringer i anleggene medfører negative trafikale konsekvenser (sikkerhet og tilgjengelighet)
- Økende kostnader for drift og vedlikehold

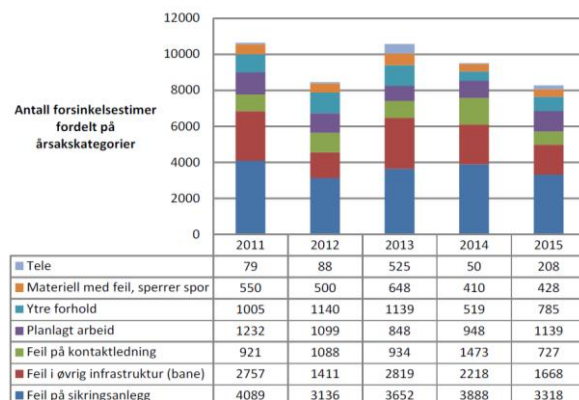
Når det gjelder alder og tekniske løsninger, finnes det unntak i forhold til dette. Dette gjelder for eksempel sikringsanlegg av følgende typer:

- Simis-C (basert på teknologi fra 1980-tallet)
- Ebilock 950
- NSB 94

Utstrekningen (omfanget) av JBV's signalanlegg pr. 2015 er vist i vedlegg 2. Utbygging av sikringsanlegg og fjernstyring ble i hovedsak foretatt strekningsvis på det norske jernbanenettet. Dermed ble det oppnådd gode effekter av fjernstyringen, bemanning kunne reduseres, og det ble etablert enhetlige driftsformer over lengre strekninger. Eksisterende sikringsanlegg antas å ha en levetid fra 30 til 50 år avhengig av type. Relésikringsanlegg som utgjør hovedtyngden av Bane NORs sikringsanlegg har en forventet teknisk levetid på 40 år. Erfaring fra andre systemer viser at databaserte anlegg vil ha kortere forventet teknisk levetid, og det antas grovt en levetid på om lag

30 år for databaserte sikringsanlegg. I 2015 var ca. 65 prosent av anleggsmassen over 40 år, som er forutsatt teknisk levetid for signalanleggene.

Signalfeil utgjør en stor andel av årsakene til forsinkelser i togtrafikken. Dette er illustrert i figur 6.3 (Jernbaneverket, 2016 b).



**Figur 6.3** Forsinkelsestimer pr. årsakskategori.

På bakgrunn av en situasjon med en aldrende anleggsmasse innenfor signal, og mange tekniske feil, står Bane NOR overfor et omfattende behov for fornyelser av ATC og sikringsanleggene. Tidsmessig faller dette (heldigvis) godt sammen med utviklingen av ETCS/ERTMS.

## 6.2 Ideen til ETCS/ERTMS

I følge Lochman (2009, kap. 2) finner vi visjoner om en felles europeisk transportpolitikk så langt tilbake som til Romatraktaten i 1957. På 1960-tallet startet partene arbeidet med å utarbeide planer for teknisk harmonisering. Men på grunn av ulike ideologier og interesser ble det, med få unntak, ikke oppnådd konsensus i dette samarbeidet. Dette la sitt preg på det internasjonale jernbanesamarbeidet helt frem til 1980-årene. Manglende harmonisering førte til at landene utviklet og tok i bruk nasjonale tekniske løsninger i infrastrukturen. Eksempelvis nevnes noen eksempler:

- *Strømforsyning*: Noen land valgte likestrøm mens andre valgte vekselstrøm. For de landene som valgte vekselstrøm ble det valgt ulike nominelle spenninger i kontaktledningsanleggene (ofte 16 kV eller 50 kV). Eksempelvis valgte Norge og Sveige 16 kV 16 2/3 Hz, mens dansk jernbane valgte 50 kV 50 Hz. Det tok mange år før det ble utviklet tostrømslokomotiver som kunne kjøre over landegrensen mellom Sverige og Danmark.
- *Signalanlegg*: Flere av landene i Europa valgte ulike tekniske løsninger og systemer, eksempelvis innenfor sikringsanlegg og ATC. Det ble etablert ulike regler for signalering og togfremføring, og det er etablert en lang og tradisjonsbunden praksis med at kommunikasjonen mellom togleder og lokomotivfører foregår på landenes nasjonale språk. Dette i motsetning til flytrafikken der det benyttes engelsk. Resultatet ble at forvaltningene etablerte tekniske og operasjonelle hindringer for samtrafikk mellom landene, og det måtte byttes lokomotiver og lokomotivførere ved grensestasjonene.

Som et eksempel på ulik signalering som fremdeles er gyldig kan nevnes at to grønne faste lys i innkjørhovedsignal (se figur 17) i Norge betyr at toget kan kjøre inn på

stasjonen med største tillatte hastighet. Tilsvarende signalbilde i Sverige betyr at toget kan kjøre inn på stasjonen med redusert hastighet (Hotchkiss, 1995).



**Figur 6.4** Norsk signal nr. 22 «Kjør». I Sverige betyr et slikt signal «Kjør med redusert hastighet».

- *Sporteknikk:* Det er ikke samme sporvidde i alle land i Europa. Den vanligste sporvidden er 1.435 mm (som den norske) mens eksempelvis Finland har valgt 1.524 mm. Det må i slike tilfeller utvikles spesielløsninger for tog som skal krysse landegrensene. Eventuelt at trafikken baseres på bytte av lokomotiver og vogner.

Vi ser overfor at jernbaneforvaltningene historisk sett valgte ulike tekniske løsninger og at det derfor ikke ble en standardisert og harmonisert internasjonal utviklingen av jernbanen. Dette i sterk motsetning til annen samferdsel som internasjonal luft- og skipsfart. Jeg har ikke klart å finne godt dokumenterte årsaker til dette, men ut fra egne erfaringer og samtaler vil jeg spesielt trekke frem følgende forhold som synes å ha hatt stor betydning:

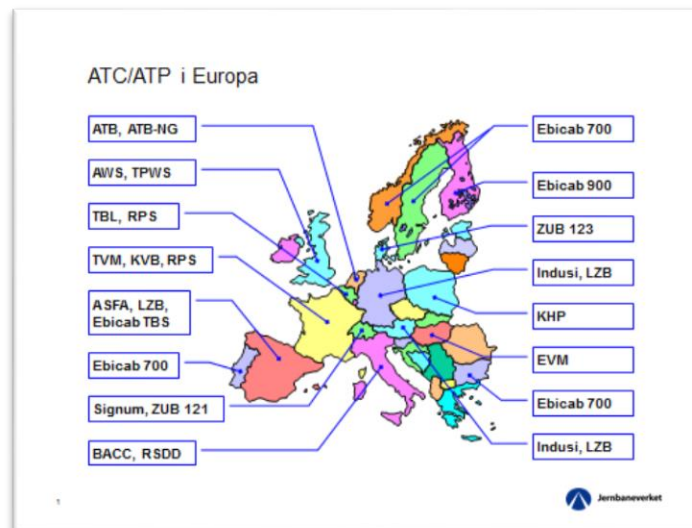
- *Forsvarshensyn:* For noen nasjoner var det en trygghet at andre nasjoner ikke kunne kjøre inn i landet med tog lastet med tropper og forsvarsmateriell
- *Beskyttelse av nasjonal industri:* I flere land var det et politisk ønske om at jernbanesektoren bidro med å sikre sysselsettingen ved å støtte opp om nasjonal industri og leverandørmarked
- *Nasjonale driftsforhold:* Behov for særskilte løsninger tilpasset spesielle nasjonale driftsforhold. Eksempelvis var det for NSB/JBV viktig å finne løsninger som tålte norske vinterforhold
- *Monopolsituasjon:* Frem mot 1990-tallet var jernbanesektoren preget av monopolsituasjoner. Konkurransen fra andre transportmidler var forholdsvis beskjeden

På 1980-tallet ble det innenfor EU en betydelig økt politisk vilje til å satse på jernbanen, og det ble etter hvert utarbeidet strategier og lovverk gjennom såkalte jernbanepakker. Det var flere grunner til dette. Blant annet hadde flytrafikken flere steder nådd sin maksimale kapasitet (fullt luftrom), jernbanene beviste sin berettigelse ved at flere nye banestrekninger utkonkurrerte flyet og toget var et miljøvennlig transportalternativ. Men ulik infrastruktur og forskjellige operasjonelle regelverk ble et stort hinder for å kunne utvikle jernbanenes konkurransekraft i samsvar med markedets behov.

I følge Lochman (2009, kap. 2) ble det derfor satt i gang et unikt og omfattende harmoniseringsarbeid i regi av EU. Et av tiltakene var å utarbeide tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet (Technical Specification for Interoperability - TSI) innenfor de fleste av de tekniske fagområdene, herunder signalanlegg der den tekniske standarden ble gitt navnet ETCS/ERTMS.

EU-kommisjonen tok plass i førersetet, og styrte de ulike harmoniseringsprosjektene med stor autoritet. At dette var lønnsomt for næringsliv og samfunnet for øvrig ble dokumentert i omfattende samfunnsøkonomiske analyser.

Figur 6.5 gir en grov oversikt over hvilke typer ATC-utrustninger som var i bruk i Europa mot slutten av 1980-tallet (kilde: Bilde fra Geir Hansen, Jernbaneverket). De fleste av disse systemene umuliggjorde grenseoverskridende togtrafikk.



**Figur 6.5** Ulike typer ATC i bruk i Europa mot slutten av 1980-tallet.

Jeg har ikke klart å finne frem til én bestemt person eller gruppe som kan tilegnes æren for å ha hatt den første ideen til ETCS/ERTMS. Opphavet til ideen om felles europeiske signaltekniske løsninger synes å ha sine røtter fra drøftelser og meningsutvekslinger i både formelle og uformelle signalfaglige arenaer, kanskje spesielt på første halvdel av 1980-tallet. Selve realiseringen av en slik idé ble først mulig etter at EU tok et formelt ansvar for å utarbeide og lovfeste tekniske spesifikasjoner for ETCS/ERTMS. Med ERTMS-teknologien ville det bli mulig å kjøre togene over landegrensene uten tekniske problemer, og togselskapene kunne bruke sitt materiell i flere land. En mer detaljert presentasjon av ETCS/ERTMS er gitt i vedlegg 3.

### 6.3 JBV's strategering i tidligfasen

Strategeringen i tidligfasen (utredningsnivå) har i hovedsak omfattet JBV's deltakelse i internasjonale arbeidsgrupper, utarbeidelse av ny signalstrategi (herunder valg av pilotstrekning), to konseptvalgutredninger (KVU), utarbeidelse av interne rapporter, samt en rekke avklaringer med Statens jernbanetilsyn, Samferdselsdepartementet, togselskaper og andre interessenter. I oppgaven definerer jeg tidligfasen som til og med utarbeidelsene av KVU-rapporten for ekstern kvalitetssikring (KS1) av gjennomføringen av teknologiskiftet. Utarbeidelse av neste plannivå, hovedplaner for piloten på Østre linje og for nasjonal implementering, er begge strategiske planer, men betraktes i JBV's styringssystem (og i oppgaven) ikke som tidligfase.

Som leserne vil observere i det etterfølgende har strategeringen i tidligfasen bestått av dels parallelle aktiviteter. Følgelig har det vært en utfordring å presentere dette arbeidet i en kronologisk rekkefølge. For at kapitlet ikke skal bli for omfattende har jeg i det etterfølgende forsøkt å trekke ut det som anses som mest relevant for å belyse oppgaven.



### 6.3.1 Oppdraget fra Statens jernbanetilsyn

8. mars 2004 mottok JBV et brev fra Statens jernbanetilsyn om at EU hadde vedtatt at det skulle innføres en felles teknisk standard for hastighetsovervåkning og signalering (Statens jernbanetilsyn, 2014). Den nye standarden fikk navnet European Train Control System (ETCS).

Medlemslandene (inkludert Norge gjennom EØS-avtalen) var juridisk forpliktet til å følge opp EU-vedtaket, og brevet fra Statens jernbanetilsyn (overfor) inneholdt et oppdrag til JBV om å utarbeide en implementeringsplan for innføring av det nye systemet. Da hastighetsovervåkning er et delsystem som sammen med andre delsystemer utgjør et komplett signalanlegg, var det åpenbart at det var teknisk umulig kun å utarbeide en implementeringsplan for hastighetsovervåkning. ETCS og spesielt ETCS nivå 2 (ERTMS) ville ikke kunne tilpasses og integreres i JBV's eksisterende sikringsanlegg og heller ikke i flere av de andre delsystemene. Det var følgelig nødvendig å utarbeide en ny signalstrategi. Gjeldende signalstrategi var fra 1997, og omhandlet ikke ETCS. Følgelig stod JBV overfor en langt større utfordring enn kun å innføre et nytt avgrenset delsystem i en eksisterende anleggsmasse.

ETCS-begrepet inkluderer to ulike systemer eller nivåer å velge mellom. ETCS nivå 1 samsvarer i hovedsak med dagens ATC. ETCS nivå 2 (også kalt ERTMS) derimot er et nytt digitalt databasert system der de optiske signalene langs sporet erstattes med kjøreordrer på lokomotivets førerpanel. Selve forriglingsfunksjonene ivaretas av et Radio Block Center (RBC) og et sikringsanlegg. Kommunikasjonen mellom signalanlegget og togene håndteres via GSM-R. Med ETCS nivå 2 får lokomotivføreren opp et slags "elektronisk bilde" av strekningen foran seg i førerpanelet.

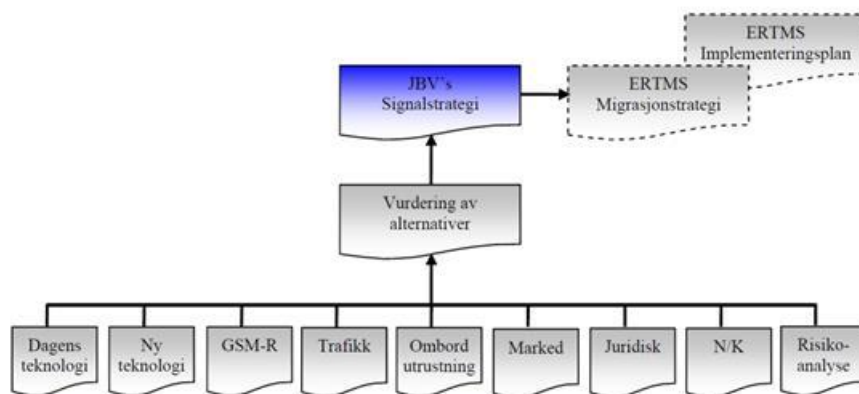
Frem til mars 2004 hadde JBV's strategering i hovedsak omfattet deltakelse (sammen med Samferdselsdepartementet og Statens jernbanetilsyn) i arbeidsgrupper i regi av EU. Ut fra egne erfaringer og inntrykk fra intervjuene er det tegn som tyder på ledelsen i Samferdselsdepartementet og JBV i dette innledende strategiarbeidet ikke helt forstod de juridiske- og økonomiske forpliktelsene som var knyttet til EUs vedtak om innføring av ETCS. Statens jernbanetilsyn derimot, inntok raskt en pådriverrolle i arbeidet med å få frem en norsk implementeringsplan for ETCS.

Kort tid etter at JBV hadde mottatt oppdragsbrevet (ovenfor) ble det i samråd med Statens jernbanetilsyn etablert et forprosjekt for å forberede arbeidet med ny signalstrategi. Hensikten var å skissere, avgrense og begrunne det tekniske innhold og omfang i det arbeidet som JBV stod overfor som følge av EUs vedtak om ETCS. Forprosjektet ble ferdigstilt i juli 2004 (Jernbaneverket, 2004 a) og oversendt Statens jernbanetilsyn som et innledende svar på oppdragsbrevet (Jernbaneverket, 2004 b). Løpet var i gang. Med en slik dokumentasjon ble det enklere for organisasjonen og for togselskapene å forstå hva dette egentlig dreide seg om. I realiteten stod JBV overfor valget mellom ETCS nivå 1 (standard for hastighetsovervåkning) og ERTMS (standard for både hastighetsovervåkning og signalering).

### 6.3.2 Ny signalstrategi

Etter at forprosjektet var ferdig ble det etablert et prosjekt for å utarbeide JBV's nye signalstrategi. Prosjektet la frem sitt forslag til ny strategi for intern høring i juni 2005 (Jernbaneverket, 2005 a). Det var en omfattende strategi. Dokumentstrukturen (tematiseringen) er gjengitt i figur 6.6.





**Figur 6.6** Signalstrategiens dokumentstruktur.

### Dagens teknologi

Strategeringen tok utgangspunkt i en teknisk vurdering av nåsituasjonen for signalanleggenes delsystemer og komponenter (type teknologi, grensesnitt, levetidsbetraktninger etc.). Det ble blant annet konkludert med at hoveddelen av anleggsmassen var bygget med reléteknikk og tekniske løsninger fra 1950- og 1960-årene, høy feilfrekvens, og at enkelte reservedeler var vanskelige å fremskaffe. Leverandøren av ATC-anlegget hadde meddelt at enkelte komponenter ikke lenger ville bli produsert, og at JBV måtte foreta en restbestilling.

### Ny teknologi

Omhandlet vurderinger av muligheter og analyser knyttet til nye signalanlegg basert på ETCS-teknologien. Av muligheter som ble trukket frem nevnes standardisering, økt utnyttelse av eksisterende GSM-R, økt sikkerhet og reduserte kostnader. Av mulige trusler forbundet med ny teknologi ble blant annet kompliserte grensesnitt mot eksisterende infrastruktur (drivmaskiner etc.) nevnt.

### GSM-R

Analysen av konsept, kapasitet, dekning, datasikkerhet etc.

### Trafikk

En beskrivelse av trafikkstyring basert på ETCS, operasjonelle konsekvenser og trafikkregler.

### Ombordutrustning

Vurderinger av konsekvenser for ombordutrustning i rullende materiell. Omfattet montering, Driver Machine Interface (DMI) etc.

