

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen

Kjetil Myhre

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2015

Hovedveileder: Tor Engebret Onshus, ITK

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for teknisk kybernetikk

Forord

Masteroppgaven er utarbeidet som en del av graden erfaringsbasert master i jernbane ved Norges teknisk – naturvitenskapelig universitet (NTNU) i Trondheim. Arbeidet utgjør 30 studiepoeng og ble utført høst 2014 og vår 2015. Gjennom 5 års prosjektarbeid i Jernbaneverket har det blitt vekket en interesse for signalanleggenes vedlikehold og da spesielt den nært forestående fornyelsen av dette.

Gjennom arbeidet med masteroppgaven så har det blitt sett på vedlikehold og kostnader av et relebasert sikringsanlegg samt hvordan vedlikeholdsarbeider er tenkt gjennomført når det nye European Rail Traffic Management System(ERTMS) blir tatt i bruk.

Først og fremst vil jeg takke min veileder i Jernbaneverket, Kjell Holter for godt samarbeid og nyttige diskusjoner og innspill. Kjell Holter har bidratt til å belyse temaer ved oppgaven samt gitt støtte og motivasjon i tiden jeg har arbeidet med oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til faggrupeleder Arne Olav Solberg på Gjøvikbanen for å dele sin kunnskap og erfaring med meg. Videre retter jeg en takk til Lars Rehnberg for god hjelp og støtte for å hente ut samt presentere datagrunnlag fra Banedata. Til slutt vil jeg takke medstudenter for gode råd og svært god støtte gjennom arbeidet med oppgaven.

Jaren 15.5.2015

Kjetil Myhre

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Sammendrag

Utrulling av det nye European Rail Traffic Management System (ERTMS) er en av de største informasjons teknologiske investeringer i Norge og investeringen har en estimert kostnadsramme på 20 milliarder. I gjennomføringsplanen for investeringen ligger Gjøvikbanen inne med en ferdigstillelse av ERTMS i løpet av 2026 som en av de siste banestrekningene i Norge. Denne oppgaven vil forsøke å synliggjøre forskjellen i metoder og ulike kostnader for vedlikehold av dagens signalanlegg sammenlignet med 2026 da ERTMS er ferdig utbygget. Oppgaven er basert på intervjuer, erfaringer og søk i statistikk og systemer som er tilgjengelig i Jernbaneverket. I konklusjonen vises en foreslått sammensetning av relevant mannskap for de to ulike scenarioene. Behovet for en slik oppgave fremkommer ved at det i dag ikke er noen signalavdeling på Gjøvikbanen og det må være en strategi for å ivareta vedlikehold både før, under og etter fornyelsen av signalanleggene.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Oppgaven tar for seg vedlikehold og feilstatistikk på Gjøvikbanens signalanlegg og baserer seg på at banen i Nasjonal Signalplan er planlagt fornyet med det nye europeiske signalsystemet European Rail Traffic Management System, heretter ERTMS. Fra i dag og frem til 2026 består signalanlegget av en teknologi og komponenter godkjent og tatt i bruk fra år 1963, derav navnet NSI63. Innen 2026 er ERTMS innført på Gjøvikbanen og vedlikeholdet av signalanleggene endres og oppgaven sammenligner vedlikehold av dagens NSI63 signalsystem og ERTMS.

Det ble utført ett litteraturstudium med fokus på å finne informasjon om vedlikehold av ERTMS og for å finne relevant dokumentasjon om hvordan vedlikeholdet utføres i dag og hvordan det er planlagt utført på ERTMS. En del av oppgaven knytter seg til å fremskaffe data og informasjon og en analyse av dette. Jernbanens egne systemer for feilstatistikk og objekt håndtering ble brukt i innhenting av data. Videre har befaringer og samtaler med ressurser tilknyttet Jernbaneverkets ERTMS pilotstrekning på Østfoldbanenes østre linje vært sentralt. Dette er strekningen fra Ski via Askim, Mysen, Rakkestad, Gautestad og til Sarpsborg.

En av de viktigste måleparameterne til Jernbaneverket er oppetid noe som er ett forholdstall mellom planlagt kjøring av tog i henhold til ruteplanen mot det som faktisk ble kjørt. I systemet TIOS logges dette forholdstallet og det sier noe om hvor mye feil som har vært på strekningen. I Jernbaneverkets system for objekt håndtering, Banedata kan man ta ett videre dypdykk i rapporterte feil for å se hva de forskjellige forsinkelsene skyldtes.

I tabellen under vises hvilke feilårsaker som er logget i TIOS for Gjøvikbanen i 2010-2014 og feil på signalanleggene stod for 24,4 % av den totale forsinkelsestiden.

FORSINKELSER (timer:minutter:sekunder)									
Strekning	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	Sum
År	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Teleanlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	
2010	240:43:00	84:42:00	11:48:00	5:53:00	231:25:00	32:43:00	607:14:00	4:24:00	611:38:00
2011	184:20:00	119:31:00	73:49:00	2:43:00	38:07:00	21:45:00	440:15:00	10:02:00	450:17:00
2012	33:19:00	88:32:00	11:30:00	2:29:00	42:47:00	17:34:00	196:11:00	1:08:00	197:19:00
2013	87:32:00	62:30:00	5:17:00	10:08:00	70:05:00	29:21:00	264:53:00	10:01:00	274:54:00
2014	39:05:00	93:35:00	80:10:00	1:55:00	72:54:00	12:43:00	300:22:00	4:13:00	304:35:00
SUM		448:50:00							1838:43:00
								Prosent	24,4 %

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

På gjøvikbanen er det to feil som i stor grad utpeker seg og det er feil på sporfelt og det er feil på drivmaskiner. Feil på sporfelt kan logges under flere objekter og tabellen under viser at det er totalt 163 feil som kan relateres til sporfelt og 62 feil som er feil på drivmaskiner. Forholdstall mellom antall objekt(150) og antall feil (163) tilnærmet lik 1,1 for sporfelt og 0,9 for drivmaskiner.

Type objekt	Objekt forkortelse	Antall objekt	Feil i perioden 2010 - 2014	Feil per objekt
Periode omformer	POM	33	2	0,06
Linjeblokk	LBL	17	1	0,06
Blokkpost	BLP	1	0	0,00
Sporfeltreleer	SFR	150	26	0,17
Sporfelt	SPF	156	118	0,76
Innkobling og utløsningsfelter	IUF	36	16	0,44
Totalt antall objekter sporfelt		393	163	0,41

Drivmaskiner	DRV	69	62	0,90
--------------	-----	----	----	-------------

Ved innføring av ERTMS vil antall objekt som er plassert i sporet og som trenger vedlikehold endre seg betraktelig. Antallet objekter vil gå ned fra 3418 objekter til 2106. Figur under viser objekter tilknyttet signalanlegget som vil være synlig i spor etter innføring av ERTMS.



Med ERTMS vil det være ett moderne system som er bygget etter SIL4 som medfører ett system som skal være tilnærmet feilfritt. Da objektene med feil er fjernet vil feilstatistikken bedres og behov for mannskap dimensjoneres etter beredskap. Beregninger viser at etter innføring av ERTMS vil kostnader reduseres med ca 30 % noe som også understøttes av en svensk rapport.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Abstract

The rollout of the new European Rail Traffic Management System (ERTMS) is one of the largest Information Technology investments in Norway, and has an estimated cost of 20 billion Norwegian kroner. The implementation plan for Gjøvikbanen lists that ERTMS will be implemented during 2026 as one of the last lines in Norway. This master thesis will attempt to highlight the difference in methods and different costs for maintenance of the existing signaling systems compared to year 2026 when ERTMS is fully integrated. The thesis is based on interviews, experiences and statistics available for Jernbaneverket internally. The final conclusion presents a proposed composition of the relevant crews for the two different scenarios.

The need for such a task, arise from that today there is no signal department at Gjøvikbanen and there must be a strategy to safeguard maintenance before, during and after the renewal of the signaling systems.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

This thesis looks into maintenance and error statistics from the signaling system at Gjøvikbanen, and is based on the fact that the line is scheduled with a renewal of the signaling system with the new European Rail Traffic Management System hereby called ERTMS. The signaling system in use is based on technology proven in use and implemented from the year 1963 and is called NSI63. Within 2026 ERTMS will be implemented on Gjøvikbanen and maintenance of the signaling systems will change. This assignment compares the maintenance of current NSI63 signal system and the new ERTMS.