### Marked

Omfattet vurderinger av mulige markedsmessige konsekvenser for togselskaper ved overgang til ETCS/ERTMS. Av muligheter som ble nevnt nevnes at togselskapene slipper å bytte lokomotiver og lokomotivførere ved grensepasseringer, økt gjennomsnittshastighet og standardisering. Av mulige trusler nevnes implementeringsrekkefølge og finansiering.

### Juridisk

Oversikt over juridiske forhold (samtrafikkforskrift etc.) som JBV måtte forholde seg til.

### N/K (nytte/kost)

Det ble gjennomført samfunnsøkonomiske analyser av flere alternativer. Det ble innhentet budsjettpriser fra aktuelle ETCS-leverandører.

## Risikoanalyse

Det ble foretatt en risikovurdering for å belyse de viktigste risikoforholdene.

## Vurdering av alternativer

Vurderinger og anbefaling om valg. Kriteriene ble forankret i JBV's hovedmål og fokusområder:

- Sikkerhet, punktlighet og informasjon
- Produktivitet og prosesskvalitet
- Konkurranseskraft og samfunnsnytte

## Migrasjonsstrategi

Det ble anbefalt en rullende materiell strategi som innebærer at alt rullende materiell som skulle benyttes på en ERTMS-strekning måtte utrustes med ERTMS-ombordutrustning. I tillegg måtte rullende materiell utrustes med en STM slik at disse fortsatt kunne trafikere strekninger med ATC. Videre ble det konstatert at ERTMS måtte implementeres strekningsvis.

## Implementeringsplan

Planen skisserte tre alternative implementeringsplaner. Strategien anbefalte en utskiftning av sikringsanleggene samtidig med overgangen til ERTMS.

### 6.3.3 Signalstrategiens anbefaling

JBV's signalstrategi (Jernbaneverket, 2015 a) med valg av ERTMS som fremtidens signalsystem fikk en blandet mottakelse. Forslaget og dens dilemmaer dannet et godt grunnlag for heftige og strategiske drøftelser og avklaringer innad i JBV og overfor togselskapene, Samferdselsdepartementet og Statens jernbanetilsyn. Av typisk argumentasjon for og mot ERTMS nevnes følgende:

For ERTMS:

- Forbedring av oppetid
- De gamle anleggene må snart erstattes med nye
- Lovpålagt. Må følges
- Kostnadseffektivitet gjennom økt standardisering

Mot ERTMS:

- For store kostnader
- Systemet passer ikke inn hos oss
- Systemet er ikke utviklet godt nok
- Store usikkerheter og høy risiko
- Ingen synlige kortsiktige gevinster
- Mindre togselskaper går konkurs dersom de selv må bekoste ombordutrustningen

Signalstrategien anbefalt å etablere en erfaringsstrekning (pilot). Dette ble begrunnet med at en slik pilot over en lengre strekning vil være av stor betydning for å tilegne seg kunnskap om teknologi, trafikkstyring, togfremføring, regelverk, godkjenninger og opplæring av personell. Piloten ville gi muligheter for å prøve ut de nye konseptene, slik at en tidlig kunne foreta nødvendige korreksjoner før en videre utrulling av systemet.

I august 2005 gav JBV's toppledelse sin tilslutning til at ny signalstrategi skulle baseres på ERTMS som fremtidens teknologiske plattform (Jernbaneverket, 2005 b). Videre ble det bestemt

at en skisse til foreløpig implementeringsplan skulle oversendes Statens jernbanetilsyn, og dette ble gjort innenfor tidsfristen (Jernbaneverket, 2005 c). Dette ble gjort. Implementeringsplanen presenterte en strekningsvis rekkefølge og tidspunkter for installering, og Østfoldbanens Østre linje ble foreslått som erfaringsstrekning (pilotstrekning). Totale kostnader for implementeringen var estimert til å være på 7 milliarder kr. (i 2005 kr), ekskl. ombordutrustning.

Deretter ble strategien bearbeidet til en kortere og mer leservennlig utgave, og sendt på høring til togselskaper og fagforeninger (Jernbaneverket, 2005 e). Følgende begrunnelse ble brukt for å forklare JBV's ønske om en pilot: *«Pilotstrekningen vil gi togselskapene, Statens jernbanetilsyn og Jernbaneverket viktig læring og erfaring for den videre planlegging og storskala implementering. Det være seg erfaringer med teknisk utforming, rullende materiell, regelverk og prosedyrer for fremføring på strekning med både ERTMS og konvensjonelle anlegg, samt samarbeidsrelasjoner aktørene i mellom».*

Det fremkom ingen nye momenter i høringen som skulle tilsi at signalstrategiens valg av ERTMS burde endres. Forslaget om å etablere en pilotstrekning ble godt mottatt, og JBV fikk bekreftet at valget av Østre linje som pilotstrekning var fornuftig. CargoNet fremhevet spesielt at det vil være *«et sterkt ønske fra trafikkutøverne at det gjøres en grundig utredning av hvorledes avvikssituasjoner skal håndteres»* (CargoNet, 2005). NSB fremhevet at *«Vår erfaring, bl.a. fra innføring av GSMR, er at leverandørindustrien ikke er så velutviklet som den selv gir inntrykk for. Norge må for enhver pris unngå å komme i en situasjon hvor man uforvarende havner teknologisk i forkant i forhold til resten av Europa»* (NSB, 2005). Det var viktig for det videre arbeidet at Norsk lokomotivmannsforbund støttet opp om strategien og ønsket økt standardisering av signalanlegg velkommen. (Norsk Lokomotivmannsforbund, 2005).

Det gjenstod en del viktige avklaringer som kunne påvirke implementeringsplanen, og gjennom høringen fikk JBV gode innspill til utvalgsriterier. I oktober 2006 ble en bearbeidet implementeringsplan fremlagt for JBV's øverste ledelse for beslutning (Jernbaneverket, 2006 a). Merknader fra høringen av signalstrategien og ytterligere avklaringer med togselskaper og andre interessenter var innarbeidet i planen. Videre hadde JBV innhentet ytterligere dokumentasjon om levetidsvurderinger for ATC. Bearbeidet implementeringsplan bestod av to alternativer, implementering over henholdsvis 15 og 25 år. Den strekningsvis rekkefølgen var omtrent den samme for begge alternativene. Kostnadsestimatet for den totale implementeringen av ERTMS var oppjustert til 10,5 milliarder kr ± 30 prosent.

Ledelsen gav sin tilslutning til planens anbefaling om valg av Østre linje som pilotstrekning med idriftsettelse i 2012 og med prøvedrift/testing frem til 2015. Det ble startet et arbeid med å etablere prosjektet. Videre gav ledelsen sin tilslutning om en implementeringsperiode på 25 år, og at planen kunne sende på ekstern høring. Det ble i høringen spesielt spurt om kommentarer til et valg av Østre linje som erfaringsstrekning. JBV gav i planen følgende begrunnelse for anbefalingen av Østre linje (Jernbaneverket, 2006 b):

- Det var lav trafikk på banestrekningen
- Strekningen var elektrifisert, og JBV ville få anledning til å prøve utstyret med hensyn på EMC (elektromagnetisk kompatibilitet), returstrøm og jording etc.
- Med ERTMS vil Østfoldbanens Østre linje bli fjernstyrt
- Strekningen hadde omkjøringsmuligheter
- Strekningen var tilknyttet en viktig grensebane som er en naturlig del av den europeiske ERTMS-korridoren
- Utbygging på strekningen kunne koordineres med utbygging av ERTMS på resten av Østfoldbanen, herunder nytt dobbeltspor Oslo-Ski

- Det burde være mulig å begrense behovet for installering av ETCS-ombordutrustning i rullende materiell, og dermed minimalisere togselskapenes kostnader i tidligfasen

Det fremkom ingen innvendinger som skulle tilsi et annet valg av en pilotstrekning. Det kan nevnes at NSB i sitt hørings svar (NSB, 2007) anbefalte at «*man ikke låser seg til årstall, men arbeider videre med å finne avhengigheter og tidskritiske aktiviteter*».

Etter at merknadene og andre avklaringer var innarbeidet ble den revidert implementeringsplanen (versjon 2) oversendt fra JBV til Statens jernbanetilsyn i mai 2007 (Jernbaneverket, 2007). Det var nå besluttet å gjennomføre en pilot på Østre linje.

I strategeringsarbeidet hadde JBV et tett og nært samarbeid med svensk jernbane. I mars 2007 ble det besluttet å inngå en samarbeidsavtale med Banverket om nødvendig tilpasning av ETCS-ombordsystem (EOS) til rullende materiell. Hensikten var å utvikle en prototyp og senere inngå en rammeavtale som også togselskapene kunne benytte. Det ble etter hvert inngått en utviklingsavtale med en leverandør. JBV hadde tidligere påbegynt et arbeid med å utvikle en STM i samarbeid med en annen leverandør. Et slikt samarbeid med to konkurrerende leverandører, der enhetene teknisk skulle kommunisere med hverandre, bøy etterhvert på store utfordringer. For å involvere togselskapene i utviklingen ombordsystemer tok JBV initiativet til å danne et brukerråd.

#### 6.3.4 JBV's overordnede teknologiske strategi

Parallelt med utarbeidelsen av signalstrategien ble det iverksatt et arbeid med å utarbeide en overordnet teknologisk strategi for JBV (Jernbaneverket, 2012). Dette arbeidet inkluderte faglige delstrategier for banestrømforsyning, kontaktledning, informasjons- og kommunikasjonsteknologi relatert til kjøreveien, og fremtidens aksellast. Hensikten var å koordinere fagområdene seg i mellom. Dette arbeidet bidro til at signalstrategien på en bedre måte enn tidligere kunne ivareta grensesnittene mot andre delsystemer i infrastrukturen.

#### 6.3.5 Ekstern kvalitetssikring (KS1) av teknologivalg

I august 2007 fikk JBV beskjed fra Samferdselsdepartementet om at det skulle gjennomføres en KS1 av valget av ny teknologi for signalanleggene som underlag for Nasjonal Transportplan 2010-2019 (Samferdselsdepartementet, 2007). For JBV innebar dette at det måtte utarbeides en konseptvalgutredning (KVU) som underlag til en slik KS1. Det ble arrangert et verksted i mai 2008 med deltakere fra blant annet togselskapene og leverandørene.

Hensikten med KVU'en var blant annet å utarbeide interessentanalyser, prosjektutløsende behov, samfunns mål og effektmål, krav (ytelse, sikkerhet, samtrafikkevne etc.), alternative konsepter og kostnader. Det ble benyttet underlag fra arbeidet med signalstrategien, resultater fra verkstedet og fra annet hold. Det ble utarbeidet følgende samfunns mål og effektmål (Jernbaneverket, 2009 b):

- *Samfunns mål:* Et signalsystem som bidrar til en mer effektiv, driftsstabil og sikker jernbane, med bedre samtrafikkevne med det europeiske jernbanenettet
- *Effektmål:* Signalsystemet skal føre til at sikkerheten bedres i forhold til dagens nivå, gi økt kapasitet og oppetid i jernbanenettet. Signalsystemet skal gi den mest kostnadseffektive løsningen for fornyelse og bidra til «sømløs» trafikkavvikling for grensekryssende trafikk.

Det var ERTMS - alternativet som kom best ut i konseptvalgutredningen for teknologivalg (Jernbaneverket, 2009 b). Kostnadsestimatet ble oppjustert til 17,9 milliarder kr. KVU-arbeidet ble avsluttet i mai 2009.

### 6.3.6 Revisjon av implementeringsplanen

Parallelt med utarbeidelsen av KVVU'en pågikk en videre utvikling av implementeringsplanen for fullt etter hvert som JBV økte sine kunnskaper om ERTMS. I juli 2008 oversendte JBV en ny versjon av implementeringsplanen (versjon 3) til Statens jernbanetilsyn (Jernbaneverket, 2008). Revisjonen omfattet en utsettelse av tidspunktet for å sette piloten i drift fra 2012 til 2014. Utsettelsen ble i hovedsak begrunnet med utfordringer i forbindelse med utviklingen av ombordutrustning til togene, uavklart funksjonalitet i infrastrukturen, ønske om å innhente mer erfaring fra Sverige, tidkrevende godkjenningssprosess og ressurstilgang. Det ble spesielt bemerket i brevet fra JBV at *«innføringen av ERTMS er krevende»*.

### 6.3.7 Hovedplan for piloten på Østre linje

Parallelt med utarbeidelsen av KVVU'en pågikk det et arbeid med å utarbeide en hovedplan for piloten på Østre linje (Jernbaneverket, 2009 c).

### 6.3.8 Ekstern kvalitetssikring (KS1) av overgang til ERTMS

I september 2010 fikk JBV et nytt oppdrag fra Samferdselsdepartementet, denne gangen med å utarbeide en konseptvalgutredning (KVVU) som grunnlag for KS1 for selve overgangen til ny teknologisk plattform for signalanlegg (Samferdselsdepartementet, 2010). Målet med prosessen ble etter hvert å utvikle en konseptstudie som beskrev og evaluerte en rekke utbyggingsmuligheter, samfunnsøkonomiske analyser, samt vurderinger av risiko og konsekvenser ved innføring av ERTMS/ETCS versus konvensjonelle signalsystemer.

En vesentlig oppgave i dette KVVU-arbeidet var å innhente behov fra JBV og togselskapene og omsette dette i alternative konsepter. Det ble gjennomført en spørreundersøkelse og arrangert to verksteder som en del av prosessen. Sammenlignet med den forrige KVVU'en (se kapittel 6.3.5) hadde KVVU for overgang til ERTMS et langt større fokus på endringer og konsekvenser (både tekniske og ikke-tekniske).

KVVU-arbeidet ble avsluttet i juni 2011. Det ble blant annet konkludert med følgende (Jernbaneverket, 2011 b): *«Da fornyelse av signalanlegg med ERTMS/ETCS gir størst samfunnsmessig nytte til lavest kostnad, anbefales dette som ny teknologiske plattform for signalanlegg»*.

### 6.3.9 KS1-prosessen skjebne

I et brev fra Samferdselsdepartementet til JBV datert 26.11.2012 blir det imidlertid meddelt at det ikke var behov for ekstern kvalitetssikring (KS1) av de utarbeide KVVU'ene (Samferdselsdepartementet, 2012). Samferdselsdepartementet mener at *«det eneste alternativet til å ta i bruk ERTMS, er gradvis å legge ned strekninger etter hvert som dagens signalsystem slutter å virke. Nedleggelse av jernbanen er ikke et aktuelt alternativ for regjeringen»*.

Bortsett fra at kravene fra Samferdselsdepartementet om KVVU/KS1 ikke passet inn i den logiske beslutningsrekkefølgen, ble det i disse prosessene innhentet mye nyttig informasjon, ideer og erfaring som underlag for det videre arbeidet. Videre var KVVU-arenaene en viktig møteplass for både formelle og uformelle samtaler og meningsutvekslinger om ERTMS, og det ble knyttet personlige kontakter som var verdifulle for strategeringen. Overfor nevnte brev fra Samferdselsdepartementet oppsummerer dette slik: *«Disse utredningene har gitt et verdifullt kunnskapsgrunnlag for å vurdere jernbanens fremtidige signalsystem»*.

### 6.3.10 ERTMS i Nasjonal Transportplan

I overordnede offisielle strategidokumenter nevnes ERTMS for første gang i Nasjonal Transportplan for 2010-2023 (Samferdselsdepartementet, 2009, s. 176). Der kan vi lese at «*Jernbaneverkets eksisterende signalanlegg er modent for utskifting av tekniske og økonomiske årsaker. En utskifting er viktig for å bedre punktlighet og regularitet i togdriften. Norge har gjennom EØS-avtalen vedtatt en ny framtidig europeisk standard for signalering og trafikkstyring (ERTMS)*». Videre står det i planen at ERTMS-utbyggingen foreløpig er kostnadsregnet til om lag 15 mrd. kroner (inkl. ombordutrustning i tog), og at det planlegges med sikte på en utbygging på Østfoldbanens Østre linje. Dermed var den nye signalstrategien og piloten offentliggjort.

### 6.3.11 Noen strategiske dilemmaer

I utarbeidelsen av signalstrategien oppstod det flere strategiske dilemmaer som måtte avklares. Følgende forhold var spesielt utfordrende:

- *Pilot versus «rett på»*: En pilot ville bidra til å redusere risiko, men den ville bli kostbar. Dersom risikoen ikke var så stor som enkelte hevdet ville det muligens være mer lønnsomt å kjøpe et anlegg («over disk») og starte skaleringen på hovedstrekningene umiddelbart.
- *Teknologisk modenhet (pilot i 2012 versus utsettelse)*: Det var en del frem og tilbake om ETCS-teknologiens modenhet. Var den allerede å betrakte som «hylleware» som enkelte hevdet? Var teknologien moden nok for en pilotinstallasjon allerede i 2012? Eller gjenstod det mye teknisk utviklingsarbeid? Noen hevdet at JBV måtte vente, men andre mente at JBV måtte komme i gang uansett teknologisk status fordi en utsettelse ville medføre forsinkelser i fornyelsesarbeidet.
- *Strekningsvis versus punktvis implementering*: En strekningsvis implementering ville medføre at ERTMS ble førende for fremdriftsplanene for de store investeringene (utbyggingen av IC-strekningene, ny Follobane m.fl.).
- *Valg av pilotstrekning (Østre linje versus Nordlandsbanen)*: Det var vedtatt en utbygging av fjernstyring for strekningen Mosjøen – Bodø basert på konvensjonelt signalanlegg. Burde vedtaket omgjøres? I tillegg ble det fremmet forslag om Vestfoldbanen, Gjøvikbanen, Raumabanen og Østre linje som aktuelle piloter.
- *Finansieringen av ombordutrustning (staten versus togselskapene)*: Dersom togselskapene selv skulle stå for favoriseringen ville dette favorisere de største togselskapene. Mindre togselskaper ville neppe ha muligheter for slike store investeringer.
- *Optiske signaler versus signalering i lokomotivet*: Konsekvenser for lokomotivførernes kjøreatferd, sikkerhetsmessige forhold ved å «flytte» deler av signalanlegget inn i det rullende materiellet.
- *Én leverandør versus flere leverandører*: Selv om ERTMS er et standardisert system så medfører nye signalanlegg likevel betydelige leverandøravhengigheter. Med en teknologi som må implementeres strekningsvis vil dette medføre store «evigvarende» kontrakter med kanskje kun et par leverandører for hele landet.
- *Hvordan skulle overgangsløsningene håndteres?* ERTMS krevde en rekke overgangsløsninger som signalstrategien trolig ikke hadde drøftet godt nok. Det oppstod



en del usikkerheter om hvordan en implementering kunne håndteres uten at det gikk ut over eksisterende trafikk.

## 6.4 Arbeidet med nasjonal implementering

Etter at strategeringen i tidligfasen var gjennomført har det frem til dags dato gått slag i slag. Parallelt med piloten på Østre linje er det utarbeidet tre hovedplaner for ERTMS som tar for seg henholdsvis infrastrukturen, ombordutrustning i togene og trafikkstyringen. Det er gjennomført en ekstern kvalitetssikring (KS2) av styringsdokumenter og kostnadsoverslag (DNV GL et al., 2015). I dette KS2-arbeidet trekkes følgende suksessfaktorer frem som spesielt viktige for det videre arbeidet med nasjonal implentering:

- Gjennomarbeidede og forankrede planer med nødvendige godkjenningsprosesser
- En stabil Nasjonal signalplan
- Erfaringsoverføring fra andre ERTMS-prosjekter
- Tydelig kommunikasjon med interessenter inkludert leverandørmarkedet

Kostnadene er for nasjonal implementering er oppjustert og offisiell kostnadsramme (P85) er i følge statsbudsjettet for 2017 (Samferdselsdepartementet, 2016, s. 156) på hele 27,3 milliarder kroner. Selve implementeringsplanen (Nasjonal signalplan) har vært gjenstand for justeringer, sist i november 2015. Det er et tett og nært samarbeid mellom pilotprosjektet og prosjektet for Nasjonal implementering for å sikre overføring av kunnskap fra piloten.

## 6.5 Presentasjon av Østre linje og pilotprosjektet

Østfoldbanens Østre linje er 78,9 kilometer lang og strekker seg mellom Ski og Sarpsborg. Banen går gjennom Indre Østfold via Askim, Mysen og Rakkestad og har i Sarpsborg forbindelsesspor direkte videre mot Halden. Østre linje ble åpnet i 1882 og fikk elektrisk drift i 1958. Banen ble idriftsatt med ERTMS (pilotanlegg) 31.08.2015.

Østfoldbanens Østre linje har stor persontrafikk på strekningen Ski – Mysen. Noen avganger går til/fra Rakkestad i rushtiden. Det er en målsetning at Østre linje skal være en attraktiv og konkurransedyktig transportåre fra Indre Østfold og Akershus mot hovedstadsområdet. Banen kan også spille en større regional rolle som en forbindelse fra Indre Østfold mot Sarpsborg og Fredrikstad. På lengre sikt er det ønskelig å etablere nødvendige tiltak slik at banen kan benyttes som avlastningsbane for godstrafikk for Vestre linje. Geografisk utstrekning av banen er vist i figur 6.7 (Jernbaneverket, 2016 c).



**Figur 6.7** Østfoldbanens Østre linje inntegnet med rødt.

Hovedplanen for ERTMS-piloten ble godkjent i januar 2010, og detaljplanen (JBVs første detaljplan skrevet på engelsk) ble godkjent i april 2013. Hovedoppgaver for prosjektet har vært (Jernbaneverket, 2016 c):

- Inngå kontrakt og implementere ERTMS/sikringsanlegg
- Utarbeide trafikkregler for ERTMS
- Bidra til ny kravspesifikasjon
- Lage migrasjonsplan og erfaringsinnsamlingsplan
- Teste og høste erfaringer med ERTMS
- Fjernstyre Østre linje
- Utruste et nødvendig antall av JBVs arbeidsmaskiner med ERTMS for å sikre drift på ØØL
- Sørge for at nødvendig opplæring blir gitt for oppstart av drift av erfaringsstrekningen
- Gjennomføre stasjonstiltak (5 stasjoner) for å ivareta sikkerheten og for å utbedre de dispensasjoner som er gitt for lengde på plattformer samt legge til rette for fjernstyring

Det ble utarbeidet et omfattende styringsdokument for prosjektet som blant annet inkluderte samfunns mål, effektmål, resultatmål og ellers det som er naturlig å ha med av fremdriftsplaner, periodisert budsjett, roller og ansvar etc.

ERTMS på Østre linje er bygget med programvareversjon Baseline B2 2.3.0d. Det er besluttet av den videre implementeringen på det øvrige jernbanenettet skal utrustes med en nyere versjon betegnet som Baseline B3 3.6.0. Forskjellene mellom versjonene er i hovedsak at ny versjon har flere nye funksjoner, blant annet overvåking av kjøretillatelse mot planoverganger og GPRS for økt kapasitet i kommunikasjon til tog. Videre er avdekkende svakheter i Baseline B3 rettet opp. Det er ikke tatt stilling til eventuelle konsekvenser for ERTMS på Østre linje. Kanskje det er tilstrekkelig å oppgradere programvaren til ny baseline.

## 6.6 Kort om status i arbeidet med nasjonal implementering

Det kan kort nevnes at prosjektet for nasjonal implementering er i full gang med forberedelser til videre implementering på resten av det norske jernbanenettet. Pr dags dato arbeides det mye med anskaffelsesprosessene.

Det er besluttet å etablere en såkalt «early deployment» på strekningen Roa – Hønefoss (Jernbaneverket, 2015) for å gjøre seg kjent (driftserfaringer etc.) med ERTMS-systemet til den leverandøren som får kontrakten for de første hovedstrekningene. Installasjonen mellom Roa-Hønefoss skal ikke betraktes som en «pilot 2», men som et ekstra trinn i innovasjonsprosessen (jf. figur 4.3) mellom «Pilot Østre linje» og «Skalering». Et slikt ekstra testtrinn anses som nyttig selv om det skulle bli nåværende leverandør på Østre linje som får kontrakten med den videre implementeringen av ERTMS.



---

## 7 Funn

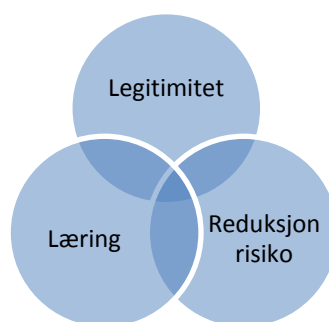
---

I dette kapitlet drøftes ulike aspekter av pilotens betydning som overgangsstrategi for en storskala implementeringen av ERTMS på det norske jernbanenettet. Det var mange synspunkter og argumenter som ble lansert og drøftet under intervjuene. Intensjonen er at det for de fleste av funnene som presenteres i kapittel 7 skal finnes litteratur og relevante drøftelser i kapittel 3 og 4 som belyser temaene ytterligere. Jeg har valgt å henvise til konkret litteratur der det har vært naturlig, men det vil bli for omfattende å trekke inn alt. All teori og empiri fra kapittel 3 og 4 kan oppfattes som et fundament som ligger i bunnen for en dypere forståelse av drøftelser i kapittel 7.

Etter hvert som funnene ble identifiserte synes det naturlig å gruppere de innenfor følgende tre kategorier:

- Bygging av legitimitet for ERTMS
- Læring
- Reduksjon av risiko

Det er en nær sammenheng mellom disse tre kategoriene. For flere av funnene er det en overlapning eller et nært grensesnitt til de andre kategoriene. Eksempelvis kan flere av funnene som jeg beskriver innenfor bygging av legitimitet samtidig gi en læringseffekt. Funn kategorisert som læring vil samtidig kunne bygge legitimitet og redusere risiko. Forhold som reduserer risiko kan samtidig bidra med å økte legitimiteten fordi de involverte blir tryggere på både system og det videre arbeidet med nasjonal implementering. Dette er grovt illustrert i venndiagrammet i figur 7.1.



**Figur 7.1** Kategorisering av funnene.

### 7.1 ERTMS i en infrastrukturell kontekst

Innledningsvis benytter jeg forståelsesmodellen fra figur 3.10 for grovt å plassere ERTMS i en infrastrukturell kontekst i samsvar med litteratur og drøftelser fra kapittel 3.

#### LTS

Ved installeringen av ERTMS måtte pilotprosjektet forholde seg til en rekke ulike delsystemer som fjernstyring, togdeteksjon (akseltellere), stasjonsutforming, kontaktledning og operasjonssentralen på Marienborg. Jf. kapittel 3.1 om hierarki, sammenhenger etc. i et LTS-perspektiv. I utviklingen av ERTMS finner vi tydelig igjen typiske LTS-faser som idéutvikling, systemutvikling, uttesting i mindre skala på Østre linje, den planlagte skaleringen på resten av det nasjonale jernbanenettet, kommersialisering osv. Ringvirkningene av ERTMS i form av vekst

innenfor produksjons- og leverandørmarkedet, nye relasjoner og samarbeidsformer etc. er godt synlige i pilotprosjektet. Jf. kapittel 3.1.2.

### **Nettverk**

ERTMS faller innenfor flere av de nettverkskategoriene som ble drøftet i kapittel 3.2. Systemet ble installert innenfor en eksisterende base og dermed med betydelig mindre frihetsgrader enn for en ny banestrekning. Media har vært mest opptatt av piloten på Østre linje når ERTMS har feilet. Ellers er banen mer eller mindre «usynlig». Østre linje er en integrert del av det norske jernbanenettet. Jf. karakteristiske egenskaper i kapittel 3.2.3.

### **Samferdselsnivå**

Pilotens ambisjonsnivå var avhengig av overordnede politiske mål og strategier, og økonomiske bevilgningene over statsbudsjettet. Jf. kapittel 3.3.

### **Kunder/behov**

Piloten berører ulike kundegrupper (togselskaper, passasjerer m.fl.) med både sammenfallende og forskjellige behov. Jf. kapittel 3.4. Togselskapene (i første omgang NSB som trafikkerer strekningen i dag) må utruste sine tog med ny ombordutrustning der en større andel av «signalsystemet» flyttes over fra infrastrukturen til lokomotivparken. Passasjerene langs Østre linje har fått en opprustet og moderne banestrekning med en forhåpentligvis god regularitet.

Etter som tiden går vil sannsynligvis passasjerene på Østre linje ta det for gitt at infrastrukturen fungerer. Den vil bli «usynlig» og passasjerene vil neppe være særlig opptatte av at strekningen er utrustet med ERTMS så lenge togene går som de skal. Under testperioden opplevde prosjektet at det var ved feilsituasjoner at passasjerene kom på «hugget». Ellers tar kundene tydeligvis infrastrukturen på Østre linje som gitt. Jf. karakteristiske egenskaper i kapittel 3.2.3.

## **7.2 Hvordan overgangen til ERTMS kan forstås som en infrastrukturell endring**

Videre benytter jeg endringsmodellen fra figur 4.4 for å illustrere hvordan overgangen til ERTMS kan forstås som en infrastrukturell endring. Fremstillingen begrenses til en kortfattet betraktning av de forhold som synes mest relevant ut fra modellen og litteraturen i kapittel 4.

### **Organisasjonsstruktur**

Piloten på Østre linje har vist at ERTMS medfører nye måter å arbeide på, og genererer dermed endringer i oppgaver, arbeidsdeling, ansvarsforhold m.m. I og med at deler av signaleringen overføres fra spor til rullende materiell vil ERTMS også generere endringer i arbeidsdeling og ansvarsforhold mellom Bane NOR og togselskapene. Organisasjonskartene må endres/justeres.

### **Strategier**

Bane NORs signalstrategi (herunder Nasjonal signalplan) gir føringer som vil påvirke alle forholdene i endringsmodellen i figur 4.4 (teknologi, produkt, lovgivning, ansatte, leverandører, kultur, struktur og mål). Tidspunkt for påvirkning og konsekvenser vil i stor grad avhenge av fremdriftsplanen i Nasjonal signalplan, det vil si når de forskjellige banestrekningene blir utrustet med ERTMS.

### **Teknologi**

Eksisterende signalteknologi vil med tiden bli erstattet av ny teknologi basert på ERTMS eller en videreutvikling av denne. Utviklingen av ERTMS-konseptet og neste generasjon signalteknologi stopper ikke opp.

### **Produkt**

ERTMS generer en produktutvikling av banestrekningene ved at eksempelvis aldrende signalanlegg byttes ut med nye anlegg med bedre oppetid og økt sikkerhetsnivå. Videre gir tiltaket indirekte gevinster ved at eksempelvis en moderne Østre linje kan benyttes til godstrafikk (avlastningsbane for Østfoldbanens Vestre linje).

### **Lovgivning**

Ny lovgivning fra EU om samtrafikk og interoperabilitet (herunder krav om ETCS) har generert omfattende tekniske endringer i infrastrukturen. ERTMS på sin side genererer behov for nytt teknisk regelverk og nye trafikkregler.

### **Ansatte**

Med ny ERTMS-teknologi og endrede organisasjonskart som følge av endrede ansvarsforhold påvirkes hverdagen til de ansatte. Eksempelvis må flere ansatte endre måten å jobbe på, det skapes nye sosiale interaksjoner og relasjoner både internt og eksternt, og det må bygges tillit.

### **Leverandører**

Piloten på Østre linje har vist at ERTMS genererer endringer i leverandørforholdene. Det må blant annet etableres nye støttefunksjoner hos leverandør og nye serviceavtaler. Arbeidsdelingen mellom leverandør og Bane NOR blir annerledes enn for dagens signalanlegg, blant annet i forbindelse med oppgraderinger av programvare.

### **Organisasjonskultur**

Ny teknologi og nye måter å arbeide på vil påvirke kulturen ved Bane NOR. Ny ERTMS-kompetanse vil på sikt erstatte nåværende kompetanse og direkte påvirke kulturelle forhold som måten vi tenker på etc.

Gjennom arbeidet med piloten har det utviklet seg nye relasjonsformer (formelt og uformelt) mellom ulike yrkesgrupper (leverandører, signalmontører, lokomotivførere, togledere etc.). Dette er med på å endre de etablerte kulturene. Gjennom piloten har aktørene blitt bedre kjent med hverandre og de problemer den enkelte står overfor. Det er etablert nye samhandlingsprosesser for å hjelpe hverandre i utøvelsen av det daglige arbeidet.

### **Oppsummert**

Oppsummert ser vi at overgangen til ERTMS generer endringer innenfor alle forholdene i endringsmodellen i figur 4.4, inklusiv sentraliteten.

Sentraliteten (mål) vil være gitt av målstrukturene og budsjettene i Nasjonal Transportplan, men det vil i stor grad være erfaringer og resultater fra nasjonal implementering som vil fastsette de konkrete målene for ERTMS. Dersom eksempelvis Bane NOR er raske med å lukket tekniske og ikke-tekniske usikkerheter relatert til nasjonal implementering, jo raskere kan vi komme i gang med fornyelser og investeringer som er avhengige av ERTMS. Det vil si at målene i Nasjonal Transportplan kan justeres.

Ut fra drøftelsene ovenfor kan det konkluderes med at overgangen til ERTMS er et klassisk eksempel på en infrastrukturell endring.

## **7.3 Forventninger til piloten**

Intervjupersonene hadde både sammenfallende og avvikende forventninger til piloten. Grovt kan forventningene fra intervjupersonene sammenfattes som følger:

- Teknisk avklaringer som funksjonalitet, virkemåte, spesifikasjoner, byggbarhet, grensesnitt mellom ERTMS i infrastrukturen og ombordutrustningen i rullende materiell
- Avklaringer om interne organisatoriske forhold som endrede ansvarsforhold, betydning for den enkelte yrkesgruppe som berøres etc.
- Samarbeid med leverandør: Nye måter å samarbeide på, arbeidsdeling mellom leverandør og JBV/Bane NOR
- Avklare hvordan vi bør implementere ERTMS hos oss. Tilegne seg erfaring med tilpasning til norske driftsforhold
- Tilegne seg erfaring med selve ERTMS-systemet (learning by doing): Teknikk, trafikkregelverk, togledelse og togkjøring
- Tilegne seg erfaring med de ulike godkjenningsregimene
- Erfaring med selve anleggsgjennomføringen: Hvor mye kan bygges uten at det berører eksisterende togtrafikk? Etc.
- Hvordan blir arbeidssituasjonen for lokomotivførere og togledere?
- Utarbeidelse av trafikkregler for ERTMS tilpasset norske forhold
- Kartlegge krav til kompetanse og opplæring
- Avklaringer av krav i teknisk regelverk
- Undersøke om ERTMS kan yte noe «mer»

Det er interessant å merke seg at intervjupersonenes ulike «ståsteder» synes å ha stor betydning for type forventninger. Ingeniørene var opptatt av det tekniske (en fungerende pilotstrekning), mens togleder- og lokomotivførernivået var vel så opptatt av avklaringer mot trafikkregler og forhold knyttet til praktisk togkjøring.

Det strategiske nivået var selvsagt opptatt av at ERTMS fungerte teknisk og operasjonelt, men de var også opptatt av å avklare usikkerheter omkring kostnader og nytte (gevinster med samtidig innkjør etc.). Videre er det strategiske nivået opptatt å få avklart om Bane NOR kan bruke ERTMS til noe «mer» enn kun trafikkstyring. Eksempelvis er det på strategisk nivå en forventning om at det med ERTMS skal bli mulig å bygge samtidig innkjør på alle stasjonene, realisere enklere planovergangsløsninger og en tett integrering mot intelligente transportsystemer (ITS). Det er også knyttet strategiske forventninger til at ERTMS kan muliggjøre økt trafikk gjennom Oslotunnelen ved at togene kan kjøre tettere enn det de gjør i dag med konvensjonelle signalanlegg.