It was performed one literature study focused on finding information about maintenance of ERTMS and to find relevant documentation on how maintenance is performed today. It also tried to analyze how the maintenance is planned to be fulfilled on ERTMS. An other part of the thesis was to obtain data and information from Jernbaneverkets own internal systems to collect information on the objects in the track, error statistics, the line down time and analyze this. It has also been crucial to make conversations and surveys together with resources associated to Jernbaneverkets ERTMS pilot project on the Østfold railways eastern line. This line goes from the City Ski including Askim, Rakkestad and ends in Sarpsborg.

One of the main measuring parameters is the track uptime, which is the ratio between the scheduled executions of trains according to the timetable from how they actually ran. In the system TIOS this is logged and it says something about how much error that has been on the stretch. In Jernbaneverkets system for object management, BaneData, it is possible to take a further plunge into reported errors to see what caused the different delays. The table below shows the reasons for delay that are logged in TIOS for Gjøvikbanen in 2010-2014 and delays caused by the signaling systems(column 2) accounted for 24.4% of the total delay time.

FORSINKELSER (timer:minutter:sekunder)

Strekning	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	Sum
År	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Teleanlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	
2010	240:43:00	84:42:00	11:48:00	5:53:00	231:25:00	32:43:00	607:14:00	4:24:00	611:38:00
2011	184:20:00	119:31:00	73:49:00	2:43:00	38:07:00	21:45:00	440:15:00	10:02:00	450:17:00
2012	33:19:00	88:32:00	11:30:00	2:29:00	42:47:00	17:34:00	196:11:00	1:08:00	197:19:00
2013	87:32:00	62:30:00	5:17:00	10:08:00	70:05:00	29:21:00	264:53:00	10:01:00	274:54:00
2014	39:05:00	93:35:00	80:10:00	1:55:00	72:54:00	12:43:00	300:22:00	4:13:00	304:35:00
SUM		448:50:00							1838:43:00
								Prosent	24,4 %

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

There are two main causes that stand out on Gjøvikbanen. Fault according to the track circuit technology is the one that is logged most and the second largest contributor to downtime is switching machines. Error on track circuits can be logged under several objects and the table below shows the total of 163 errors that are related to the track field and 62 errors to switching machines. The ratio between the number of object SFR(150) and the number of errors (163) approximates 1.1 faults for track circuits and 0.9 for object for switching machines (DRV).

Type of object	Object abbreviation	Number of object	Number of failures 2010 -2014	Failure per object
Periode omformer	POM	33	2	0,06
Line block	LBL	17	1	0,06
Blockpost	BLP	1	0	0,00
Track circuit relay	SFR	150	26	0,17
Track circuit	SPF	156	118	0,76
Engagement and disconnection field	IUF	36	16	0,44
In total		393	163	0,41

Switching machines	DRV	69	62	0,90
--------------------	-----	----	----	-------------

By introducing ERTMS the number of object which is located in the track and which also need maintenance, will change significant. The number of objects will reduce from 3418 objects to 2106. The figure below shows objects associated to the signaling system visible in the tracks after implantation of ERTMS.



With ERTMS, it will be a modern system built according to the SIL4 standard. This allows the system to be approximately flawless. Most objects that cause downtime are removed and the error statistics will improve and demand for crew will be dimensioned according to

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

service level agreement (SLA) based on response time for preparedness. A calculation shows that after the introduction of ERTMS the cost will decrease by about 30% which is also supported by a Swedish report.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	III
Abstract	VII
Innhold	XI
Figurliste.....	XV
Tabelliste	XV
Definisjoner	XVII
Forkortelser	XIX
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling.....	2
1.2 Avgrensning.....	2
1.3 Formål.....	2
1.4 Forsknings spørsmål	3
1.5 Målgruppen.....	3
1.6 Oppgavens disposisjon	3
2 Bakgrunnsstoff.....	5
2.1 Gjøvikbanen.....	6
2.2 Roller og ansvar.....	7
2.3 Signalanlegg	7
2.3.1 Sikringsanlegg.....	8
2.3.2 Forriglingsprinsipper	9
2.3.3 Automatisk hastighetsovervåkning	9
2.3.4 Togdeteksjonen- sporfelt.....	10
2.4 Fornyelse av sikringsanlegg	11
2.5 Oppsummering	12
3 Metoder	13
3.1 Hva er en metode?	14
3.1.1 Valg av metoder	14
3.2 Litteratursøk.....	15
3.3 Erfaringer og samtaler	15
3.4 Statistikk oppslag i databaser	15
	XI

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

3.5	Analyse, utfordringer og vurdering	16
4	Teori.....	17
4.1	ERTMS	18
4.1.1	Samtrafikk	18
4.1.2	ETCS	19
4.1.3	Togdeteksjon- akselteller	22
4.1.4	GSM-R	24
4.2	Nasjonal Signalplan	25
4.3	Vedlikehold	25
4.4	Effektiv kjerne - Optimal beredskap og lokalisering.....	27
4.5	Oppsummering	27
5	Dagens signalanlegg, vedlikehold og feilstatistikk.....	29
5.1	Hvilke komponenter har vi i sikringsanleggene i dag?	30
5.2	Vedlikehold	31
5.3	Driftsfeil på Gjøvikbanen.	34
5.4	Kostnader for vedlikehold på relebasert signalanlegg.....	37
5.5	Oppsummering	37
6	ERTMS, vedlikehold og feilkilder.....	39
6.1	Hvilke komponenter består ERTMS av?.....	40
6.2	Vedlikehold	42
6.3	Driftsfeil med ERTMS	44
6.4	Beredskap	44
6.5	Kostnader for vedlikehold på ERTMS	45
6.6	Oppsummering	46
7	Anbefaling og konklusjon.....	47
7.1	Endringer i komponenter	48
7.2	Vedlikehold	48
7.3	Driftsfeil.....	50
7.4	Beredskap	50
7.5	Kostnader.....	51
7.6	Fordeler med ERTMS	52
7.7	Utfordringer	52
7.8	Anbefaling	53

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

7.9	Videre arbeider	54
7.10	Konklusjon.....	54
	Referanser.....	57
8	Vedlegg	59
8.1	Oppgavetekst	59
8.2	Teknisk spesifikasjon for ERTMS hentet fra subset036	63
8.3	Utrekning tidsbruk generiske arbeidsrutiner – NSI63	65
8.4	Utrekning tidsbruk generiske arbeidsrutiner – ERTMS	67

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Figurliste

Figur 2.1 Forriglingsutrusning (Jernbaneverket 2015).....	8
Figur 2.2 ATC prinsippskisse (forelesningsnotat)	10
Figur 2.3 Togdeteksjon prinsippskisse (Jernbaneverket 2015a)	11
Figur 4.1 ETCS nivå 2 prinsippskisse (Forelesningsnotat).....	22
Figur 4.2 Akselteller prinsippskisse (Jernbaneverket 2015b)	23
Figur 4.3 Akselteller av typen Bombardier på Mysen stasjon	23
Figur 4.4 Ett systems optimale levetid med vedlikehold (SINTEF 2008, s13).....	26
Figur 4.5 Jernbaneverkets modell for vedlikehold (Jernbaneverket 2014b, s6)	26
Figur 6.1 Evalueringsenhet Bombardier akselteller	41
Figur 7.1 Objekter plassert i spor etter innføring av ERTMS	48
Figur 7.2 Badekarskurve med for sent igangsatt fornyelse (SINTEF 2008, s13)	50

Tabelliste

Tabell 2.1 Oversikt over stasjoner og holdeplasser på Gjøvikbanen	6
Tabell 2.2 Strekninger og åpningtidspunkt på Gjøvikbanen	7
Tabell 2.3 Fjernstyring av Gjøvikbanen.....	8
Tabell 2.4 Forklaring til figur 2.1	8
Tabell 2.5 Anleggstyper i Norge	12
Tabell 2.6 Grunnlag for signalstrategi.....	12
Tabell 5.1 Oversikt over objekter i dagens signalanlegg	30
Tabell 5.2 eksempel på underkategorier i generiske arbeidsrutiner (Jernbaneverket 2015c) ..	32
Tabell 5.3 Oversikt over registrerte vedlikeholds aktiviteter i Banedata på Gjøvikbanen	33
Tabell 5.4 Kategoriserte driftsfeil fra Banedata	34
Tabell 5.5 Antall tog med forsinkelser på Gjøvikbanen 2010- 2014	36
Tabell 5.6 Forsinkelsestimer gjøvikbanen 2010- 2014	36
Tabell 5.7 Budsjetterte kostnader for 2015 opplyst fra Banesjef Gjøvikbanen	37
Tabell 6.1 Oversikt over objekter i fremtidens signalanlegg	40
Tabell 6.2 ERTMS spesifikke generiske kontroller for Bombardier	42
Tabell 6.3 Oversikt over generiske arbeidsrutiner etter innføring av ERTMS	43
Tabell 6.4 Kostnader for ERTMS basert vedlikehold.....	45
Tabell 7.1 Oversikt over alder på objekter	49
Tabell 7.2 Timer tilgjengelig for vedlikeholds aktiviteter	51

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Definisjoner

Automatic Train Control	Den del av signalanlegget som overvåker togets hastighet og aktiverer togets bremsers dersom hastigheten overstiges. Automatisk hastighetsovervåkning kan være fullstendig (FATC) eller delvis (D-ATC). Delvis hastighetsovervåkning har en funksjonalitet begrenset til kjøring mot hovedsignal ”Stopp”, hastighet over første sporveksel i innkjørtogveien, samt eventuelle midlertidige hastighetsnedsettelse innkodet i baliser utlagt for formålet
Balise	En innretning i sporet for punktvis overføring av informasjon til lok. Baliser gir informasjon om hastighet, avstand og stigning/fall. De kan også gi informasjon til togradio. En balise kan være styrbar eller fast kodet.
Bandedata	Jernbaneverkets kartotek over objekter i og langs spor. Inneholder tekniske-, geografiske-, og vedlikeholds- data.
Blokkstrekning	Strekning mellom to hovedsignaler
Elektrifisert	Banen er tilrettelagt for kjøring av elektriske lokomotiver.
EUROBALISE	Teknisk løsning for baliser brukt i ERMTS/ ETCS installasjoner. En Eurobalise oppfyller obligatoriske spesifikasjoner fra FFFIS for Eurobalise SUBSET-036. på ETCS nivå 2 så vil disse balisene inneholde kun en enkel informasjon om hvilken posisjon den har.
Fjernstyring	Styring av signalanlegg fra en togledersentral. Det sendes ordre til, og mottas indikeringer fra et større geografisk område.
Forrigling/ Interlocking	Gjensidig avhengighet og samspill mellom objekter som sporveksler, signaler etc. som gjør det umulig å bringe disse i posisjoner eller tilstander som er motstridende ut fra trafikksikkerhet (Låsing).
Funksjonelle nummer	Nummer brukt i GSM-r system som har kunstig intelligens. Eksempel 1200, 1800, 1400.
Førrerromssignalering	Signal i førerrommet som gir føreren fullstendig informasjon for framføring av tog.
Generisk arbeidsrutine	Med generisk menes stor grad av likhet og overførbarhet mellom komponenter og systemer med hensyn til teknisk oppbygging, virkemåte og sviktårsaker.
Hendelseslog	Togleders system for rapportering av hendelser i forbindelse med framføring av tog.
Holdeplass	sted på linjen hvor tog kan stoppe for av- og/eller påstigning av passasjerer
Hovedsikkerhetsvakt	Den som ved arbeider i eller i nærheten av sporet er ansvarlig for å påse at bestemmelsene i trafikkreglene blir fulgt og for å ivareta kommunikasjonen med toglederen og/eller togekspeditøren (ev. driftsoperatøren),

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Innkjørhovedsignal	Markerer stasjonens grense og skal plasseres minst 200 meter utenfor ytterste sentralstilte, mot liggende sporveksel på stasjoner med sikringsanlegg. Innkjørhovedsignal skal merkes med signal 101 «Identifikasjonsskilt» og to gule vannrette lysreflekterende striper som er synlige fra begge sider.
Marker Board	Sporbasert merke som markerer enden av kjøreveg (Movement Authority, MA)
Mekanisk togstopp	Fungerte som en dødmannsknapp og bremsset toget til stopp.
Oppetid	Forskjell mellom planlagte togtimer og faktisk utførte togtimer.
Samtrafikk	Ønske om samarbeid om togtrafikk i Europa. Reguleres i Technical specifications for interoperability, TSI.
Semaforer	Semafor (av gresk <i>sema</i> , «tegn», og <i>ferrein</i> , «å bære») er et system for «skriftlig» (alfabettilknyttet) kommunikasjon over lengre avstander med fri sikt ved hjelp av armer med signalflagg eller en stolpe med tilsvarende bevegelige armer.
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 togsprene og sentralstilte sporveksler/sporsperrer. Sikringsanlegget kan også bestå av et enkelt innkjørsignal. Håndstilte sporveksler/sporsperrer som inngår i sikringsanlegget har rigel eller kontrollås.
Stasjon	Område på banestrekning avgrenset av en eller flere stasjonsgrenser, der utkjørhovedsignal på strekning med fjernstyring eller der togmelding på strekning uten fjernstyring, viser om neste blokkstrekning er klar for tog. På stasjoner kan det være plattformer for av- og påstigning
Strekning uten fjernstyring:	En driftsform der trafikkstyring skjer ved at togekspeditørene på to stasjoner utveksler togmeldinger
Superbruker	Bruker med særskilt ansvar og kunnskap. Her i systemet Banedata.
Synergi	Ett system der hendelser i forbindelse med Jernbanens infrastruktur meldes. Dette er alt fra ulykker til forløp til uønskede hendelser i forbindelse med arbeider.
Togekspeditør:	Den som overvåker og sikrer togframføringen og annen virksomhet på egen stasjon og tilstøtende ikke fjernstyrte blokkstrekninger,
Togintegritet	Et system hvor toget selv definerer egen lengde.
Togmelding:	meldinger som utveksles mellom togekspeditørene på to stasjoner for å sikre at det kun er ett tog på blokkstrekningen om gangen
Togoperativsystem	System for å styre togtrafikken. (TMS)
Veisikringsanlegg	Del av signalanlegget som viser signal "Planovergangen kan passeres" mot tog og skift når planovergangen er sperret for veitrafikk
Østre linje	Østfoldbanen fra Ski via Askim, Mysen, Rakkestad, Gautestad og til Sarpsborg.

Forkortelser

ATC	Automatic Train Control. Automatisk togkontroll
CTC	Centralized Traffic Control (TMS i ERTMS)
DAIM	Digital Arkivering og Innlevering av masteroppgaver
DATC	Delvis utbygd ATC
ERMTS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
FATC	Fullt utbygd ATC
FS	Full Supervision, Full overvåking
GA	Generisk Arbeidsrutine
GB	Gjøvikbanen
GSM-R	En type digitalt togradioanlegg definert av UIC som en standard for europeiske jernbaner for å ivareta krav til grenseoverskridende trafikk.
KMS	Key Management System, Nøkkelsystem
LS	Limited Supervision, Begrenset overvåking
MA	Movement Authority
OBU	On Board Unit
OS	On Sight, Sikthastighet
RBC	Radio Block Cener
SH	Shunting, Skifting
TJN	Trafikkregler for Jernbanelanternett
TRV	Teknisk Regelverk
TSI	Technical Specifications for Interoperability
TSR	Temporary Speed Restriction, midlertidig hastighet nedsettelse
TXP	Togekspeditør

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

1 Innledning

Jernbaneverket opplever stadig økende utfordringer med ett signalanlegg som nærmer seg slutten av forventet levetid og der kompetanse og tilgang til reserve materiell er kritiske faktorer. Da det er ventet en betydelig befolkningsøkning i østlandsområdet sammen med ett stort behov for å fornye signalanleggene i Norge, gir den Politiske viljen til å investere i jernbane en mulighet til å utføre denne fornyelsen.