Observasjonen om de ulike fokusområdene styrker teorien fra litteraturen om at infrastruktur kan oppfattes som et relativt begrep. Jf. kapittel 3. Den «lange» listen med forventninger bidrar til å styrke litteraturens syn om komplekse delsystemer og sammenhenger mellom dem (LTS), og at infrastrukturforvalter står overfor mange utfordringer og uavklarte problemstillinger ved innføring av ny teknologi som skal implementeres i stor skala.

## 7.4 Piloten bygger legitimitet for ERTMS

Flere av intervjupersonene var opptatt av at flere store tekniske utviklingsprosjekter ved JBV hadde strandet de senere årene, og at det derfor var særdeles viktig å lykkes med ERTMS. En av intervjupersonene sa det på denne måten: *«Jeg synes vi strir felt med alle nyanskaffelser av signalanlegg»*. En annen intervjuperson hevdet at flere av de mislykkede anskaffelsene *«hadde hatt prosesser som ikke involverte tilstrekkelig faglig kunnskap»*.

Intervjuene bekreftet at et vesentlig moment i ledelsens beslutning om en pilotinstallasjon nettopp var en frykt for å mislykkes dersom JBV denne gang ikke gikk varsomt og skrittvis frem. Jf. Monteiro (1998) i kapittel 4.1 om en fasevise overgangsstrategier i utviklingsprosjekter. Med en pilot på Østre linje ville konsekvensene av «plunder og heft» og overraskelser være til leve med sammenlignet med eksempelvis Bergensbanen. Listen av utviklingsprosjekter ved JBV som av ulike årsaker ikke hadde gått etter planen begynte å bli lang. Følgende eksempelvis ble trukket frem: Signalanlegget Ebilock 950 (prosjektet ble stoppet), krengetogsatsningen med akselbrudd på Nelaug, stadige forsinkelser i signalleveransene (utsettelse av tiltak) og signalanlegget Merkur (prosjektet ble stoppet). Konsekvensene av dette var store økonomiske tap, personkonflikter, negative omtaler i media, tap av omdømme, ubehagelige granskninger, forsinkelser i gjennomføring av fornyelser og investeringer, og ulemper/tap for kundene.

En av intervjupersonene hevdet at JBV ikke tålte flere feilgrep innenfor anskaffelser av signalanlegg. Men vedkommende presiserte samtidig at noe måtte gjøres med de gamle anleggene som var modne for utskiftning og der vitale reservedeler etter hvert ville bli en mangelvare. Videre måtte noe gjøres for å redusere alle feilene i signalanleggene slik at påliteligheten i togtrafikken kunne forbedres. «*Ellers ville jernbanen miste kunder*».

Vi ser tydelig ledelsens dilemma. Det var nødvendig å gjøre noe med signalanleggene, det hastet og det var nødvendig å legitimere en slik satsning selv om flere av de tidligere forsøkene ikke hadde ført frem.

En av intervjupersonene hevdet følgende: «*Kundene er ikke fornøyde med regulariteten, og gjengangeren er feil i signalanlegget. Med en ERTMS-pilot viser vi samfunnet at vi tar tak i problemene. Vi viser at vi møter utfordringene, og at vi har en plan*».

Ut fra dette kan vi trekke at piloten på Østre linje bygger legitimitet for ERTMS i seg selv, men også en legitimitet for at jernbanen bruker store økonomiske midler til å forbedre infrastrukturen og togtilbudene. Jf. Røvik (1998) i Amundsen og Kongsvik (2010) i kapittel 4.2 om legitimitet. Med legitimitet øker forståelsen for endringer, for vårt tilfelle økt forståelse for å innføre ERTMS. Jf. kapittel 4.2 om viktigheten av å etablere en god forståelse for de endringer organisasjoner står overfor.

#### **7.4.1 Fra motstand og skepsis til realisering og aksept**

Flere av intervjupersonene mente at piloten har bidratt til å dempe motstanden mot ERTMS, herunder bidratt til å forene et splittet signalteknisk fagmiljø. En av intervjupersonene uttrykker det på denne måten: «*Det synes som at motstand og skepsis har stilnet betydelig. En del skepsis synes å ha gjenoppstått da pilotprosjektet fikk store driftsproblemer med nye akseltellere, men at skepsisen er synkende igjen etter at problemene med akseltellerne ble løst*».

Det er nærliggende å anta at piloten har vært et viktig redskap for å vise i praksis hva ERTMS innebærer («duger til») både internt i organisasjonen og overfor togselskapene. En av intervjupersonene som har arbeidet med piloten sier at han fremdeles møter skeptiske kolleger som ikke har arbeidet med systemet, men «*betydelig færre enn for kun et halvt år siden*». Jf. Kotter (1996) i Klev og Levin (2009) og Amundsen og Kongsvik (2010) i kapittel 4.2 om gode effekter av kortsiktige gevinster.

Hvorfor oppstod det motstand innad i JBV mot ERTMS? Flere av intervjupersonene hevdet at ERTMS er såpass kompleks og «gjennomgripende» at det i tidligfasen var få eller ingen som var i stand til å se alle endringer og konsekvenser som et slikt system ville medføre. Følgelig var

ERTMS forbundet med stor usikkerhet og risiko, både av teknisk og ikke-teknisk karakter. Jf. innovasjoner og risiko i kapittel 4.1.

Et annet argument som ble trukket frem som vesentlig argument mot ERTMS var at JBV gjennom en årrekke hadde opplevd en trend med lave bevilgninger til vedlikehold, og at flere sentrale medarbeidere derfor betraktet ERTMS som et uoppnåelig «luftslott» økonomisk sett. Det var rett og slett ingen tradisjon for en slik stor fornyelse, organisasjonen var vant med punktvis fornyelser der det hastet mest, i stor grad basert på hendelser fremfor tilstandsbetraktninger. Jf. kapittel 3.3 om det norske samferdselsnivået.

Flere av intervjupersoner gir uttrykk for at de ikke oppfattet sin egen motstand som så absolutt som forkjemperne oppfattet dette, og at de gode resultatene fra pilotarbeidet har bidratt til en positiv (eventuelt mindre negativ) holdning til ERTMS. Flere av intervjupersonene gav uttrykk for at det har tatt hele 10-12 år før organisasjonen har blitt noenlunde fortrolige med ERTMS. Dette er et godt eksempel på det som litteraturen i kapittel 3 og 4 betegner som infrastrukturens treghet mot endringer.

Tegn tyder på at de som var mest aktive med å utarbeide ny signalstrategi forutsatte at strategien ville bli akseptert på bakgrunn av at ETCS var et lovpålegg fra EU. Ut fra intervjuene synes det som at et slikt argument ikke tente den store gløden og entusiasmen i organisasjonen. Heller ikke argumentet om økt interoperabilitet fikk den helt store oppslutningen, norsk jernbane hadde jo allerede samkjøring med Sverige.

Argumentasjon som økt oppetid, levetidsberegninger som dokumenterte en aldrende anleggsmasse, kontinuerlig hastighetsovervåkning (og andre sikkerhetsgevinster), standardisering etc. fikk betydelig mer gehør. Det kan bety at det var den argumentasjonen som ble rettet mot en jernbaneverdag som organisasjonen og den enkelte medarbeider kjente seg igjen i som ble best mottatt, forstått og akseptert. Jf. kapittel 3 om at infrastrukturen er et relativt begrep, og at forståelsen i stor grad er basert på eget ståsted i organisasjonen.

Det er grunn til å anta at alle de fire reaksjonsmønstrene mot endringer (imøtekommende reaksjoner, håpefulle reaksjoner, angstreaksjoner og kyniske reaksjoner) som ble drøftet i kapittel 4.3 har vært gjeldende internt i det «gamle» Jernbaneverket i ERTMS-prosessen. En slik typologisering ble i henhold til flere av intervjupersonene ikke vurdert i særlig grad i arbeidet med signalstrategien, og organisasjonen var derfor ikke forberedt på hvordan reaksjonene kunne håndteres.

Det er ingen indikasjoner fra intervjuene som tilsier at bestemte faggrupperinger utgjør en typisk typologi. Dette fremstår som overraskende. Blant ingeniørene var det ansatte som var positive og negative til ERTMS, og det samme mønsteret synes å ha vært gjeldende for andre grupperinger som økonomer, innkjøpere etc. Tegn kan tyde på at typologisering i større grad påvirkes av personlighet og kulturell tilhørighet fremfor en faglig bakgrunn. Intervjupersonene er imidlertid samstemte om at uten det formelle påtrykket fra EU om bruk av ETCS, ville det neppe blitt mulig å enes om en felles internasjonal standard innenfor signal.

Enkelte hevdet under intervjuene at motstanderne mot ERTMS faktisk hadde bidratt positivt i prosessen fordi prosjektet dermed ble tvunget til å avklare den argumentasjonen og den bekymringen som ble rettet mot ERTMS. En slik effekt bør derfor ikke neglisjeres i Bane NORs innovasjonsarbeid.

Piloten har bidratt til en positiv endring av oppfatningen av ERTMS. Dette kan skyldes ulike årsaker, men jeg tror at det kanskje er to årsaker som dominerer. Den ene er at piloten har

muliggjort en synliggjøring av gode resultater på kort tid. Jf. betraktninger ovenfor om gode effekter av kortsiktige gevinster og kapittel 4.2. En annen årsak synes å være at piloten har satt i gang et teknologisk momentum som kort og godt genererer en forståelse for at ERTMS har kommet for å bli. Jf. kapittel 3.1.3.

#### 7.4.2 Synliggjøring av innsats og innovasjonsevne

Flere av intervjupersonene hevdet at det ikke var særlige tradisjoner ved JBV for å gjennomføre piloter relatert til signalanlegg, og at det ikke var uvanlig at JBV kjøpte nye systemer og implementerte disse direkte på en hovedstrekning «*i håp om at det fungerte den dagen det ble satt i drift*». Andre hevdet derimot at det var mange prosjekter ved JBV/Bane NOR som ble kalt piloter (både innenfor signal og andre fag), men at disse ikke ble synliggjort i særlig grad hverken internt og eksternt.

Noen hevdet at terskelen for å benytte pilot-begrepet var for lavt og at dette kunne føre til en utvanning av innovasjonsprosjektene. En av intervjupersonene mente at det hadde vært gjennomført og markedsført «*mange pilotprosjekter som neppe burde hatt en slik betegnelse*».

Videre var det enkelte som hevdet at en del prosjekter (inkludert signal), som muligens burde vært kalt piloter, ble håndtert i linjeorganisasjonen og ikke som et definert og profesjonelt drevet prosjekt. Et slikt arbeid i linjen ble ofte «usynlig» både internt og for omverdenen. Flere hadde opplevd situasjoner der fagmiljøene ønsket en pilot mens ledelsen hadde vært av en annen oppfatning. Jf. kapittel 4.2 om at innovasjonsrettet arbeid bør gjennomføres som prosjekter med egnet tilrettelegging for slike typer oppgaver.

De fleste av de spurte mente at piloter er like aktuelle selv om Bane NOR i henhold til overordnet teknologisk strategi (Jernbaneverket, 2012) skal etterstrebtes å velge etablerte tekniske løsninger. Dette ble blant annet begrunnet med at nye anlegg var mere komplekse enn tidligere, ikke minst grunnet et større innslag av IKT og integrerte dataløsninger. Jf. Aasen og Amundsen (2011) i kapittel 4.2 om økt kompleksitet.

Videre hevdet enkelte at begrepet «etablerte løsninger» i den teknologiske strategien gir rom for ulike tolkninger. Eksempelvis hvor langt i en utviklingsprosess bør ny teknologi ha kommet før den kan defineres som etablert nok for Bane NOR? Enten for testing og utprøving i en pilot eller direkte installert i skarp drift. Overordnet teknologisk strategi drøfter ikke slike dilemmaer i særlig grad.

Det fremkom av intervjuene at noen tidligere utbyggingsprosjekter hadde basert seg på signaltekniske løsninger som ikke var ferdig utviklet eller prøvd ut på norske strekninger. For flere av disse tilfellene hadde det oppstått uforutsette hendelser og vanskeligheter med de signaltekniske løsningene som medførte betydelige kostnadsoverskridelser og forsinket ferdigstillelse. Av eksempler som ble trukket frem nevnes Bryne stasjon, Sandeparsellen, fjernstyring nordre del av Nordlandsbanen og Høvik stasjon. Avvikene fikk stor negativ oppmerksomhet i mediene. En av intervjupersonene sa det på denne måten «*dumt å oppdage feil og mangler dersom dette rulles ut på en hovedstrekning*».

Det syntes tydelig at «pilot» som begrep på Østre linje har ført til positiv oppmerksomhet. Dette begrunnes med den publisitet og medieomtale (aviser, Teknisk Ukeblad, utenlandske fagtidsskrifter m.fl.) som utbyggingen fikk. Jernbanen fikk vist sin innsats og innovasjonsevne, blant annet ved å synliggjøre sitt samfunnsansvar med å modernisere og øke sikkerheten på en viktig banestrekning.



Negativ omtale i media når det stormet som verst på Østre linje med innstillinger og forsinkelser synes å ha vært en tung opplevelse for flere av prosjektmedarbeiderne. Også politikerne langs banen var tidvis skarpe i sine uttalelser. Men etter hvert som problemene ble løst og regulariteten i togtrafikken ble god, kunne prosjektet og Bane NORs ledelse senke sine skuldre. Jf. kapittel 3.2.3 om at infrastrukturen oppleves som usynlig når den fungerer, men ikke når den feiler.

Kundene på Østre linje har vært sterkt berørte av piloten ved at de i stor grad har hatt rollen som «prøvekaniner». Ved stans eller forsinkelser i togtrafikken grunnet anleggsarbeid, tesing og feiling eller av andre årsaker, rammes kundene ved at ikke får levert et behovsdekkende togprodukt. Flere i prosjektet opplevde dette tidvis som tungt å forholde seg til, men samtidig var det flere som opplevde at kundene likevel var fornøyde med at banen ble rustet opp.

Selv om det ble satt inn nye togsett (type Flirt) tok det en tid før kundeundersøkelsene kunne spore en positiv bedring selv om regulariteten hadde blitt bedre. Dette kan muligens tolkes slik at det tar lang tid å komme over de ulempene som passasjerer hadde opplevd på strekningen.

Basert på media den senere tid og intervjuene kan tegn tyde på at piloten har bidratt til en positiv omdømmebygging og legitimitet for ERTMS som fremtidens signalsystem. Dette til tross for tidvis negativ omtale når togtrafikken ble negativt berørt. Det er viktig i arbeidet med nasjonal skalering at det utarbeides en strategi for hvordan kundene skal informeres og håndteres ved eventuelle avvik. Jf. kapittel 3.4 om ulike kundebehov.

### **7.4.3 Omdømmebygging overfor eier, tilsyn og togselskaper**

Jeg har ikke intervjuet ansatte ved Samferdselsdepartementet (eier), Statens jernbanetilsyn og togselskapene (med unntak av lokomotivførernivå). Dette ville være utenfor oppgavens ramme. Men det kan likevel trekkes ut noen antakelser fra de intervjuene som ble gjennomført.

Det kan antas at de fire endringsreaksjonene eller typologiene (jf. kapittel 4.3) også var å finne hos Samferdselsdepartementet (eier) og hos togselskapene. For Statens jernbanetilsyns del opplevde flere av intervjupersonene at tilsynet var en sterk pådriver for å innføre ERTMS, og piloten bidrar dermed til å vise tilsynet at Bane NOR arbeider proaktivt for å høyne sikkerhetsnivået på jernbanenettet. En av intervjupersonene sa det på denne måten: «*Piloten har på sett og vis vært et samarbeidsprosjekt mellom JBV og Statens jernbanetilsyn for å få frem det beste grunnlaget for trafikkregler for ERTMS*».

Når det gjelder Samferdselsdepartementet har ERTMS etter hvert blitt en naturlig del av de årlige statsbudsjettene, og det forventes av intervjupersonene at ERTMS får en fremtredende plass i ny Nasjonal Transportplan som skal vedtas våren 2017. Det er nærliggende å anta at piloten har gjort Samferdselsdepartementet tryggere i sine vurderinger og beslutninger om store økonomiske bevilgninger til dette systemet. Med en pilot viser Bane NOR i praksis at dette får vi til.

Togselskapene følger piloten mer argusøyne, og det er derfor grunnlag for å tro at en vellykket pilot, forutsatt at finansieringen av ombordutrustningen ikke blir en hindring, vil bidra til å motivere bransjen med tanke på den kommende storskala nasjonale implementeringen av ERTMS.

Jf. blant annet Kotter (1996) i Klev og Levin (2009) og Amundsen og Kongsvik (2010) i kapittel 4.2 om viktigheten av å kunne vise til kortsiktige gevinster. Piloten har dokumentert at det lar seg gjøre å implementere ERTMS i Norge.



#### 7.4.4 Legitimitet og forutsigbarhet overfor leverandørmarkedet

Det strategiske nivået hevdet under intervjuene at ERTMS-piloten gjør at leverandørmarkedet innenfor signalanlegg betrakter norsk jernbane som forutsigbart. Det vil si at leverandørene, ut fra resultater fra piloten og periodiseringen i Bane NORs Nasjonale signalplan, kan forutse et potensielt fremtidig marked. Dette letter leverandørenes situasjon med tanke på markedsføring, produktutvikling etc. ut fra Bane NORs behov. Flere av intervjupersonene hevdet at norsk jernbane er tjent med et leverandørmarked som oppfatter oss som forutsigbare, og at en slik situasjon kan danne potensialer for samarbeid som begge parter er tjent med.

Jf. Von Hippel (1988) i Aasen og Amundsen (2011, s. 60) i kapittel 4.3 om den funksjonelle kilden til innovasjon. Bane NOR er helt avhengig av et fungerende og samarbeidende produsent- og leverandørmarked ved utvikling av ny teknologi.

### 7.5 Piloten skaper læring for norsk jernbane

ERTMS-teknologien er helt ny for norsk jernbane. I arbeidet med signalstrategien og gjennom forberedelsene til piloten ble det innhentet erfaringer fra andre forvaltninger (Sverige m.fl.). Ingeniørene satte seg grundig inn i tekniske spesifikasjoner og funksjonalitet fra ulike leverandører, NSB innhentet erfaringer vedr. togkjøring og ansatte fra JBV og togselskapene deltok på internasjonale ERTMS-seminarer etc. Antakelser fra tidligfasen om at ERTMS ikke var «hyllevare» og ferdig utviklet for norske jernbaneforhold ble i følge flere av intervjupersonene forsterket gjennom disse aktivitetene.

I følge flere av intervjupersonene var det i pilotens planleggingsfase knyttet store usikkerheter til både tekniske og ikke-tekniske forhold. Av slike usikkerheter ble spesielt følgende forhold trukket frem i intervjuene: Funksjonalitet, ytelse, regelverk for fremføring, opplæring, grensesnitt mellom installasjoner langs spor og ombordutrusning i rullende materiell, utøvelse av togledelse, lokomotivførernes krav til kjøreatferd, håndtering av skifting, opplæring, drift, vedlikehold, organisatoriske ansvarsforhold, samarbeidsformer (JBV, NSB, leverandør) og kostnader. Intervjupersonene var samstemte i at jernbanen med sin pilot på Østre linje stod overfor en omfattende læringsprosess, ikke minst om detaljer.

En av intervjupersonene hevdet at *«selv om ERTMS fungerte i andre land er det nå engang slik at dette ikke er en garanti for at systemet fungerer uten videre for norske driftsforhold»*. En annen intervjuperson hevdet at *«tilpasninger til norske forhold må vi selv bidra med å få på plass, det er ingen andre jernbaner eller leverandører som gjør dette for oss»*. Med andre ord stod piloten overfor en innhenting, etablering og videreformidling av en stor og kompleks sammensatt kunnskapsbase (teknisk, organisatorisk, prosess, samarbeid, suksessfaktorer etc.) som grunnlag for en senere storstilt nasjonal implementering.

Jf. Aasen og Amundsen (2011) i kapittel 4.2 om at det de siste 15-20 årene har vært rettet stor oppmerksomhet mot betydningen av nettverk og læring i innovasjonsprosessene. Bane NORs pilot har dermed inngått som en viktig opplæringsfase i ERTMS sin innovasjonsprosess (jf. figur 4.3) og overgangsstrategi. Lærdom og erfaringer blir nedfelt i skriftlig rapporter, det avholdes en rekke møter med relevante fagpersoner og prosjektdeltakere fra piloten overføres til prosjektet for Nasjonal implementering for å sikre erfaringsoverføring etter hvert som pilotens prosjektorganisasjon trappes ned.

#### 7.5.1 Prosjektets suksessfaktorer

Det kom tydelig frem gjennom intervjuene at pilotprosjektet hadde vært og fremdeles var krevende å jobbe med. Flere av intervjupersonene mente at den videre implementeringen på resten

av jernbanenettet ikke ville bli mindre krevende, og at pilotens erfaringer om de viktigste suksessfaktorene var viktige å ta meg seg i det videre arbeidet med nasjonal implementering.

Rundt samtalene om hva som hadde vært de viktigste suksessfaktorene i pilotprosjektet, og hvorfor deltakerne ikke hadde «kastet inn håndkleet» når det stod på som verst, hadde jeg forventet mange innspill. Men det var spesielt følgende tre forhold som ble løftet frem av intervjupersonene med sterk tilknytning til piloten som de absolutt viktigste suksessfaktorene:

- Motivasjon
- Praktisk tverrfaglig samhandling
- Kompetanse

Dette er illustrert i figur 7.2.



**Figur 7.2** ERTMS-pilotens suksessfaktorer.

Det er grunn til å tro at disse tre suksessfaktorene har bidratt til å forsterke hverandre. Det ble hevdet at tilgang på relevant kompetanse og en god samhandling var viktige forhold som førte til økt motivasjon. Videre ble det hevdet at god motivasjon «smittet» over på andre og at det dermed ble lettere å samhandle, samt å få inn tilstrekkelig kompetanse og bistand når det trengtes.

En av intervjupersonene sa det på denne måten: «Vi hadde et aktivt samarbeid, kanskje ikke så veldig formelt, mere praktisk ved at vi møttes og snakket sammen og opplevde testsituasjoner sammen». Jf. Biong et al. (1996) i Aarseth (2014) i kapittel 4.2 om samarbeidsmetoder.

### **Motivasjon**

Det fremkom klart av intervjuene at det var avgjørende for et godt resultat at pilotprosjektet ble bemannet med pådrivere som bidro til å motiverte prosjektledelsen, resten av prosjektteamet og topledelsen ved JBV. Motivasjonen bestod blant annet av å skape pågangsmot og en løsningsorientert kultur slik at prosjektet ble «dratt videre» selv om det oppstod problemer som tidvis kunne fortone seg som uløselige.

Flere hevder at det var nære på at banen ble stengt da problemene med akseltellerne var på det verste. Med en slik trussel hengende over piloten ble det likevel tenkt kreativt, og det ble spilt inn et forslag fra togledelsen om å avbøte problematikken ved å midlertidig kansellere innsatstogene på Østre linje. Forslaget ble tatt til følge selv om dette i utgangspunktet ikke var ønskelig, men i

følge en av intervjupersonene «ville en stengt bane være atskillig mer dramatisk både for testing og omdømme».

Viktigheten av å ha bemannet pilotprosjektet med pådrivere fra de viktigste brukergruppene (togledere, lokomotivførere, signalmontører og operatører ved operasjonssenteret på Marienborg) fremheves av intervjupersonene som spesielt viktig. Det har i prosjektet vist seg at slike pådrivere bidrar sterkt til å motivere sine kolleger, selv om det røyner på aldri så mye.

Videre påpekes det under intervjuene at også leverandørenes (hovedleverandør og underleverandører) pågangsmot og gode pådriverrolle hadde bidratt sterkt til pilotens gode resultater.

Det var enkelte av intervjupersonene som ble motiverte av å jobbe med fremtidens teknologi. En av dem sa som følger: «Jeg føler at jeg er med på å skape fremtiden».

Ut fra intervjuene er det tegn som tyder på at det å få sjansen til å jobbe med innovasjonsrettet arbeid for flere av prosjektdeltakerne har vært motiverende i seg selv. God praktisk tverrfaglig samhandling og tilgang på nødvendige ressurser har også bidratt stekt til økt motivasjon. Tegn kan tyde på at flere av prosjektmedarbeiderne har opplevd en transformativ ledelse, og at dette også har forsterket motivasjonen (jf. kapittel 4.2). Jf. for øvrig Aasen og Amundsen (2011) i kapittel 4.2 om at mange opplever innovasjonsrettet arbeid som motiverende.

### **Praktisk tverrfaglig samhandling**

Flere av intervjupersonene var stolte av den praktiske samhandlingen mellom ulike yrkesgrupper seg i mellom og med leverandørene som hadde preget gjennomføringen av pilotprosjektet.

Samhandlingen har ført til en god helhetstenkning. Ved det tette daglige samarbeidet har yrkesgruppene blitt godt kjent med hverandres utfordringer, og piloten ble en arena for felles drøftelser av løsninger på de problemene som har oppstått. Arenaen har skapt en god forståelse for hverandres behov og utfordringer. En av intervjupersonene sa det slik: «Vi har hjulpet hverandre med å løse problemene uavhengig av yrkesrolle». En situasjon som vedkommende oppfattet som ny.

Av samhandlingstiltak i prosjektet nevnes spesielt utarbeidelse av felles sjekklister (hjelp- og prosedyredokumenter) mellom lokomotivførere og togledere (for oppstart fra ukjent posisjon etc.), og brukermøter hver 14. dag. På brukermøtene deltar i hovedsak prosjektledelsen, lokomotivførere, togledere, signalingeniører, signalmontører og representanter fra operasjonssenteret på Marienborg. Intervjupersonene er samstemte om at erfaringene med slike tverrfaglige sjekklister og brukermøter er svært gode. Jf. Klev og Levin (2009) i kapittel 4.2 om læring i arbeidssituasjon og sosialt fellesskap.

Forståelsen for hverandres utfordringer har ført til økt respekt og hjelpsomhet mellom faggruppene, inkludert togledere og lokomotivførerne. Dette har igjen ført til økt samarbeid og forståelse mellom infrastrukturforvaltning og utøvelsen av togselskapenes virksomhet. Jf. Aarseth (2014) i kapittel 4.2 om understanding of collaborating partner's strategies.

### **Kompetanse**

Intervjupersonene er tydelige på at prosjektet ikke hadde kommet i mål uten tilgang på tilstrekkelig kompetanse. I tillegg til pilotprosjektets egen kompetanse har det vært avgjørende å kunne benytte kompetanse utover prosjektorganisasjonen, eksempelvis fra JBVs ulike fagavdelinger, leverandørenes støtteapparater og fra NSBs organisasjon.

Kompetansebehovet har til en viss grad blitt avdekket etter hvert som arbeidet har skredet frem, og når akutte feil eller problemsituasjoner har oppstått. Derfor har det vært spesielt viktig å vite at det fantes tilgjengelige ressurser som kunne trå til på forholdsvis kort varsel, både internt, hos leverandør og hos NSB.

### 7.5.2 ERTMS og norske driftsforhold

Piloten på Østre linje ble igangsatt vel vitende om at systemet neppe var ferdig utviklet. Hvor mye som gjenstod av utvikling var vanskelig (nær sakt umulig) å få oversikt over, blant annet grunnet ulike erfaringer fra utlandet og ulikt inntrykk fra leverandørmarkedet. I følge flere av intervjupersonene antok ledelsen at *«risikoen med å vente med å gjøre noe var større enn risikoen med en pilot»*. Dette ble blant annet begrunnet med at ledelsen hadde gitt uttrykk for bekymringer for at beholdningen av reservedeler for eksisterende anlegg gikk mot slutten og at produsenten hadde langt ned produksjonen. En gjenopptakelse av produksjonen var etter avklaringer med Statens jernbanetilsyn og produsenten utelukket. Videre kunne en utsettelse av en pilot resultere i at store investeringer og vedlikeholdstiltak som var avhengige av ERTMS, eller nødvendige avklaringer, stå i fare for å bli utsatt.

Gjennom piloten har det vist seg at selv leverandøren tidvis hadde utfordringer med å få oversikt over systemets funksjonalitet, egenskaper og ytelse overfor visse driftssituasjoner. Flere av intervjupersonene hevdet at dette blant annet kunne ha sine årsaker i systemets kompleksitet, grensesnitt mot eksisterende anlegg, og at særnorske driftsforhold ikke var hensyntatt i tidligere leveranser til andre europeiske jernbaneforvaltninger. Av særnorske forhold som pilotprosjektet sammen med leverandøren har brukt mye tid og ressurser på å løse ble spesielt følgende trukket frem under intervjuene:

- Tilpasning mellom ERTMS og vegsikringsanlegg
- Skiftebevegelser
- Oppstart og fremføring ved avvikssituasjoner, spesielt oppstart fra ukjent posisjon
- Utarbeidelse og testing av norske trafikkregler for ERTMS

De fleste store innovasjoner (herunder ERTMS) genereres og utvikles eksternt og Bane NOR har dermed ikke den fulle innsikt i nye produkters egenskaper og funksjonalitet. Bane NOR må basere sitt innovasjonsarbeid på adopsjoner og teknologioverføring fra leverandørmarkedet og de store jernbaneaktørene som normalt er først ute med å ta i bruk nye produkter (eksempelvis Tyskland og Frankrike). Det betyr at det for de fleste tilfeller vil gjenstå utviklingsarbeid med tilpasning til norske driftsforhold. I følge intervjupersonene var dette også tilfelle med ERTMS, noe piloten har dokumentert. Jf. Porter i Tidd og Bessant (2013) kapittel 4.2 om «Leadership versus Followership».

Flere av intervjupersonene hevder at piloten har bidratt til at slike problemer eller tilpasninger har blitt avdekket såpass tidlig slik at ERTMS-konseptet kan utbedres/justeres tidsnok for den nasjonale implementeringen.

Piloten har vist at selv om ERTMS i utgangspunktet skal være en felles europeisk standard er det likevel forskjellige måter å gjøre tingene på. Flere av intervjupersonene hevdet at dette dels kunne skyldes tradisjoner og kulturelle forhold, og dels hensynet til nasjonale tilpasninger som klima, sporets utforming og forskjeller i praktisk togkjøring. For norsk jernbane er det viktig at piloten blir en pådriver slik at ERTMS-systemer som skal benyttes av Bane NOR blir tilpasset norske forhold.

Selv ikke det svenske ERTMS-systemet som ble benyttet på Botniabanen ville i følge flere av intervjupersonene vært tilpasset norske driftsforhold uten videre. En av dem sa det på denne måten: *«Det er ingen andre som tenker på Bane NOR», vi må selv delta i utvikling og tilpasning til norske forhold». Det betyr kort og godt at norsk jernbane ikke kan «sitte på gjerdet» å vente på et ferdig utviklet ERTMS-produkt. En slik «quick fix» ville aldri ha dukket opp.*

### 7.5.3 Infrastrukturens iboende treghet mot store endringer

Flere av intervjupersonene på strategisk nivå gav uttrykk for at det tar for lag tid å implementere ERTMS nasjonalt. En ferdigstilling i 2032 er langt frem. Én av intervjupersonene uttrykte det slik: *«Det kan forventes en ytterligere økt konkurransesituasjon mellom vei og bane, derfor kan 2032 bli for sent dersom vi ønsker en moderne og behovsdekkende jernbane». Samme person fortsatte som følger: «Det er nok få personer utenfor jernbanen, og kanskje også innad, som skjønner hvorfor en implementering må ta så lang tid. Er det virkelig nødvendig?»*

Jf. kapittel 3 og 4 om infrastrukturens treghet mot endringer. Flere av intervjupersonene var imidlertid av den oppfatningen at implementeringen av ERTMS bør gå raskere enn forutsatt i Bane NORs signalplan. Som et eksempel på at utviklingen går for sakte ble det henvisning til at *«ekspressbussene tilbyr kundene internettforbindelse under hele reisen, noe jernbanen ikke har klart pr. dags dato».*

Det ble hevdet under intervjuene at dersom resultatene fra piloten kan anses som vellykkede og Bane NOR er sikre på hvordan ERTMS skal implementeres, så bør organisasjonen etterstrebe en raskere implementering. Det ble hevdet at dersom økonomien er en hindring for en forsering bør det *«vurderes om noen av de store planlagte investeringene bør settes på vent og heller satse mer offensivt på utrulling av ERTMS».* Jf. kapittel 3.3 om samferdselsnivået og Nasjonal Transportplan. Jf. kapittel 3 og 4.1 om infrastrukturens treghet.

## 7.6 Piloten bidrar til å redusere risiko ved implementering av ERTMS

I strategeringsfasen ble det trukket opp en rekke usikre forhold knyttet til ERTMS, kanskje flest forhold relatert til teknologi, operasjonelt, migrasjonsfasen (overgangsfasen) og økonomiske usikkerheter. Piloten har bidratt til å avklare mange av disse usikkerhetene slik at Bane NOR står bedre rustet til gripe fatt i arbeidet med nasjonal implementering av ERTMS.

Avklaringene fra piloten legger grunnlag for en mer forutsigbar planlegging og utbygging av ERTMS enn det jernbanesektoren har vært i stand til tidligere. Dette kommer Samferdselsdepartementet, Bane NOR, leverandørene, togselskapene og øvrige kunder til gode. Med en redusert risikoprofil blir det enklere å forene de ulike interessentene om felles mål for en storstilt implementering.

Jf. innovasjoner og risiko i kapittel 4.1.

### 7.6.1 Økonomisk risiko

Piloten har gitt svar på hvilke kostnadsnivå som kan forventes relatert til utbygging, drift og vedlikehold av ERTMS. Piloten har også bidratt til å avdekke hvilke følgekostnader som kan forventes å oppstå, og tiltak for ytterligere å tilpasse systemet til norske driftsforhold. Erfaringer fra piloten vil danne et viktig grunnlag for kommende arbeid med å estimere forventet levetid slik at dette kan tas inn som en mer sikker faktor i Bane NORs planer for fremtidig fornyelse. Det vil

si at Bane NOR etter hvert blir i stand til å utarbeide mer pålitelige estimater for ERTMS-systemets livsyklus kostnader (LCC).

En av intervjupersonene hevdet at uten en pilot ville det som har blitt oppdaget ha kommet for en dag på strekninger med skarp drift. «Vi kunne risikert at ERTMS-kontrakter i størrelsesorden 15 milliarder kroner hadde blitt utsatt et år eller to, og en slik kostnad kunne fort blitt større enn prislappen på piloten». Vedkommende hevdet samtidig at det helt sikkert vil komme overraskelser i det videre arbeidet, «men at mange overraskelser kan unngås fordi vi har vært gjennom det før».

Med sikrere kostnadsestimater blir Samferdselsdepartementet mer sikre i sine anslag for budsjetteringen av den nasjonale implementeringen av ERTMS. Dette gjelder både kostnader relatert til infrastrukturen, og kostnader forbundet med ombordutrustning og eventuelle finansieringsløsninger overfor togselskapene. Jf. samferdselsnivået et i kapittel 3.3.

### **7.6.2 Avklaringer av ansvar knyttet til nye eller endrede arbeidsoppgaver**

Pr. dags dato er det de interne områdeenheter i Bane NOR som har et totalansvar for punktlighet og oppetid relatert til infrastrukturen for sine strekninger. Dersom eksempelvis dagens signalanlegg feiler er det områdedirektør eller banesjef som må svare for dette, uansett feilårsak. Med et ERTMS-system vil deler av funksjonaliteten i signalanlegget flyttes fra sporet til sentralutrustninger plassert i operasjonssenteret i Trondheim. I tillegg vil deler av funksjonaliteten flyttes fra sporet og inn i lokomotivene som eies av andre virksomheter enn Bane NOR.