I 2005 utarbeidet Jernbaneverket en signalstrategi(Jernbaneverket 2005a) som anbefalte en løsning med fornyelse av signalanleggene til den nye europeiske standarden ERMTS. Denne strategien har ligget til grunn for flere senere utredninger. I Strategisk plan: fornyelse av sikringsanlegg(Jernbaneverket 2013b, s16) har man gått videre og laget en implementeringsplan for banestrekninger der Gjøvikbanen ligger med en anbefalt fornyelse i perioden 2029-2035. I nasjonal signalplan(Jernbaneverket 2013a, s13) er denne fremdriften revidert og man vil forsere dette og med en forventet ferdigstillelse av ERTMS utbygging innen 2030.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

I dette kapittel vil problemstillingen, formålet med oppgaven, hvilken målgruppe den har og hvordan oppgaven er disponert bli beskrevet.

1.1 Problemstilling

Jernbaneverket ønsker å få vurdert og utarbeidet en strategi for oppbygging av signalkompetanse på Gjøvikbanen og i den nært forestående ERTMS utbyggingen ønskes følgende punkter kartlagt:

- Litteraturstudie av nasjonal signalplan.
 - For Gjøvikbanen spesielt
- Belys hvilke endringer ERTMS medfører med tanke på vedlikehold i forhold til relebaserte sikringsanlegg.
- Belyse eventuelle fordeler en vil få med ERTMS
- Anbefale en hensiktsmessig bemanning for signalavdeling fra nå og frem til ferdig implementert ERTMS signalanlegg.
- Det skal gjøres en vurdering basert på vedlikeholdet slik det utføres i dag mot hvordan det kan utføres med ERTMS.

1.2 Avgrensning

Oppgaven tar for seg Signalanleggene på Gjøvikbanen fra Innkjør Oslo S til og med Gjøvik stasjon og bemanning på signalavdelingen på Gjøvikbanen i dag. Den tar ikke for seg utvikling og implementering av ERTMS. Det vil som følge av implementering av ERTMS bli en del sentralisert infrastruktur slik som, servere, GSMR etc. Vedlikehold av dette er ikke en del av oppgaven. Ombordutrustning er ikke behandlet da det forventes å ivaretas av den enkelte togoperatør. Videre er ikke en oppgradering til ERTMS nivå 3 blitt vurdert.

1.3 Formål

Formålet med oppgaven er å belyse nåværende situasjon og fremtidige planer slik at man kan lage en anbefaling for videre oppbygging av signalavdeling på Gjøvikbanen. Gjennom litteraturstudiet er det ønskelig å bygge opp ett teoretisk grunnlag for å kunne beskrive positive og negative sider ved innføring av ERTMS, slik att anbefalinger gitt i denne oppgaven er bygget på et solid grunnlag. Litteraturstudiet er særlig rettet mot drift og vedlikehold.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

1.4 Forskningsspørsmål

Basert på problemstillingen og hensikten med oppgaven er følgende deloppgaver og forskningsspørsmål utformet.

- Hva vil ett ferdig utbygd ERTMS anlegg bety for banesjefsorganisasjonen på Gjøvikbanen?
- Hvilket driftsapparat skal banesjef ha i fremtiden?
- Hvilke muligheter gir ERTMS for drift og vedlikehold?

1.5 Målgruppen

Målgruppen er primært faggrupeleder signal og banesjefen for Gjøvikbanen da det er de som tar avgjørelser på hvordan vedlikeholdet skal utføres og mannskap disponeres.

1.6 Oppgavens disposisjon

Kapittel 1 gir innsikt i oppgavens problemstilling avgrensning og formål. Det blir gitt en kort innføring av behovet for oppgaven. **Kapittel 2** gir en innføring i hvorfor utbygging til ERTMS. Valgte analysemetoder blir forklart og underbygd i **kapittel 3**. Videre så vil **kapittel 4** gi en innføring i ERTMS samt presentere noen litteraturstudier. **Kapittel 5** tar for seg dagens situasjon mens **kapittel 6** gir en vurdering i hvordan vedlikehold med ERTMS skal foregå. I **kapittel 7** sammenliknes funn fra kapittel 5 og 6 og viser hvilke endringer en ERTMS utbygging vil ha for Banesjef. Kapitlet inneholder også en konklusjon og hvilke arbeider som bør gjøres videre.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

2 Bakgrunnsstoff

Samtrafikk har siden slutten av 1980 årene vært tema i den Europeiske Union(EU) samtidig med at signalanleggene i Norge er aldrende. En fornyelse av signalanleggene er nødvendig og regjeringen har i Nasjonal Transport Plan(NTP) avsatt midler til ett nytt signalsystem. Jernbaneloveret har, basert på sin signalstrategi fra 2005, utarbeidet sin Nasjonale Signalplan med planlagt utbygging av ERTMS i Norge med ferdigstilling av alle baner innen 2030, med unntak av noen få sidebaner.

Gjøvikbanen ble bygget fra slutten av 1800 til begynnelsen av 1900 tallet. Banen ble bygget med korte avstander mellom stasjoner og store variasjoner i kurvaturen. Med dagens krav til oppetid er det utfordringer knyttet til banens signalanlegg som består av gammel teknologi samt at strekningen fra Roa til Gjøvik er uten fjernstyring.

Dette kapittelet skal redegjøre for Gjøvikbanen, relebaserte signalanlegg og hvorfor en fornyelse av signalanleggene er nødvendig.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

2.1 Gjøvikbanen

Gjøvikbanen strekker seg fra innkjør hovedsignal C og UC på Oslo Sentralbanestasjon og frem til og med Gjøvik stasjon. Banen er totalt litt over 12 mil lang og har 17 stasjoner og 12 holdeplasser. Banen ble i den første tiden kaldt Nordbanen og hadde både gods og persontrafikk (blandet trafikk) men godstrafikken nord for Roa opphørte 5.1.1997. Banen knytter seg inn på Oslo S via brynsbakken som er sterkt trafikkert og er en flaskehals kapasitetsmessig på banen. Trafikkmengden på parsellen kan kanskje tilskrives att den ble fjernstyrt så sent som i 1998. Se tabell 2.4.

Persontrafikken ble som en prøveordning konkurransen utsatt og i 2005 vant NSB anbud konkurransen mot danske DSB GjøvikBanen AS og Connex Tog AS. NSB anbud startet så trafikken fra 11.6.2006 men endret i 2008 navn til NSB Gjøvikbanen AS. På Gjøvikbanen utføres det ifølge hjemmesiden i størrelses orden 1,3 millioner reiser per år og i 2014 bestemte samferdselsdepartementet seg for å løse ut opsjonen i konkurransen slik at NSB Gjøvikbanen skal trafikere strekningen frem til og med desember 2017.

Tabell 2.1 Oversikt over stasjoner og holdeplasser på Gjøvikbanen

Stasjoner			Holdeplasser		
Km.	Navn	Kommentar	Km.	Navn	Kommentar
6,95	Grefsen stasjon		4,45	Tøyen	
10,28	Kjelsås stasjon		8,143	Nydalen	
15,85	Sandermosen stasjon	Ikke passasjer utveksling	17,68	Snippen	
19,34	Movatn stasjon		30,35	Varingskollen	
24,26	Nittedal stasjon		34,48	Elnes	Ikke i bruk
27,73	Åneby stasjon		47,123	Viubråtan	Ikke i bruk
32,07	Hakadal stasjon		50,47	Rundelen	Ikke i bruk
40,83	Stryken stasjon	Behovs stopp	61,13	Lunner	
44,03	Monsrud stasjon	Ikke passasjer utveksling	69,6	Nordtangen	Ikke i bruk
49,11	Bjørgeseter stasjon	Ikke passasjer utveksling	81,23	Bleiken	Behovs stopp
53,39	Grua stasjon		86,12	Hennung	Ikke i bruk
57,74	Roa stasjon		106,65	Reinsvoll	Behovs stopp
67,66	Gran stasjon				
71,92	Jaren stasjon				
100,89	Eina stasjon				
111,7	Raufoss stasjon				
123,83	Gjøvik stasjon				

Banen ble bygget i parseller og hadde sidebaner og en del avkjøringsspor til viktige industriområder i tilknytting til banen. Tabellen under viser tid for stortingsvedtak, åpningsdato er for Gjøvikbanen og i perioden fra 1961-1963 ble strekningen elektrifisert.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Tabell 2.2 Strekninger og åpningstidspunkt på Gjøvikbanen

Strekning	Stortingsvedtak	Høytidelig åpning	Lengde	Sporvidde
Oslo S-Grefsen	2.3.1894	26.11.1902	6,8 km	1435mm
Grefsen- Jaren	2.3.1894	18.12.1900	65,1 km	1435mm
Jaren- Gjøvik	2.3.1894	26.11.1902	52,0 km	1435mm