Hvem som bør ha ansvar for oppetid, feilretting og vedlikehold i en fremtid med ERTMS gjenstår å beslutte, men i følge intervjupersonene ville et slikt valg vært svært vanskelig å gjøre uten erfaringer fra piloten på Østre linje. De endelige avklaringer henger i stor grad sammen med hva Bane NOR selv kan eller bør utføre i anleggene og hva leverandørene forbeholder seg retten til å stå for selv. Med ERTMS innføres et digitalt databasert signalanlegg, og i følge intervjupersonene tilsier erfaringer fra Østre linje at det med et slikt system vil bli et økende behov for 2. linjestøtte fra leverandørene. Slike erfaringer er viktig informasjon i arbeidet med nasjonal implementering.

Videre har piloten avdekket behov for å avklare innholdet i konkrete arbeidsoppgaver. Intervjupersonene trekker blant annet frem følgende:

- Hvem skal motta feilmeldinger?
- Hvor skal reservedelene lagres?
- Hvem skal ha ansvaret for konfigurasjonsstyring?
- Hvilken kompetanse bør «uteapparatet» besitte?
- Hvem tar ansvaret for å utarbeide retningslinjer og prosedyrer?
- Hvem skal utdannes til systemeksperter?
- Hvem skal ha ansvaret for totaliteten?
- Sentralstyring versus regionalt ansvar

Dette er alle viktige spørsmål å avklare. Flere av intervjupersonene mener at dette må komme på plass før den første strekningen i nasjonal implementering påbegynnes. Dermed vil de som får disse oppgavene kunne involvere seg i implementeringen på «sin banestrekning» tidlig i prosessen. Dette vil bidra til at Bane NORs organisasjon fremstår som klare til å drifte og vedlikeholde ERTMS fra dag én. Avklaringer av ansvar og arbeidsdeling internt og overfor eksterne (leverandør og togselskaper) i god tid før nasjonal implementering starter opp for fullt med sin første strekning etter piloten, vil skape en mer trygg og forutsigbar hverdag for de involverte. Jf. kapittel 4.3 om endringer i organisasjonsstruktur som følge av innovasjoner.



En viktig lærdom fra piloten er i følge en av intervjupersonene at «ERTMS ikke kan presses inn i dagens praksis». Det ville selvfølgelig vært behagelig å tilpasse ERTMS til dagens struktur og kultur i Bane NOR, men erfaringer fra piloten tilsier at dette ikke lar seg gjøre. ERTMS medfører såpass mye nytt at det faktisk er organisasjonen som må tilpasse seg ERTMS og dens forutsetninger og rammebetingelser, ikke motsatt. Jf. kapittel 4.3 om innovasjoners påvirkning på organisasjonskulturen.

### 7.6.3 Test av driftsscenarioer

I piloten på Østre linje er det gjort omfattende tester av ulike driftsscenarioer. Flere av intervjupersonene hevdet at det å kunne øve på scenarier i en pilot, det vil si å øve på driftssituasjoner som faktisk kan oppstå i en travel toghverdag, har bidratt sterkt til å redusere risiko for forsinkelser og stopp. Normale driftssituasjoner har i piloten ikke ført til de store utfordringer, det var i de unormale situasjonene (avvikssituasjoner) at det virkelig røyntet på. Da var det en stor fordel å ha øvd på slike situasjoner i forkant. Jf. Hovden (2015) i kapittel 4.1 om faren for storulykker i systemer i ubalanse (drift i avvikssituasjoner).

Piloten har testet ut ca. 20 ulike scenarier, og hvordan disse bør håndteres er viktig informasjon i det videre arbeidet med ERTMS. Et alternativ der hver strekning som utrustes med ERTMS selv skulle feile og lære gjennom ulike driftssituasjoner i skarp drift ville neppe blitt en suksess. En avklaring av slike forhold gjennom piloten bidrar til å redusere usikkerheter relatert til togledelse og fremføring sett fra førerrommet.

En av intervjupersonene sa det på denne måten: «Det er vanskelig å finne løsninger på et problem ved å lete i brukermanualer når et fullstet passasjertog står fast mellom to stasjoner. Dette er situasjoner som krever praktiske øvelser før de oppstår». Piloten på Østre linje har gjort det mulig å øve på slike situasjoner.

### 7.6.4 Leverandøravhengigheter

Ideelt sett skal en økt standardisering føre til færre bindinger mellom Bane NOR og leverandører av signalanleggene. Pilotprosjektet har imidlertid avdekket at ERTMS-systemene er mer leverandøravhengige enn opprinnelig forutsatt innenfor EU-kommisjonen og internt i Bane NOR. Enkelte har i intervjuene hevdet at dette kan ha sammenheng med at sikringsanleggene ikke er standardiserte. Andre hevdet at bindingene vil bli mindre etter hvert som systemet utvikles videre.

Uansett årsak er kunnskapene om slike bindinger viktige i de kommende anskaffelsesprosessene. Et bevisst forhold til dette reduserer usikkerheter omkring leveransenes omfang, planlegging av drift og vedlikehold, og koordinering med større utbyggingssjakter.

### 7.6.5 Kjøreaterferd

Usikkerheter og bekymringer knyttet til nødvendigheten av endret kjøreaterferd hos lokomotivførerne har vist seg i piloten å være grunnløse. Flere av intervjupersonene hevder at en hverdag med signalisering på førerpanelet fremfor signaler langs jernbanesporet så langt ikke har bydd på problemer for de lokomotivførerne som har trafikkert strekningen.

### 7.6.6 En fullskala pilot reduserer risiko

Et klart flertall av intervjupersonene mente at det var nødvendig med en fullskala pilot over en lengre strekning. Et alternativ med papirøvelser, simuleringer, studier av ERTMS i andre land etc. ville på langt nær erstattet den nytten som en fullskala pilot har hatt. Flere hevdet at ny teknologi har en mer eller mindre uforklarlig «iboende egenskap» som gjør at det er ved reell prøving og testing i full skala at feil og mangler oppdages.

Men også det motsatte kan skje med fullskalatesting, nemlig at det oppdages positive effekter som ingen tidligere har vært klar over. Piloten på Østre linje har ikke vært et unntak i så måte, eksempelvis blir daglig vedlikehold vesentlig mer redusert enn tidligere antatt. Når det gjelder programvare hevdes det at det muligens kan gjøres mer prøving i laboratorier før de programmene installeres for skap drift.

Det trekkes frem i flere av intervjuene at andre jernbaneforvaltninger har møtt på store problemer med ERTMS, og at de burde ha gått veien om en pilot slik som på Østre linje. I Sverige ble det første ERTMS-systemet etablert i forbindelse med byggingen Botniabanen, og ikke som et eget pilotprosjekt. ERTMS medførte forsinkelser i prosjektet og store driftsproblemer da banen åpnet i 2010. Etter dette er det installert ERTMS på flere strekninger, men driften går heller ikke der problemfritt. Dansk jernbane skal implementere ERTMS uten et forutgående pilotanlegg, og har lenge gitt uttrykk for at prosjektet gikk som planlagt med ferdigstilling i 2023. Men nylig ble det meldt om forsinkelser som fører til at store investeringer som er avhengige av ERTMS forskyves minst to år frem i tid.

En fullskala pilot på Østre linje gjorde det mulig å test ut og innhente pålitelige erfaringer om blant annet følgende forhold:

- Siden strekningen er elektrifisert gav dette mulighet til å prøve ERTMS i et driftsmiljø med returstrøm og EMC- og jordingsproblematikk
- Sameksistens mellom utstyr i spor og ombordutrusning
- Veisikringsanlegg
- Regelverk for fremføring
- Praktisk togledelse
- Praktisk oppstart og togkjøring i normal drift og i avvikssituasjoner
- Skifting (skifteområder /hensettingsspor)
- Betjening av nytt utstyr (normal drift og i avvikssituasjoner)
- Samhandling mellom ulike fagfelt og yrkesgrupper både i normal drift og i krevende avvikssituasjoner
- Opplæring
- På delstrekningen Rakkestad – Ise går det ingen ordinær togtrafikk, og på denne strekningen var det mulig å foreta en rekke tester som ellers neppe hadde blitt utført

Slike forhold hadde Bane NOR ikke fått anledning til å utforske uten en fullskala pilot over en viss strekning som Østre linje, fullt utrustet med stasjoner (inkludert kryssingsmuligheter), blokkstrekninger, et godt utvalg med sporveksler etc. Jf. Klev og Levin (2009) i kapittel 4.2 om nye arbeidssituasjoner.

### 7.6.7 Ha alltid en «plan B» på lur

Erfaringer fra Østre linje tilsier at det alltid er lurt å ha utarbeidet og tenkt gjennom en «plan B» når det skal prøves ut eller etableres noe som er nytt. Spesielt gjelder dette for forhold som kan føre til stopp og andre store problemer i togtrafikken. En slik plan B (bedskapsplan) reduserer



risikoen for konsekvenser av feil ved at prosjektet på forhånd har gått gjennom det som kan gå galt, konsekvenser og avbøtende tiltak. Det er som oftest for sent å finne alternative løsninger tidsnok når problemene har oppstått.

#### **7.6.8 ERTMS bør bygges ut med tilstrekkelig reservekapasitet**

På strategisk nivå i organisasjoner er det forventninger om at ERTMS skal gi betydelige gevinster i tillegg til de gevinstene som kan relateres til togfremføring og signalering. Det vil si at forventningene til ERTMS strekker seg utover det «rent» signaltekniske skopet.

Et eksempel på dette som ble trukket frem under intervjuene var innføringen av GSM-R som ble slutført ved JBV i 2007. Det ble på ledelsesnivå tidlig i prosessen drøftet hvilke tilleggsytelser som kunne realiseres i et GSM-R-system utover kun nødkommunikasjon mellom togleder og lokomotivfører. En av intervjupersonene hevdet at organisasjonen ikke var i stand til å ta dette inn over seg, muligens grunnet økte kostnader. Det har dessverre vist seg i etterkant at systemet ble bygget ut med for liten kapasitet for senere utvidelser av ytelse og funksjonalitet. Dette var en klar svakhet med en såpass stor satsning (rundt to milliarder kroner).

Bane NOR bør lære av dette, og løfte blikket for å se ERTMS i en større helhet både på kort og lang sikt. Det er derfor viktig å bygge ut ERTMS med en tilstrekkelig kapasitet (reserve) for å kunne ta høyde for en fremtidig produktutvikling innenfor intelligente transportsystemer (ITS) etc. Det vil oppstå nye innovasjoner før Bane NOR er ferdige med implementeringen av ERTMS i første halvdel av 2030, og som sannsynligvis kan benytte deler av systemet dersom det har tilstrekkelig kapasitet. Inntil Bane NOR selv har bruk for kapasiteten kan den leies ut til andre formål.

Det er følgelig viktig å bygge inn en god reservekapasitet og dermed redusere risikoen for at kapasiteten blir for liten.



---

## 8 Konklusjon

---

Piloten på Østre linje har bidratt til å forbedre ERTMS-teknologien og tilpasse denne til norske driftsforhold. Piloten viser at det ved overgang til ny signalteknologi som skal implementeres i stor skala på det norske jernbanenettet er behov for omfattende prøving, testing og læring før de nye systemene settes i ordinær (skarp) drift på hovedstrekningene.

ERTMS er basert på tekniske standarder som er vedtatt av EU og flere utenlandske jernbaner har tatt teknologien i bruk. Selv om ERTMS er (eller skal være) et felles europeisk system åpner standarden for visse nasjonale tilpasninger. Det er en erkjennelse at togfremføringen utøves forskjellig fra land til land selv om det de siste årene har pågått et massivt arbeid med harmonisering og standardisering av tekniske- og operasjonelle løsninger. Arbeidet med piloten har bekreftet at det har vært flere funksjoner i ERTMS som ikke har vært tilpasset det norske drifts- og kjøremønster.

Pilotprosjektet har samtidig indentifisert områder der det har latt seg gjøre å endre norsk praksis i tråd med funksjonaliteten i ERTMS. Eksempelvis nevnes overføring av signalering fra spor til lokomotivenes førerrom. Men all norsk praksis kan ikke endres som følge av ny teknologi og begrensinger i ERTMS. Eksempelvis vil det også i fremtiden være aktuelt på Østre linje å snu doble togsett på Mysen eller Rakkestad for å kjøre tilbake igjen til Oslo S, og veisikringsanlegg må Bane NOR leve med i mange år fremover.

Piloten har bidratt til å avklare og dokumentere at en rekke uavklarte driftsforhold faktisk fungerer tilfredsstillende med ERTMS. Eksempelvis har elektromagnetisk støy fra kontaktledningsanlegget ikke ført til problemer. Det er faktisk like viktig for en pilot å finne ut hva som fungerer som å finne ut hva som ikke fungerer. Dette er en effekt som lett glemmes når «regnskapet» skal gjøres opp.

Flere av forbedringspotensialene som er avdekket og løst i piloten er av en slik karakter at de hadde ført til stopp eller store og alvorlige forsinkelser i togtrafikken dersom disse hadde dukket opp i skarp drift på hovedstrekningene. Dette ville påført Bane NORs kunder en uholdbar situasjon. Flere europeiske jernbaner har undervurdert kompleksiteten i implementeringen av ERTMS, og derfor møtt på store problemer.

Det kan konkluderes med at uten en pilot ville norsk jernbane ikke ha vært godt nok forberedt på en nasjonal implementering. Det kan også konkluderes med at valget av Østre linje som pilotstrekning var korrekt. Tidspunktet for å gjennomføre en pilot passer godt sammen med en naturlig fornyelse av signalanleggene på det norske banenettet basert på alder og tilstand.

En storskala implementering av ERTMS i Bane NORs eksisterende infrastruktur er krevende. Det tar lang tid å gjennomføre slike tiltak, følgekostnadene (tilpasninger i andre delsystemer etc.) er stedvis store, og det er nødvendig å etablere langvarige overgangsløsninger.

Når Bane NOR står overfor valg av ny teknologi som skal implementeres i stor skala viser erfaringer fra ERTMS-arbeidet at de mest sentrale interessentene bør involveres allerede før de første strategidokumentene sendes på høring. Dette gjelder både internt og overfor eksterne aktører. Dette for å skape forståelse og kreativitet gjennom en målrettet involvering.

I arbeidet med tekniske innovasjoner er det viktig at Bane NOR, i tillegg til teknologiske vurderinger, også har et sterkt fokus på mulige endringer av ikke-tekniske forhold som organisasjonsstruktur, konsekvenser for kundene, organisasjonskultur etc.



---

## 9 Mulige temaer for videre forskning

---

Motivasjon, samhandling og kompetanse fremstår som de viktigste suksessfaktorene i pilotprosjektet på Østre linje. Dette betraktes som et viktig funn i oppgaven, og det bør være av interesse for Bane NOR å undersøke dette nærmere. Mulige temaer for videre forskning kan eksempelvis være:

- Motivasjonens betydning for endring og innovasjon ved Bane NOR. Hvilke faktorer har størst betydning for motivasjon relatert til innovasjonsarbeid? Eventuelle sammenhenger mellom transformativ ledelse og innovasjonsprosesser ved Bane NOR. Jf. kapittel 4.2.
- Praktisk samhandling i Bane NORs innovasjonsvirksomhet, erfaring og betydning.
- Kompetanse og organisatorisk læring ved Bane NOR. Læringsløyper relatert til innovasjon og endring, inkludert utarbeidelse av sluttrapporter ved prosjektavslutning og bruk av disse videre i organisasjonen.

Et annet aktuelt tema for videre forskning kan være en casestudie av «early deployment» mellom Roa og Hønefoss. Se kapittel 6.5.1. Dette for å undersøke nytten av en slik prøvestrekning relatert til innovasjon og endring.

Som det fremkommer av kapittel 6 var det en del «frem og tilbake» i de formelle beslutningsprosessene relatert til valg av ERTMS og pilotstrekning. Fra og med 01.01.2017 har vi fått nye formelle strukturer i forbindelse med ny jernbanereform (Samferdselsdepartementet, 2015). Det bør være av interesse for Bane NOR å etablere en beste praksis for strategiske beslutninger relatert til innovasjon og endring ved å studere relevant litteratur og praktiske erfaringer fra jernbanereformen.



---

## 10 Referanser

---

- Aarseth, Wenche (2014): Project Management – A New Mindset for Success, Collaborative Business and Global Mindset, Fagbokforlaget, ISBN 978-82-450-1716-8.
- Aasen, Tone Merethe, Oscar Amundsen (2011): Innovasjon som kollektiv prestasjon, Gyldendal, ISBN 978-05-40955-2.
- Akersposten (2016): Kristiania og Aker sporveiskomiteé, <http://akersposten.no/nyheter/fornebubanen-ligger-100-ar-etter-planen/19.73>, 31.03.2016.
- Amundsen, Oscar, Trond Kongsvik (2010): Endringskynisme, Gyldendal, ISBN 978-82-05-38402-6.
- Bane NOR (2017 a): Banestrekninger, <http://www.banenor.no/Jernbanen/Banestrekninger1/>, 07.02.2017.
- Bane NOR (2017 b): Bane NORs tekniske regelverk, <https://trv.jbv.no/wiki/Forside>, 08.02.2017.
- Biong, Harald, Erik B. Nes (2009): Markedsføring på bedriftsmarkedet, Universitetsforlaget, ISBN 978-82-15-01409-8.
- CargoNet (2005): Brev fra CargoNet til Jernbaneverket, Høringssvar Jernbaneverkets forslag til ny signalstrategi, JBV's saksref. 200404998-25, 12.12.2005.
- De Wit, Bob, Ron Meyer (2014): Strategy, and international perspective, Cengage Learning, fifth edition, ISBN 978-1-4080-8267-6.
- Det Store norske leksikon (2016 a): Infrastruktur, <https://snl.no/infrastruktur>, 20.08.2016.
- Det Store norske leksikon (2016 b): Samferdsel, <https://snl.no/samferdsel>, 15.11.2016.
- DNV GL AS, ÅF Advancia AS, Samfunns- og næringslivsforskning AS (2015): Rapport fra kvalitetssikring, KS2 av ERTMS, fase 1, Samferdselsdepartementet og Finansdepartementet, rapport nr.: 2015-0576, Rev. 1.0, 01.07.2015.
- Edwards, Paul N (2010): A Vast Machine, Computer models, climate data, and the politics of global warming, The MIT-Press, ISBN 978-0-262-01392-5.
- Farrell, Joseph, Garth Saloner (1986): Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncement, and Predation, The American Economic Review, december 1986, 940-955.
- Glueck, William F., Lawrence R. Jauch (1984): Business Policy and Strategic Management, International Student Edition, ISBN 0-07-023531-7.
- Gulowsen, Jon, Helge Ryggvik (2004): Jernbanen i Norge 1854-2004, Nye tider og gamle spor 1940-2004, Vigmstad/Bjørke, ISBN 82-419-0332-4.
- Holt, Knut (2002): Market Oriented Product Innovation, A Key to Survival in the Third Millennium, Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-7138-8 .

Hotchkiss, D., general editor: Bailey, Colin (1995): European Railway Signalling, Institution of Railway Signal Engineers, ISBN 0-7136-4167-3.

Hovden, Jan (2015): Foiler fra andre samling 28.01.2015, forelesning på kurset SOS6520 Sikkerhet og organisasjon, NTNU-Videre, upublisert.

Howe, Cymene, Jessica Lockrem, Hannah Appel, Edward Hackett, Dominic Boyer, Randal Hall, Matthew Scheider-Mayerson, Albert Pope, Akhil Gupta, Elizabeth Rodwell, Andrea Ballesterio, Trevor Durbin, Farés el-Dahdah, Elizabeth Long, Cyrus Mody (2015): Paradoxical Infrastructures: Ruins, Retrofit, and Risk, Article, Science, Technology, & Human Values 1-19, Sage.

Hughes, Thomas P (1987): The evolution of Large Technological Systems, The Social Construction of Technological Systems eds. Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes, and Trevor Pinch, MIT Press: Cambridge, MA, s. 51-82.

Jacobsen, Dag Ingvar, Jan Thorsvik (2013): Hvordan organisasjoner fungerer, 4. utgave, Fagbokforlaget, ISBN 978-82-450-1445-7.

Jernbaneverket (2004 a): Forstudie for strategi for implementering av ERTMS, 25.06.2004.

Jernbaneverket (2004 b): Brev fra Jernbaneverket til Statens jernbanetilsyn, oversendelse av forstudie, JBV's saksref. 200401323-4, 15.07.2004.

Jernbaneverket (2005 a): Internt notat, høring i Jernbaneverket, Signalstrategi 2005-2015, ERTMS migrasjonsstrategi og Implementeringsplan, JBV's saksref. 200404998-5, 28.06.2005.

Jernbaneverket (2005 b): Internt notat, JL-sak 173/05, Signalstrategi og implementeringsplan for ERTMS, JBV's saksref. 200505000 og 200500416, datert 30.08.2005.

Jernbaneverket (2005 c): Brev fra Jernbaneverket til Statens jernbanetilsyn, Plan for innføring av ERTMS, JBV's saksref. 200401323-9, 06.09.2005.

Jernbaneverket (2005 d): Jernbaneverkets forslag til ny signalstrategi, høringsutgave, 02.11.2005.

Jernbaneverket (2005 e): Brev fra Jernbaneverket til togselskapene, Invitasjon til høring av Jernbaneverkets forslag til ny signalstrategi, JBV's saksref. 200404998-19, 04.11.2005.

Jernbaneverket (2006 a): Internt notat, JL-sak 230/06, Implementeringsplan for ERTMS, JBV's saksref. 200600173 og 200600172, 31.10.2006.

Jernbaneverket (2006 b): Brev fra Jernbaneverket til togselskapene, Signalstrategi – ERTMS implementeringsplan, høring av skisse til ERTMS implementeringsplan, JBV's saksref. 200404998-36, 28.11.2006.

Jernbaneverket (2007): Brev fra Jernbaneverket til Statens jernbanetilsyn, Plan for innføring av ERTMS, Oversendelse av ERTMS-implementeringsplan, JBV's saksref. 200401323-17, 25.05.2007.

Jernbaneverket (2008): Brev fra Jernbaneverket til Statens jernbanetilsyn, Plan for innføring av ERTMS, Justert implementeringsplan, beslutning om å sette i drift erfaringsstrekning i 2014, JBV's saksref. 200401323-21, 09.07.2008.



Jernbaneverket (2009 a): Instruks for Jernbaneverket, fastsatt 12. 06.2009, STY- 601305 rev. 1.

Jernbaneverket (2009 b): Konseptvalgutredning for ERTMS/ETCS, 30.04.2009.

Jernbaneverket (2009 c): Hovedplan ERTMS Erfaringsstrekning, Østfoldbanens Østre linje, 15.10.2009.

Jernbaneverket (2011 a): Slik fungerer jernbanen, En presentasjon av trafikksystemets infrastruktur, informasjonshefte.

Jernbaneverket (2011 b): Konseptvalgutredning (KVU) for overgang til ny teknologisk plattform for signalsystem, 30.06.2011.

Jernbaneverket (2012): Jernbaneverkets overordnet teknologiske strategi, januar 2012.

Jernbaneverket (2013): Strategi for forskning og utvikling, februar 2013.

Jernbaneverket (2014): Handlingsprogram 2014-2023, 13.02.2014.

Jernbaneverket (2015): Nasjonal signalplan, Fornyelse og investering i jernbanens signalanlegg, Innføring av ERTMS, Jernbaneverket.

Jernbaneverket (2016 a): Jernbanestatistikk 2015, 1996-2015, Jernbaneverket, mai 2016.

Jernbaneverket (2016 b): Årsrapport 2015, april 2016.

Jernbaneverket (2016 c): Prosjektevalueringsrapport av erfaringsstrekning ERTMS Østre linje med stasjonstiltak, Jernbaneverket, 23.11.2016.

Jernbaneverket, Kystverket, Avinor og Statens vegvesen (2016): Grunnlagsdokument, Nasjonal Transportplan 2018-2029, 29.02.2016.

Johannessen, Asbjørn, Per Arne Tuft og Line Christoffersen (2010): Introduksjon til samfunnsvitenskapelige metoder, 3. opplag 2015, Abstrakt forlag, ISBN 978-7935-298-3.

Keen, Peter G.W. (1981): Information System and Organizational Change, Communications of the ACM, Volume 24, Number 1, 24-33.

Klev, Robert, Morten Levin (2009): «Forandring som praksis», 2. utgave, Fagbokforlaget, ISBN 978-82-450-0720-6.

Kottler, Philip (1986): Principles of marketing, Third edition, Prentice-Hall International Editions, ISBN 0-13-701830-4.

Krogstad, Julie Runde (2013): Organisering av persontransport på jernbane i Europa: En kunnskapsoversikt, TØI-rapport 1273/2013, ISSN 0808-1190.

Kvale, Steinar og Svend Brinkmann (2015): Det kvalitative forskningsintervju, 3. utgave, Gyldendal akademisk, ISBN 978-82-05-46354-7.

Larkin, Brian (2013): The Politics and Poetics of Infrastructure, Annual Review of Anthropology, 42: 327-43.

Lochman, Libor, koordinert av Peter Winter (2009), Compendium on ERTMS, European Traffic Management System, chapter 2, Eurail press, ISBN 978-3-7771-0396-9.

Monteiro, Eric (1998): Scaling Information Infrastructure: The Case of Next-Generation IP on the Internet, The Information Society, 14: 229-245.

Norsk Lokomotivmannsforbund (2005): Brev fra Norsk Lokomotivmannsforbund til Jernbaneverket, svar på høring av ny signalstrategi, JBV's saksref. 200404998-21, 12.12.2005.

NSB (2005): Brev fra NSB til Jernbaneverket, Høring Jernbaneverkets forslag til ny signalstrategi, JBV's saksref. 200404998-24, 23.11.2005.

NSB (2007): Brev fra NSB til Jernbaneverket, Høring av implementeringsplan for innføring av ERTMS, JBV's saksref. 200404998-37, 15.01.2007.

Parellós, Asier, Unai Hernandez-Jayo, Enrique Onieva, Ignacio Garcia-Zuazola (2016): Intelligent transport systems, technologies and application, Wiley, ISBN 078-1-118-89478-1.

Paye, Simon (2007): Europeanising Railways, The Large Technical Standardization of Railway Signalling, Maastricht University, Master Thesis.

Rodgers, F.G. "Buch" Rodgers with Robert L. Shook (1986): The IBM way, Harper & Row, ISBN 0-06-015522-1.

Ryggvik, Helge (2016): Sporskiftet, Jernbaneverket 1996-2016, Forlaget Press, ISBN 978-82-328-0121-3.

Røvik, Kjell Arne (2007): Trender og translasjoner, Ideer som former det 21. århundrets organisasjon, Universitetsforlaget, ISBN 978-82-15-01116-5.

Safetec (2015): Kartlegging av sikkerhetskulturen i Jernbaneverket – del A.

Samferdselsdepartementet (2007): Brev fra Samferdselsdepartementet til Jernbaneverket, Ekstern kvalitetssikring tidligfase (KS1) – generelt og konkret, JBV's saksref. 200404881-42, 31.08.2007.

Samferdselsdepartementet (2009): St.meld. nr. 16 (2008-2009), Nasjonal Transportplan 2010-2019.

Samferdselsdepartementet (2010): Brev fra Samferdselsdepartementet til Jernbaneverket, KVVU for overgang til ny teknologisk plattform for signalanlegg - oppdraget, JBV's saksref. 200605702-29, 03.09.2010.

Samferdselsdepartementet (2012): Brev fra Samferdselsdepartementet til Jernbaneverket, ERTMS – Orientering om regjeringens beslutning, JBV's saksref. 201211275-2, 26.11.2012.

Samferdselsdepartementet (2013): Meld. St. 26 (2012-2013), Melding til Stortinget, Nasjonal Transportplan 2014-2023.

Samferdselsdepartementet (2015): Meld. St. 27 (2014-2015), Melding til Stortinget, På rett spor, Reform av jernbanesektoren.

Samferdselsdepartementet (2016): Prop. 1S (2016-2017), Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak), for budsjettåret 2017.

Schiefloe, Per Moren (2011): Mennesker og samfunn, innføring i sosiologisk forståelse, Fagbokforlaget, ISBN: 978-82-450-0282-9.

Stanley, Peter (2011): ETCS for engineers, DVV Media Group publication, ISBN 978-3-771-0416-4.

Star, Susan Leith (1999): The Ethnography of Infrastructure, American Behavioral Scientist, 43: 377-391.

Star, Susan Leigh, Geoffrey C. Bowker (2002): Handbook of New Media: Social Shaping and Social Consequences of ICTs, Updated Student Edition, Chapter 11: How to Infrastructure, ISBN 9780761965107.

Statens jernbanetilsyn (2004): Brev fra Statens jernbanetilsyn til Jernbaneverket, Plan for innføring av ERTMS, JBV's saksref. 200401323-1, 03.03.2004.

Statens jernbanetilsyn (2017 a): Sikkerhetsstyringsforskriften, FOR-2011-04-11-389.

Statens jernbanetilsyn (2017 b): Infrastrukturforskriften, FOR-2011-04-11-388.

Synnevåg, Marit C. (2013): Å endre en kjempe av jern, En caseanalyse av Samhandlingsprogrammet i Jernbaneverket, Avhandling avlagt ved Handelshøjskolen i København (CBS) og Institut for Uddannelse og Pædagogikk, Aarhus Universitet (DPU) for graden, Master of Knowledge Management (Master i kunnskapsledelse).

Tidd Joe, John Bessant (2013): Managing Innovation, Integrating Technological, Market and Organizational Change, Wiley, ISBN 978-1-118-71694-6 (iebk).

Winter, Peter (2009), Compendium on ERTMS, European Traffic Management System, chapter 5, Eurail press, ISBN 978-3-7771-0396-9.



---

## 11 Begreper og forkortelser

---

*Akseltellere:* Akseltellere er et togdetekteringssystem som erstatter de tradisjonelle sporfeltene.

*ATC:* Automatic Train Control. Automatisk togkontroll.

*Balise:* En innretning i sporet for punktvis overføring av informasjon til lokomotiv. Baliser gir informasjon om hastighet, avstand og stigning/fall. En balise kan være styrbar eller fast kodet.

*Banestrekning:* En definert strekning av et jernbanespor.

*CTC:* Centralized Traffic Control. Fjernstyring.

*DATC:* Delvis utrustet ATC, tidligere kalt automatisk togstopp. Opplysning om tillatt hastighet benyttes ikke.

*ERTMS:* European Rail Traffic Management System.

*ETCS:* European Train Control System.

*FATC:* Fullt utrustet ATC. Den overførte signalinformasjon inneholder opplysning om tillatt hastighet.

*GSM-R:* En type digitalt togradioanlegg definert av UIC som en standard for europeiske jernbaner for å ivareta krav til grenseoverskridende trafikk.

*JBV:* Jernbaneverket

*KS1:* Ekstern kvalitetssikring av konseptvalg. Samferdselsdepartementet har i samråd med Finansdepartementet fastsatt retningslinjer for ekstern kvalitetssikring av konseptvalg innen veg- og jernbanesektoren. Ordningen innebærer at det for alle investeringstiltak med en antatt kostnad over 750 mill. kr inkl. mva. skal utarbeides en konseptvalgutredning (KVU) som grunnlag for KS1.

*RBC:* Radio Block Senter. Teknisk enhet i et ERTMS-anlegg som arbeider sammen med sikringsanlegget for å kontrollere togbevegelser.

*Rullende materiell:* En fellesbetegnelse for lokomotiver, vogner, motorvognsett som kjøres på infrastrukturen. Om arbeidsmaskiner (såkalte gule maskiner) inngår i begrepet varierer.

*Signalanlegg:* Komplette anlegg, eller deler av anlegg. Samlebetegnelse for sikringsanlegg, linjeblokk, veisikringsanlegg, fjernstyringsanlegg, skiftestillverk m.m.

*Sikringsanlegg:* Anlegg som tjener til å sikre kjøring av tog og skift. Sikringsanlegget kan bestå av stillverk med hovedsignaler for inn- og utkjøring, sporisolering i togsporene og sentralstilte sporveksler/sporsperrer. Sikringsanlegget kan også bestå av et enkelt innkjørsignal. Håndstilte sporveksler/sporsperrer som inngår i sikringsanlegget har rigel eller kontrollås.

*STM:* Specific Transmission Module. Gjør at tog med ETCS-ombordutstyr kan framføres på ATC-strekning.

*Togleder:* Togleder har ansvaret for å overvåke og lede togfremføringen og annen virksomhet som har betydning for trafiksikkerheten.

*TSI:* Tekniske Spesifikasjoner for Interoperabilitet. Med interoperabilitet menes samtrafikkevne, det vil si at alle tog i Europa kan kjøre på alle jernbanestrekninger.

*Veisikringsanlegg:* Jernbaneverkets betegnelse for signalanlegg på planovergang.

Kilde: I hovedsak hentet fra Bane NOR (2017 b).

---

## 12 Etterord

---

Som seg hør og bør skal det deles ut noen verbale blomster til de som har bidratt mest med oppgaven. Blomstene går til nærmeste familie for gode innspill og tålmodighet, ledelsen ved Plan og teknikk (Bane NOR) som har gjort studiet mulig, ERTMS-organisasjonen som stilte «piloten» til disposisjon, intervjupersonene, Bane NORs bibliotek, NTNU Videre for et fremragende tilbud til «godt voksne» og til Thomas Østerlie (NTNU) som stilte opp som veileder og motivator. En bukett verbale blomster går også til de forfatterne som har gjort det mulig for meg å bruke relevant litteratur som underlag, utgangspunkt for drøftelser og ideer.

Gjennom masteroppgaven har jeg fått en unik mulighet til å tilføre forskningen ny empiri fra jernbanesektoren, samtidig som jeg håper at innholdet kan benyttes av Bane NOR i arbeidet med å styrke arbeidet med innovasjoner. Mitt innerste ønske er at oppgaven kan brukes i opplæringen av den yngre garde som skal jobbe med jernbane i mange år fremover. Da vil jeg føle at jeg har gitt noe tilbake som takk for en interessant arbeidsplass gjennom mange år.

Det var viktig å avgrense studiet til et håndterlig omfang. Det er ikke mulig å løse alle Bane NORs utfordringer i én masteroppgave.

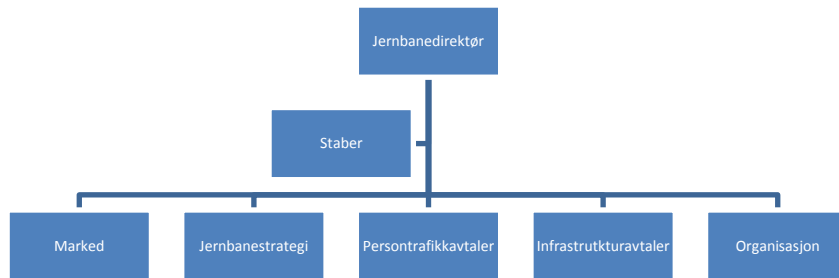
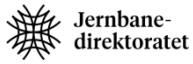
Stanley Jacobsen synger i den kjente visa si at «*ein skigard kan'kje vara evig, veit du*». Denne sannheten gjelder også for Bane NOR. Jernbaneteknologien, Bane NOR, kundene, omverden og forståelsen av infrastrukturen vil alltid være i kontinuerlig endring. Skal vi lykkes med en jernbane for fremtiden må hver enkelt av oss gripe de positive mulighetene som finnes i de kommende innovasjoner og endringsprosesser.