2.2 Roller og ansvar

På strekningen Roa- Gjøvik er det ikke fjernstyring. For en strekning uten fjernstyring (se definisjon) har togekspeditøren(TXP) ansvaret for å holde oversikt, overvåke og sikre trafikkavvikling og all annen aktivitet på egen stasjon samt tilstøtende ikke fjernstyrte strekninger. TXP prioriterer og styrer trafikken samt tillater aktivitet på jernbanenettet. Togmeldinger utveksles for å sikre at det kun er ett tog på blokkstrekningen om gangen. På denne strekningen har vi 3 permanent betjente stasjoner, Roa, Jaren og Gjøvik. Disse er døgnkontinuerlig betjent av TXP samt at man i rushtid betjener Eina og Gran. Tabell 2.1 viser hvilken kilometer stasjonene ligger på og dette viser da at det er lange blokkstrekninger mellom stasjonene som medfører kapasitets utfordringer. Den lengste blokkstrekningen, utenfor rush, fra Jaren til Gjøvik er en avstand på 52 km med en kjøretid beregnet til 43 minutter. Kapasitets beregning (Olsson og Veiseth 2011, s43) gir $K=T/t$ der $T= 60$ minutter og $t=$ minste togfølgetid for etterkjøring er $60/43=1,39$ tog/ time. Noe som umuliggjør for eksempel en timesavgang fra Gjøvik.

Infrastruktureierskap ble 1.4.2014(Jernbaneverket 2014c) organisert for Gjøvikbanen til Område øst og har felles banesjef med Kongsvingerbanen. Banen har i dag ingen signal avdeling. All signalfaglig aktivitet som skal utføres på banen blir i dag enten hentet internt fra andre deler i Jernbaneverket, slik som fra Hamar og/eller Alnabru, eller blir konkurranseutsatt i ett eksternt leverandørmarked. Kapittel 5 belyser mer om dette.

2.3 Signalanlegg

Signalanlegg er definert i Trafikkregler for Jernbanens Nett heretter TJN kapittel 1 definisjoner som «tekniske anlegg som blant annet kan inkludere sikringsanlegg, linjeblokk, fjernstyringsanlegg og automatisk hastighetsovervåkning»(Jernbaneverket 2013c,s8). Da de første jernbaner ble satt i drift i årene fra ca 1850 så var det semaforer som viste datidens signaler. Det gikk ca 50 år til tidlig 1900 før dette utviklet seg vider og ble til lyssignaler.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Lyssignalene har blitt benyttet helt frem til i dag men i ERTMS har signalene blitt flyttet inn i førerkabin og behovet for sporbaserte installasjoner minker. ERTMS skal vi se videre på i kapittel 4. Tabellen under viser når og hvor Gjøvikbanen ble fjernstyrt.

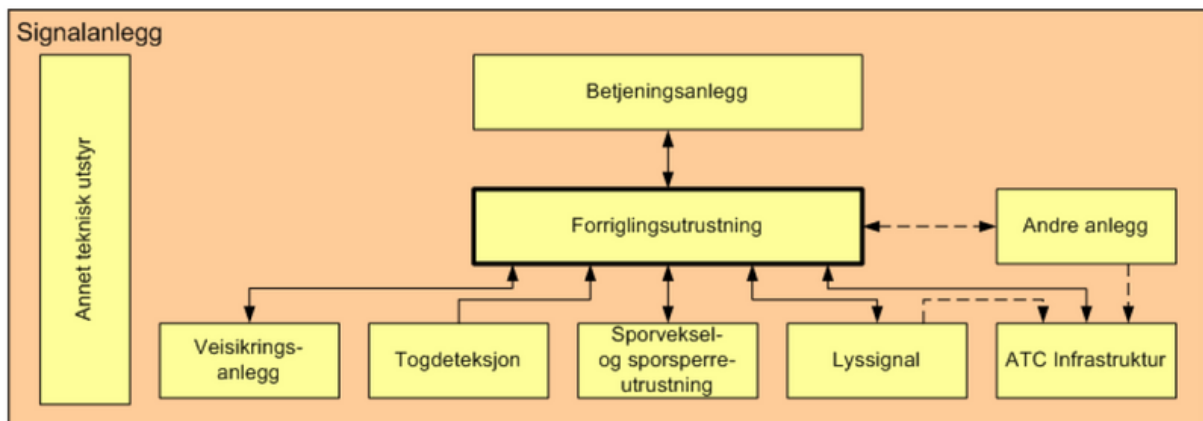
Tabell 2.3 Fjernstyring av Gjøvikbanen

Strekning	Dato
Grefsen – Hakadal	13.12.1971
Hakadal- Roa	29.9.1972
Oslo S- Grefsen	27.9.1998

Med delvis automatisk togstopp DATC(se kapittel 2.3.3) installert på strekningen Oslo S- Roa 27.10.1987

2.3.1 Sikringsanlegg

Sikringsanlegg er definert i TJN kapittel 1 definisjoner som «den delen av signalanlegget som sikrer at det bare kan vises kjørsignal til en togvei for ett tog om gangen. Sikringsanlegget registrerer om det er kontroll på sporvekslene, om det er kjøretøy i sporet og i sikringssonene for tog i motsatt kjøreretning m.m. Anlegget registrerer ikke om det er kjøretøy på blokkstrekningen på strekning uten fjernstyring»(Jernbaneverket 2013c, s8). Figur 2.1 viser prinsippene for ett sikringsanlegg.



Figur 2.1 Forriglingsutrustning (Jernbaneverket 2015)

Tabell 2.4 Forklaring til figur 2.1

Hva	Forklaring
Betjeningsanlegg	Togledersentralen(TMS)
Forriglingsutrustning	Gjensidig avhengighet og samspill mellom objekter som sporveksler, signaler etc. som gjør det umulig å bringe disse i posisjoner eller tilstander som er motstridende ut fra trafiksikkerhet (Låsing).
Veisikringsanlegg	Del av signalanlegget som viser signal

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

	"Planovergangen kan passeres" mot tog og skift når planovergangen er sperret for veitrafikk.
Togdeteksjon	System som viser hvor tog er. Se 2.3.4
Sporveksel og sporsperreutrustning	
Lyssignal	Viser signalenes grunnfarger
ATC infrastruktur	Hastighets overvåkning se.2.3.3

2.3.2 Forriglingsprinsipper

Forriglingen har historisk utviklet seg noe, men helt fra 1850 har prinsippet om att sporveksler skal låses i togets kjørevei bestått. I 1925 ble det en utvikling slik at man også låser togveien i forhold til andre togveier, og signaler stilles til kjøør. Dagens programvarebaserte sikringsanlegg bygger fortsatt på de samme prinsipper.

2.3.3 Automatisk hastighetsovervåkning

Automatisk hastighetsovervåkning (ATC) blir definert i TJN kapittel 1 definisjoner som «den del av signalanlegget som overvåker togets hastighet og aktiverer togets bremsers dersom hastigheten overstiges. Automatisk hastighetsovervåkning kan være fullstendig (FATC) eller delvis (D-ATC). Delvis hastighetsovervåkning har en funksjonalitet begrenset til kjøring mot hovedsignal "Stopp", hastighet over første sporveksel i innkjørtogveien, samt eventuelle midlertidige hastighetsnedsettelse innkodet i baliser utlagt for formålet»(Jernbaneverket 2013c, s9). Hastighetsovervåkning har også hatt en utvikling globalt med mekanisk togstopp fra 1890 og førerromsignalering så tidlig som i 1920. Dette var teknologier som ikke har blitt brukt i Norge. I 1980 tog Norge i bruk ATC med EBICAB 700 en teknologi fra leverandøren Bombardier, men som hadde sitt forløp fra det svenske selskapet Ericsson's SLR teknologi. I dag brukes også ett system som heter Ansaldo L10000 som ofte omtales som ATC2. I 2015 vil Jernbaneverket ta i bruk ett nytt felles europeisk togovervåkningssystem som heter European Train Control System (ETCS) som inngår i ERTMS. Figuren under viser

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

prinsippsskisser for ATC med EBICAB 700. ETCS skal vi se nærmere på i kapittel 4.