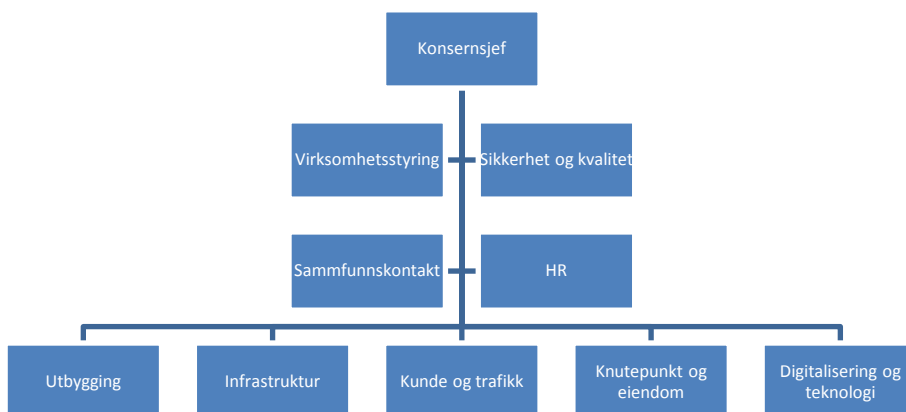


## 13 Vedlegg

### 13.1 Vedlegg 1. Organisasjonskart Jernbanedirektoratet og Bane NOR SF



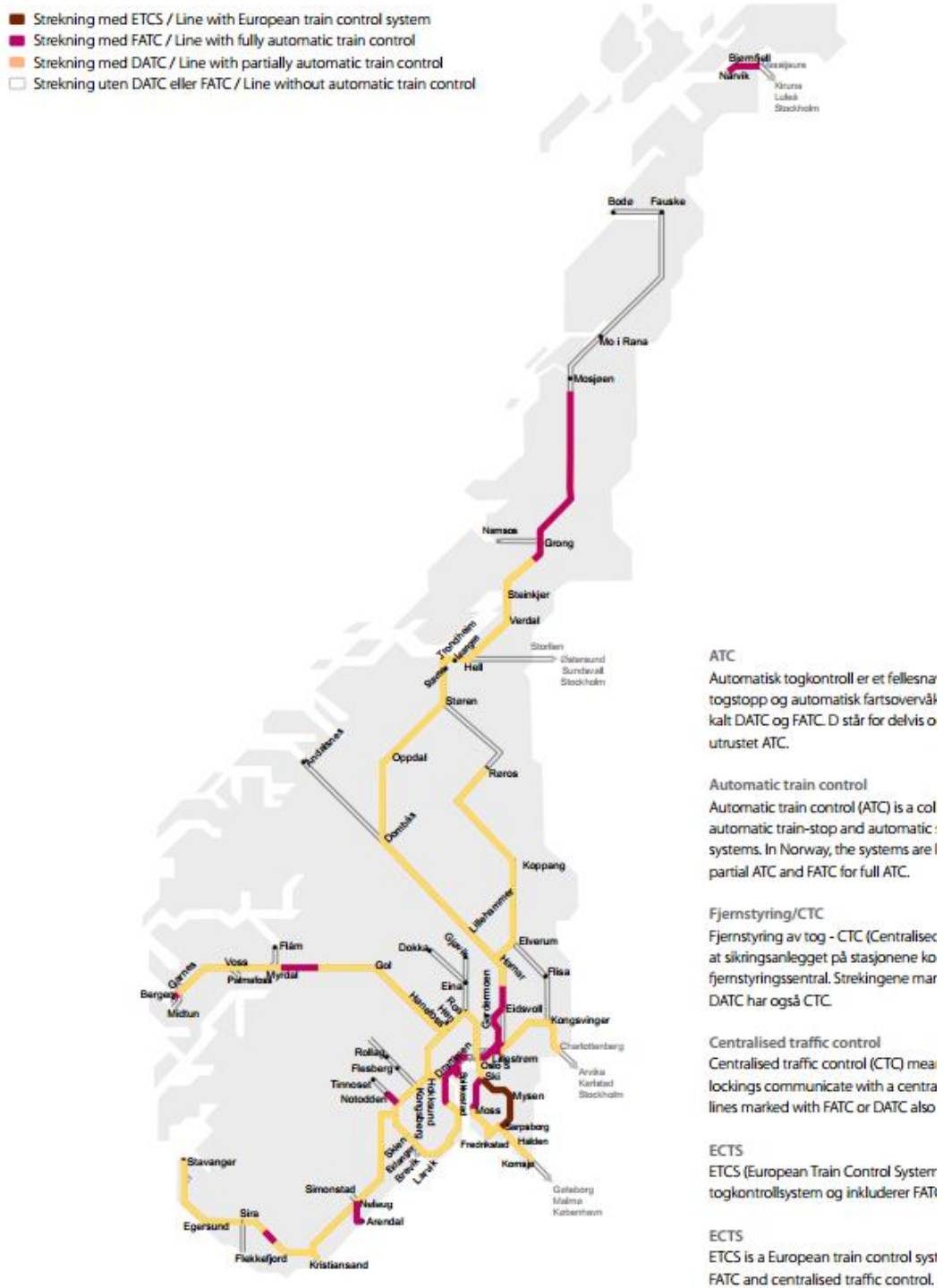
Figur 13.1.1 Organisasjonskart for Jernbandedirektoratet.



Figur 13.1.2 Organisasjonskart for Bane NOR SF.



## 13.2 Vedlegg 2. Omfanget av Bane NORs signalanlegg



Figur 13.2.1 En grov oversikt over omfanget til Bane NORs signalanlegg (Jernbaneverket, 2016 a).



### 13.3 Vedlegg 3. ETCS/ERTMS – teknisk beskrivelse

Dette vedlegget gir en forholdsvis kortfattet og grov beskrivelse, men anses som tilstrekkelig for oppgaven. For mer utfyllende informasjon henvises til faglitteraturen.

European Train Control System (ETCS) er en ny europeisk standard for hastighetsovervåkning og signalering. Formålet med en slik standardisering er å sikre en god interoperabilitet (samtrafikkevne) innenfor EU og EØS-landene ved at togene kan passere landgrensene uten å møte tekniske og operasjonelle hindringer. ETCS oppfattes innenfor jernbanesektoren som en innovasjon, og vil blant annet bidra til økt konkurransekraft på følgende måter/områder:

- Togene kan kjøre gjennom de ulike land uten å bytte lokomotiver ved grensestasjonene
- Det er ikke nødvendig å bytte lokomotivførere og annet ombordpersonell ved kjøring over landegrensene
- Ved at det samme togmateriellet kan benyttes i flere land forventes det at flere aktører kan delta i landenes anbudsutsetting av persontogtrafikken
- En standardisering bør medføre en kostnadsreduksjon ved anskaffelser, drift og vedlikehold av utstyr i både infrastruktur og tog
- Økt sikkerhet

ETCS er utviklet for tre nivåer (nivå 1, 2 og 3). Nivå 1 og 2 er i bruk på flere europeiske strekninger, mens nivå 3 er en visjon om en fremtid der togene selv detekterer om sporet foran seg er fritt for andre tog. Jernbaneverket har valgt ETCS nivå 2, oftest betegnet som European Rail Traffic Management (ERTMS), som ny teknologisk løsning for sine signalanlegg.

#### **ETCS nivå 1**

Funksjonaliteten for ETCS nivå 1 samsvarer i stor grad med det systemet som JBV i dag benytter for fullt utrustet automatisk togkontroll (FATC). Det vil si at ETCS nivå 1 er en standard for å overvåke at toget ikke kjører mot rødt signal eller har for stor hastighet. Begge disse kontrollfunksjonene betegnes som hastighetsovervåkning.

Informasjon (radiosignaler) om togets tillatte hastighet overføres mellom tog og sikringsanlegg ved hjelp av eurobaliser plassert i sporet. Informasjonen oppdateres (samples) ved togets balisepassering, og ETCS nivå 1 gir således ikke en kontinuerlig hastighetsovervåkning. Informasjon til sikringsanlegget om togets plassering håndteres av systemet for togdeteksjon (sporfelt eller akseltellere). Lokomotivfører mottar informasjon om signaleringen fra sikringsanlegget via optiske signaler plassert langs sporet slik vi er vant med fra dagens infrastruktur.

Tog som skal trafikkere en ETCS nivå 1 strekning må ha installert en teknisk omborutrustning spesielt konstruert for dette formålet og en Driver Machine Interface (DMI) på lokomotives førerpanel. Tog med tradisjonell ATC kan ikke trafikkere en ETCS nivå 1-strekning. Med ETCS nivå 1 beholder landene sine særegne regler for signalering og fremføring, noe som er en klar ulempe for harmonisering og interoperabilitet.

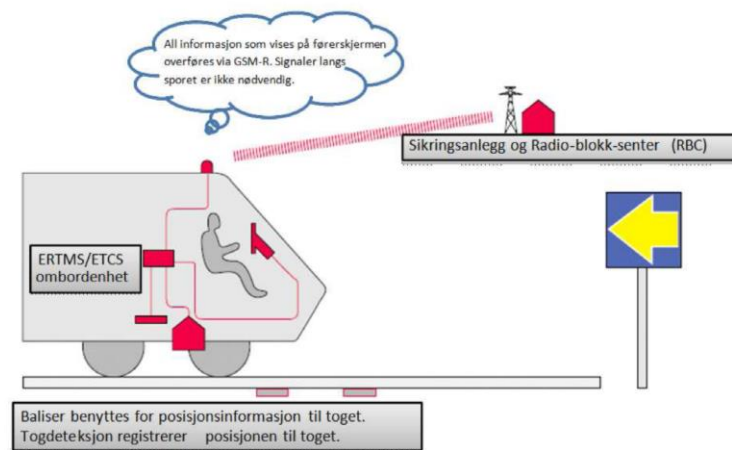
#### **ETCS nivå 2 (ERTMS)**

ETCS nivå 2 (ERTMS) er et digitalt databasert signalsystem der togene fremføres uten bruk av utvendige optiske signaler. Store deler av systemet opererer i sann tid (real-time software). Lokomotivfører får all nødvendig informasjon fra førerpanelet i lokomotivet og signalskilt langs sporene. Populistisk kan vi si at lokomotivføreren med ERTMS får opp et slags “elektronisk bilde” i førerpanelet som viser strekningen foran seg med aktuelle data for togkjøring. ERTMS

setter dermed krav om en annen kjøreatferd og andre trafikkregler sammenlignet med dagens signalanlegg. Funksjonalitet og teknologi er vesentlig forskjellig fra dagens signalanlegg ved JBV og ETCS nivå 1.

Med ERTMS er det innført en enhet kalt radioblokk-senter som sørger for å gi den nødvendige kjøretiltatelse (movement authorities) på en definert strekning. Toget kommuniserer med dette radioblokk-senteret, sikringsanlegget og fjernstyringsanlegget (togledelsen) via GSM-R.

Togene «avleser» sin posisjon på strekningen ved passering av eurobalisere plassert i sporet, og sender denne informasjonen videre til radioblokk-senteret. Informasjon til sikringsanlegget om togets plassering i forhold til sporavsnittene håndteres av systemet for togdeteksjon (sporfelt eller akseltellere). Med ERTMS oppnås det en kontinuerlig hastighetsovervåking av togene, noe som gir en vesentlig sikkerhetsforbedring. Dette er en sikkerhetsbarriere som lokomotivførerne har etterspurt.

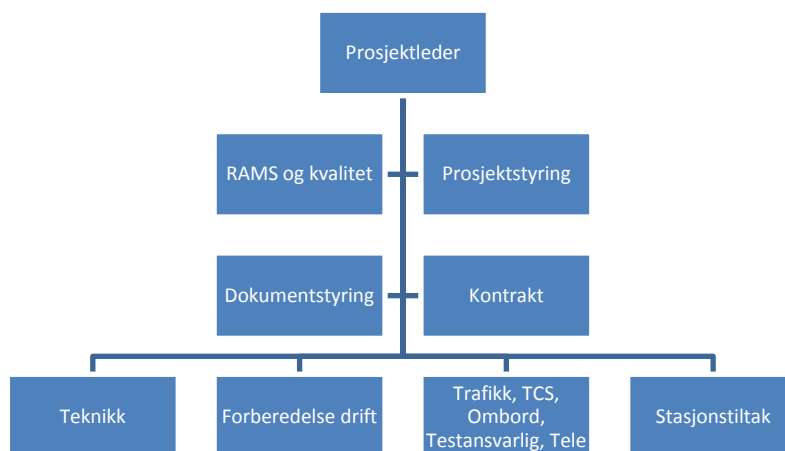


**Figur 13.1** Prinsippskisse for ERTMS (Jernbaneverket, 2011 b, s. 11).

Som for ETCS nivå 1 må tog som skal trafikkere en ERTMS-strekning ha installert en teknisk omborutrustning og en Driver Machine Interface (DMI) på lokomotives førerpanel. For at togene skal kunne trafikkere en ATC-strekning må togene utrustes med en STM.

Kilder: Winter (2009, kap. 5), Stanley (2011), Jernbaneverket (2011 a)

## 13.4 Vedlegg 4. Organisasjonskart pilotprosjektet



**Figur 13.4.1** Organisasjonskart for pilotprosjektet pr. desember 2015 (Etter: Erik Mæhlum, Bane NOR).





## 13.5 Vedlegg 5. Intervjuguide

### Spørsmål/temaer

Hvordan har du vært involvert i pilotanlegget på Østre linje?

Hva er ditt inntrykk av JBV's tradisjoner for å etablere tekniske piloter når vi står overfor noe nytt (ny teknologi, nye trafikkregler etc.). Har JBV tradisjoner for å etablere piloter?

Hvorfor ble det vedtatt å etablere en ERTMS-pilotstrekning? Full enighet i ledelsen? Enkelte røster hevdet at ERTMS var hyllevare?

Hva anså/anser ledelsen som de største utfordringene med piloten? (Fordeler og ulemper, styrke og svakheter)

Hvordan har ledelsen engasjert seg i oppfølgingen av piloten?

Hva anser du er ledelsens forventninger til piloten?

Kan du si noe om din oppfatning av piloten på Østre linje?

Hva er dine forventninger til piloten?

Hva oppfatter du er det viktigste pilotarbeidet bør avklare, finne ut og teste? (Teknisk, togfremføring, ikke-tekniske forhold som struktur, kultur, interaksjon, relasjoner etc.). Piloten er jo ikke kun teknisk. Ofte har vi lett for å tenke en «teknisk» pilot.

- Sett fra strategisk nivå
- Sett fra togledelsen
- Sett fra prosjektnivå
- Sett fra drift og vedlikehold
- Sett fra lokførers nivå

Kan du si litt om hvordan ERTMS påvirker samspillet mellom signalmontør, operasjonssenteret på Marienborg, togleder og lokfører?

Kan du si litt om samarbeidet JBV, NSB/lokfører, leverandør? Også ikke-tekniske erfaringer – samarbeid (samspill) mellom aktørene

Hvor viktig er det med samspill med leverandørene om ting som er nytt? (Teste sammen med leverandør)

Ytre signalering versus signalering i førerrom

Tilpasning til norske driftsforhold

Behov for kompetanse (i piloten og senere i nasjonal implementering)

Hvordan håndteres togkjøringen med ERTMS?

Hva er de største forskjellene med tanke på fremføring av tog med ERTMS sammenlignet et konvensjonelt signalanlegg? (Forskjellen på trafikkreglene etc.)

Hva er den største forskjell i regelverket mellom en konvensjonell strekning og en ERTMS-strekning?

Hvordan ble fremføring av togene håndtert på Østre linje før overgangen til ERTMS?

Ansvarsforhold mellom JBV, Statens jernbanetilsyn, leverandør og NSB i piloten. Hvem hadde/har ansvar for hva?

Samarbeid/involvering i dette arbeidet (JBV og lokomotivførerne)

De største utfordringene med nytt regelverk for ERTMS?

De største forskjeller mellom eksisterende signalanlegg og ERTMS sett fra lokomotivførers situasjon? De største utfordringene i overgangen?

Hvordan ser du for deg hva resultatene og lærdommen fra piloten kan brukes videre? Hvordan tenker du at dette kan påvirke overordnede strategier og den videre utrulling?

Læringen fra piloten. Hvordan kan denne dras inn i det videre arbeidet? (Læringssløyfer etc.)

Hvordan ivaretas erfaringene fra Østre linje i det videre arbeidet med nasjonal implementering?

Hvordan «høster» dere erfaring fra piloten? (Systematikk, møter, rapporter, milepæler etc.)

Har det vært behov for endringer i prosjektet underveis?

Har det vært noen konflikter underveis som er verdt å nevne?

Hvorfor var det nødvendig med en fullskala pilot? Kunne vi ha klart oss med arbeidsgrupper, simuleringer, en liten begrenset “prøveinstallasjon” etc.?

Din vurdering av behovet for standardisering av signalanlegg. Ville en slik standardisering vært mulig uten påtrykk fra EU og lovbestemmelser?

Hvor overbevist er du om at det var riktig å beslutte en pilotinstallasjon? (Hvorfor?)

Hvor viktig er piloten i et strategisk perspektiv?

Hvor viktig er piloten i et samfunnsøkonomisk perspektiv? Hvor viktig er det å vise for omverden at JBV tenker fremover?

Hvor viktig er piloten i et vedlikeholdsperspektiv?

Hvor viktig er piloten i et sikkerhetsmessig perspektiv? (Ny sikkerhetsgodkjenning). Har du inntrykk av Statens jernbanetilsyn støtter oss i piloten fremfor en rask utbygging på hovedstrekningen?

Kortere levetid med databaserte anlegg, eventuelle oppgraderinger av programvareversjoner. Spesielle utfordringer knytt til dette?

Var Østre line den rette plassen for en pilot? (Hvorfor?) Nordre del av Nordlandsbanen (Mosjøen-Bodø) var jo også aktuell en stund

Erfaringer – hva har vi lært? Hvordan vil dette kunne påvirke den videre implementeringen nasjonalt?

Resultater av piloten så langt (funn, overraskelser, optimaliseringer, erfaringer). Positive og negative overraskelser

Hva er det som gjenstår av teknisk utvikling før vi kan si at ERTMS er skreddersydd for norske forhold?

Slik du ser det: Hva er de viktigste utfordringene i den videre implementeringen av ERTMS etter piloten? (Tekniske og ikke-tekniske)



D