Figur 2.2 ATC prinsippsskisse (forelesningsnotat)

2.3.4 Togdeteksjonen- sporfelt

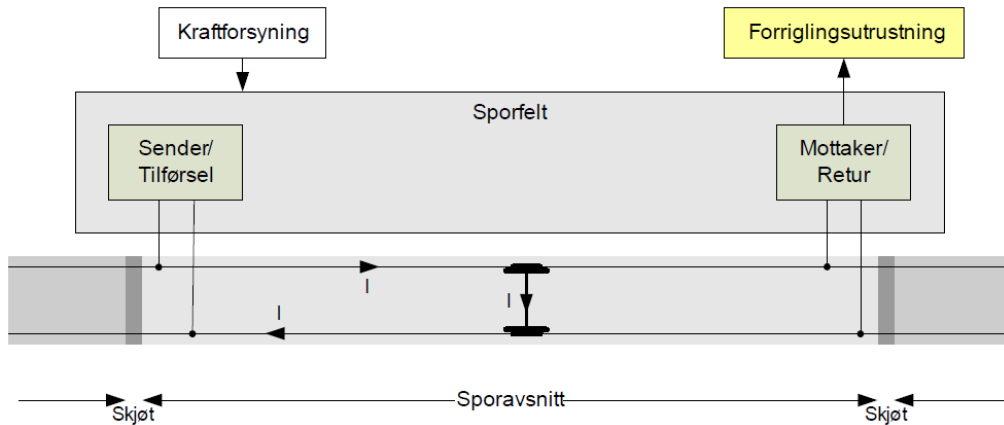
Jernbaneverket definerer togdeteksjon slik: «Togdeteksjon omfatter all teknisk utrustning for å detektere tog i et sporavsnitt og for å gi informasjon om sporavsnittets status til forriglingsutrustningen» (Jernbaneverket 2015a).

I all hovedsak finner vi to typer togdeteksjon i dagens teknologier.

- Kontinuerlig togdeteksjon – herunder sporfelt utviklet 1925 (se under).
- Punktbasert togdeteksjon – herunder akselteller, utviklet 2009 (se kapittel 4).

Togdeteksjonen startet med togmeldinger sendt via morse fra 1850 og den teknologien vi i dag bruker ble utviklet tidlig 1920 og ble tatt i bruk ca. 1925. Dette er kontinuerlig togdeteksjon som består av sporfelt med vekselstrøm som sendes med 95HZ. Spenningen vil mates inn i ene enden av ett isolert sporavsnitt og tas ut i andre enden. Når toget så kjører inn på avsnittet vil togets hjul og aksler kortslutte feltet slik at sporfeltspenningen går mot null, dette vil signalanlegget detektere og vi får det vi kaller belagt spor. Se prinsippsskisse under.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?



Figur 2.3 Togdeteksjon prinsippsskisse (Jernbaneverket 2015a)

Som sikring for arbeider vil hovedsikkerhetsvakt etter samtale med togleder identifiseres hvor han er ved hjelp av kontaktmagneter. Se instruks for hovedsikkerhetsvakt.

Det finnes også flere typer av sporfelt og det henvises til trv.jbv.no/Signal/Prosjektering/Togdeteksjon for videre fordypning og regler.

2.4 Fornyelse av sikringsanlegg

Sikringsanleggene i det norske jernbanenettet nærmer seg slutten av forventet levetid og behovene for fornyelse blir mer og mer fremtredende. Sikringsteknologien har siden starten av jernbanens fremtog i 1830 utviklet seg med enkelte kvantesprang. I 1830 hadde man mekaniske sikringsanlegg i ca 70 år frem til man i århundreskiftet ca 1900 utviklet elektromekaniske anlegg. Dette systemet varte frem til det relebaserte sikringsanlegget som ble introdusert i 1950. Dette er den samme teknologien som vi i Norge har i vår NSI63 standard. I 1985 var vi inne i dataalderen og man fikk ett nytt kvantesprang i sikringsanleggenes teknologi. Det ble som følge av tilgjengelighet av ny teknologi utviklet programvarebaserte sikringsanlegg. Denne nye teknologien har medført at releprodusentene har fått en nedgang i etterspørsel og produksjonen har gradvis blitt lagt ned. ERTMS er ett slikt programvarebasert system som bruker programmerbar teknologi med store muligheter.

I Norge finnes mange forskjellige typer sikringsanlegg. Dette krever at signalmontørene har spesialkompetanse for mange typer sikringsanlegg. Reservedeler til anleggene er også en stor utfordring da sikringsanleggene består av utgående teknologi.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Tabell 2.5 Anleggstyper i Norge

Eldre NSI Releteknikk	NSB 84	Ebilock 950
NSI 63	NSB 87	Simis- C
NSB 77	NSB 94 PLC	
NSB 78	Ebilock 850 Databasert	

Som elementer inn i utarbeidelse av en signalstrategi hadde man da disse forutsetningene:

Tabell 2.6 Grunnlag for signalstrategi

Flere trafikkstyrings systemer	Mange anleggstyper	Aldrende togmateriell	Aldrende teknologi	Reservedels mangler	Behov for standardisering	Ressurs mangler
--------------------------------	--------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	---------------------------	-----------------

2.5 Oppsummering

I dette kapitlet har det blitt belyst en del bakgrunnsstoff som er relevant for videre lesing av rapporten. Det har blitt vist når Gjøvikbanen ble bygget og når de forskjellige teknologiske vinningene ble tatt i bruk. Dette slik som for eksempel når parseller ble fjernstyrt og når de ble elektrifisert. Videre så har man sett kort på organisering av Gjøvikbanen og vist at det på grunn av lange blokkstrekninger og TXP styrte stasjoner er vanskelig å øke kapasitet på banen. En kort presentasjon av hvilke signalanlegg som brukes i jernbanens infrastruktur i dag har belyst at en fornyelse av signalanleggene er nødvendige.

3 Metoder

Denne oppgaven er delt i tre deler. I første del er ett kapittel om bakgrunn og ett kapittel med teori som skal gi leser en forståelse for del to som omhandler vedlikehold i dag og hvordan vedlikehold med ett ferdig utbygd ERTMS system kan gjennomføres. I oppgavens tredje del presenteres konklusjonen og foreslåtte videre arbeider for å utvikle oppgaven.

I metode kapitlet, skal leseren kunne tilegne seg en forståelse for oppbygningen av rapporten samt evne til å vurdere konklusjoner som blir presentert i oppgaven. Kapitlet skal synliggjøre hvilke arbeidsmetoder som er benyttet og hvorfor. Videre viser det hva som er gjort og synligjør hvilke styrker og svakheter som ligger i oppgaven.

3.1 Hva er en metode?

«En metode er således ett redskap, en fremgangsmåte for å løse problemer og komme frem til en ny erkjennelse. Alle de midler som kan være med å fremme det målet, er en metode»(Holme og Krohn Solvang 1991, s14). Boken henviser så til en del krav som (sitert av Holme og Solvang 1991, s14) lister så opp slik at metoden skal kunne benyttes i samfunnsvitenskapelig forskning og kravene er:

- «Vi må ha samsvar med den virkeligheten vi undersøker»
- «Det må skje en systematisk utvelgelse av data»
- «Vi må ha mest mulig nøyaktig bruk av data»
- «Resultatene må presenteres på en slik måte at det åpner for kontroll, etterprøving og kritikk»
- «Resultatene må åpne for ny erkjennelse av de samfunnsforhold en står overfor, og gi slik grunnlag for videre forskning- og utviklingsarbeid og forøkt erkjennelse»

Boken viser også til at det er to hovedtyper av metodisk tilnærming av data, kvalitative og kvantitative data og vi skal nå se litt nærmere på disse metodene.

Kvalitative metoder innebærer en liten grad av formalisering og har som hensikt å få en dypere forståelse. Metoden er fleksibel og vil kunne gi innsikt i kunnskap og forståelse som ikke er mulig å tallfeste. Eksempel på denne metoden er erfaring, intervjuer, samtaler og observasjoner. «Metoden kan være med på å øke forståelsen for resultater presentert fra en kvantitativ metode »(Olsson 2011).

«Kvantitative metoder er mer strukturert og formaliserte og er i større grad preget fra forskerens side. Den definerer hvilke forhold som er interessante ut ifra problemstillingen som er valgt. Den definerer også hvilke svar som er mulige. Metoden er preget av selektivitet og avstand i forhold til datakilden» (Holme og Solvang 1991, s15).

3.1.1 Valg av metoder

Da dette er en oppgave der man må både finne forståelse samt gjennomgå de statiske data som finnes så vil forfatter bruke både kvalitative og kvantitative metoder. I oppgaven generelt vil det være en stor grad av kvalitative metoder som er brukt. Dette er i stor grad erfaringer og samtaler med nøkkelpersonell internt i jernbaneverket.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

I kapittelet som omhandler dagens situasjon foreligger data i blant annet banedatabasen og hendelseslogg. I dette datagrunnlaget foreligger det statistikk og oppslag som gjør det mulig å bruke aritmetiske operasjoner og kvantitativ metodikk.

På bakgrunn av dette er oppgaven basert mest på kvalitative metoder som erfaring og intervjuer og har deretter prøvd å tallfeste dette med de kvantitative data som foreligger.

3.2 Litteratursøk

For å kunne vurdere etablerte sannheter så har litteratur innsamling vært en stor del av oppgaven. Lokalveileder Kjell Holter har vært en viktig kilde og kontaktpunkt inn mot ERTMS prosjektet. Han jobber også med mange av de samme temaene som denne oppgaven omhandler og har vært en viktig ressurs. Videre så er det brukt forskjellige søkemotorer for å finne relevant litteratur. Søkemotorene er brukt for å finne relevant informasjon om ERTMS, Gjøvikbanen og Nasjonalsignalplan. Både Jernbaneverkets interne søkemotorer, bibliotek, google og DAIM er brukt. Aktuelle søkeord har vært tatt ut fra oppgavens problemstilling og har vært blant annet ERTMS, ETCS, nasjonalsignalplan, signalstrategi etc. For å redusere omfang av resultater og pålitelighet av kildene så har forfatter brukt i stor grad de kilder som er offisielle statlige organer.

3.3 Erfaringer og samtaler

Da dette er ett erfaringsbasert masterstudie så har egen og andre studenters erfaring dannet ett grunnlag for oppgaven. Videre så har faggrupeleder for signalfaget på Gjøvikbanen og superbruker banedata blitt benyttet for å kvalitetssikre funn og resultater.

3.4 Statistikk oppslag i databaser

For å underbygge den kvalitative informasjonen så har det blitt benyttet jernbaneverkets egne databaser. Ett av de viktigste systemene Jernbaneverket har er Banedata. Dette er ett system der alle objekter i infrastrukturen loggføres. Systemet inneholder teknisk informasjon om objekter samt også alder og posisjonering. Videre så har vi Hendelseslogg som er togleders og elkraftscentralens historikk på hvilke hendelser han har blitt informert om. Jernbaneverkets system for oppfølging av oppetid og punktlighet, TIOS er også brukt.

3.5 Analyse, utfordringer og vurdering

Informasjonen om ERTMS er omfattende. Det finnes mye teknisk stoff samt at det er ett utall rapporter internt i Jernbaneverket som omhandler implementering av nytt signalanlegg. Da oppgaven har utviklet seg underveis så har mengden og relevans av rapportene vært utfordrende. Det er ofte bare små deler av dokumentasjonen som har omhandlet aktuell problemstilling.

Data i jernbaneverkets databaser har en stor grad av variasjon i kvalitet og har til dels store mangler. I kapittel 7 synliggjøres dette godt ved for eksempel tabell 7.1 som viser alderssammensetning av signalanlegget der 5,5 % av objektene har utfyllt aktuell verdi (i drift satt dato). Videre så har man underveis funnet at resultat man får kan være ulikt om man spør i banedata-innsyn eller om kjører en spørring direkte i databasen.

4 Teori

Av tabell 2.4 leses det at deler av Gjøvikbanen ble fjernstyrt i tiden fra 1971-1998. Signalanleggene har i svært liten grad blitt fornyet etter dette og det foreligger et større fornyelsesbehov av signalanleggene på Gjøvikbanen. Jernbanelaget må i dag søke om dispensasjon for implementering av nye signalanlegg og har per i dag ikke noen generisk godkjenning for signalanlegg på nybygg. På bakgrunn av dette er det blitt laget en Nasjonal signalplan og en Nasjonal ERTMS plan som omtaler strategier for implementering av ERTMS. Disse utredningene fokuserer svært lite inn mot vedlikehold på banesjefsnivå.

Dette kapitlet vil gi en introduksjon til ERTMS og vedlikehold.

4.1 ERTMS

ERTMS er en samlebetegnelse for European Train Control System, ETCS og Global System for Mobile- Rail, GSM-R. ETCS er togkontrollsystemet og GSM-R er kommunikasjon standarden for systemet. ETCS er den felles europeiske standarden for togkontroll. Systemet bygger på førerromssignaler og kontinuerlig overvåking av fører. ETCS kan implementeres i 3 ulike nivåer. Det er en stor forskjell i hvor mye av togets bevegelser som overvåkes og hvilke installasjoner som er i sporet. Fra nivå 1 som styres via baliser og optiske signaler til nivå 3 som utvikles med den hensikt at det er full kontinuerlig kontroll på både hvor toget er, togets integritet (har med alle vogner) og alle andre tog i det samme nettet. I kapittel 4.1.2 vil de forskjellige nivåene gjennomgås med særskilt vekt på nivå 2 som er valgt i den norske ERTMS utbyggingen.

4.1.1 Samtrafikk

I dagens internasjonale jernbanenett finnes mange forskjellige sikrings og signalanlegg. Disse anleggene har alle sine særegenheter, er dyre og tar opp plass på lokomotiver. Særegenhetene medfører at tog må stoppe da de krysser landegrensene for å bytte over til neste system. Dette sammen med andre tekniske forskjeller slik som tillatt vekt, forskjeller i spenning design etc. medfører at det finnes mer enn 20 forskjellige togoperativsystem i Europa. På bakgrunn av dette besluttet den europeiske transportministeren i desember 1989 at det skulle være ett felles europeisk togoperativsystem. Etter dette entes togselskaper og industrien om at det skulle være ett tett samarbeid og etter noen års arbeid, og basert på den åpne standarden EUROCB ble det utviklet en ny balise, EUROBALISE, og ett nytt system for kommunikasjon, EURORADIO. Dette medførte så at EU i 1993 innførte ett direktiv for samtrafikk og initiativet til å lage en struktur for en teknisk spesifisering, Technical Specification for Interoperability(TSI).

For å kunne trafikere jernbanenettet trenger man definerte roller og under er en redegjørelse for hvilke aktører det norske Jernbanenettet har.

Samferdselsdepartementet har det overordnede ansvaret for rammevilkårene for veg og jernbanesektoren og arbeidsområdene omfatter langtidspanlegging, utredning, analyse, lov og forskriftsarbeid samt budsjett innenfor disse sektorene. Samferdselsdepartementet har etatsstyring av Jernbaneverket, Jernbanetilsynet og Statens havarikommisjon for transport. Departementet forvalter også statens eierinteresser i de statlige aksjeselskapene NSB AS og Baneservice AS. I trafikkregler for Jernbaneverkets nett defineres infrastrukturforvalter slik:

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

«Ethvert organ som er ansvarlig særlig for å opprettholde og vedlikeholde jernbaneinfrastrukturen eller deler av denne»(Jernbaneverket 2013c, s5) og denne rollen innehas av Jernbaneverket(JBV). Videre defineres Jernbaneforetak som: «ethvert offentlig eller privat foretak hvis hovedvirksomhet er transport av gods og/ eller passasjerer med jernbane der foretaket forplikter seg til å sørge for trekraften herunder foretak som bare sørger for trekraft»(Jernbaneverket 2013c, s5). Og en jernbanevirksomhet er definert som: «virksomhet som driver gods- og persontransport, jernbaneinfrastruktur og/ eller trafikkstyring» (Jernbaneverket 2013c, s5). 1 oktober 1996 ble Statens Jernbanetilsyn (SJT) opprettet for å føre tilsyn med norsk jernbane. SJT ble da samferdselsdepartementets fagorgan og sakkyndig for kontroll og tilsyn av jernbanen. Målsettingen var å være en aktiv pådriver for sikker og hensiktsmessig jernbane i tråd med overordnede målsetning i samferdselspolitikken.

Målsettingen med ERTMS er et felleseuropeisk system for jernbanetraffic. Medlemmer av den Europeiske Union (EU) og det Europeiske økonomiske samarbeid(EØS) er forpliktet til å innarbeide det europeiske regelverket inn i sitt eget. European Railway Agency (ERA) utarbeider samtrafikkregler (TSI'er) som deretter SJT innarbeider i sine togframføringsforskrifter. På bakgrunn av disse forskriftene utarbeider JBV sine trafikkregler for Jernbaneverkets nett(TJN). Foretakene har ansvar for å lage førers regelbok basert på dette.

4.1.2 ETCS

I «ERTMS- ETCS Signalling System»(Palumbo 2014,s 31) definerer man to hovedoppgaver for ETCS.

1. Sikre avstanden mellom togene
2. Overvåke toget herunder togets hastighet, posisjon og om fører overholder signaler gitt i førerroms panelet. Systemet er designet slik att toget automatisk bremser ved overtredelse av noen av disse faktorene.

Videre så er det definert 2 hovedsystemer som snakker sammen. Det ene er de objektene som er plassert i sporet og den andre er det som er plassert på toget. I unisig subset 36 er dette beskrevet og vedlegg nummer 8.2 viser ett godt skjematisk bilde over dette. I denne oppgaven blir bare de sporplasserte objektene omtalt. Videre i «ERTMS- ETCS Signalling System» så har man definert noen hovedelementer for nivå 2.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Radio Block Centre, RBC er hjertet av det sporbaserte systemet. RBC har ansvaret for sikkerheten for alle togene innenfor sitt område som RBC har kontakt med via GSM-R. RBC kalkulerer til enhver tid hvor toget er basert på togenes odometer, mottatt info fra eurobalisene hastighet osv. Dette medfører at RBC håndterer store mengder data innenfor sitt område og hver gang ett tog nærmer seg en annen RBC så vil alle togets data overleveres videre og ansvaret for togets sikkerhet overflyttes. **Eurobaliser** som på nivå to inneholder informasjon om hvor den ligger og sender dette til togene som passer. Man er nødt til å ha ett **nøkkelsystem(KMS)** som håndterer sikkerheten på datakommunikasjonen. Det må være ett **interlocking**(forrigling), **IXL** system som låser kjøreveier og man må ha et **togkontrollsystem, TMS** der togledelsen kan kontrollere og styre trafikken. Som bindeledd mellom RBC og GSM-R nettet så ligger ett system som kalles **Network Transmission Gateway, NTG**.

Som erstatning for signaler som gir tillatelse til å kjøre inn på blokkstrekninger gis ordre fra RBC til togene. Disse ordrene er: **MA** movement authority som inneholder hvor langt toget kan kjøre og i hvilken hastighet. Disse ordrene har igjen 4 forskjellige profiler for hvordan toget skal fremføres. **FS** full overvåking, **OS** sikthastighet, **LS** begrenset overvåking og **SH** skifting. (Palumbo 2014, s 31-36)

For informasjon om de forskjellige nivåene har jeg sett til Jernbaneverkets egen nybegynner manual. I den står det:

«**ETCS Nivå 1** Dette er et system hvor signaler langs sporet beholdes, men hvor togfører i tillegg får informasjon om kjøretillatelse, hastighet og strekningsinformasjon direkte i togets førerpanel. Med bakgrunn i systemets punktformige dataoverføring, må toget passere baliser plassert i sporet for å kunne motta kjøretillatelse. Systemet overvåker hvor langt kjøretillatelsen gjelder og maksimalt tillatt hastighet.

ETCS Nivå 2 Dette er et digitalt radiobasert signalsystem hvor lokfører mottar informasjon om kjøretillatelse og hastighet direkte i togets førerpanel. Med dette kan signaler og hastighetsmerker langs sporet fjernes. Systemet overvåker hvor langt kjøretillatelsen gjelder og maksimalt tillatt hastighet. Deteksjon av hvor tog befinner seg gjøres med akseltellere eller sporfelt, og tog melder i tillegg regelmessig inn sin egen posisjon og kjøreretning til signalanlegget (RBC). Signalanlegget overvåker togets bevegelse og sender toget kontinuerlig endringer i kjøretillatelse og tillatt

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

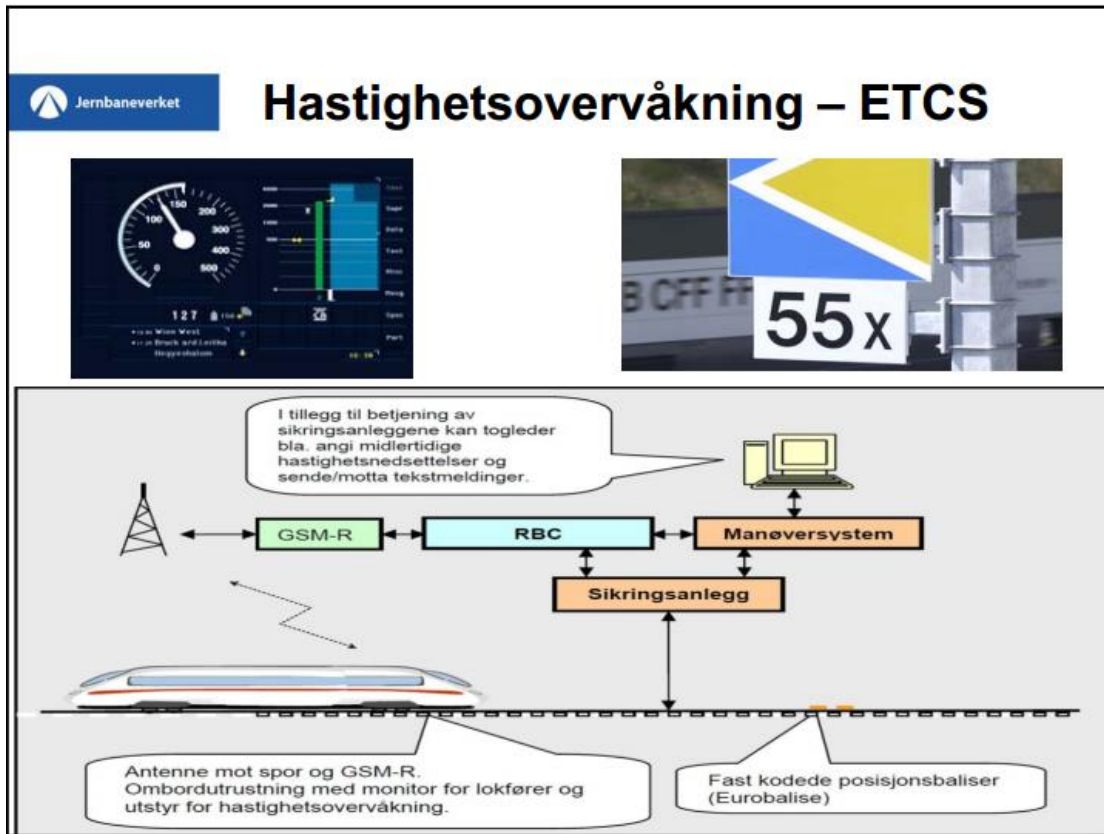
hastighet via GSM-R. Eurobaliser plassert i sporet, benyttes som kilometermerker for å fastslå/korrigere togets posisjon.

ETCS Nivå 3 Systemet fungerer tilsvarende som ETCS Nivå 2, men med et viktig unntak. Avstand mellom togene ivaretas uten bruk av systemer for deteksjon av tog (sporfelt/akseltellere). Tog melder regelmessig inn sin posisjon og kjøretretning til signalanlegget (RBC), men i tillegg må togene ha et system for å sikre at det ikke har miste en vogn, når togdeteksjon ikke lenger benyttes. Dette systemet benevnes togintegritet.

Også togene må utrustes med ETCS. Dette utstyret består av en datamaskin EVC (European Vital Computer) som kontinuerlig overvåker togets hastighet. For å kunne motta kjøretillatelse fra RBC i Nivå 2 og 3 er togene også utstyrt med radiomodem for kommunikasjon mot GSM-R. Videre benyttes hjulomdreiningssensor og radar for å fastslå togets posisjon i forhold til siste passerte Eurobalise.

Dersom et tog med ETCS også skal kunne kjøre på strekninger med ATC må det utrustes med en **STM** (Specific Transmission Module). Denne oversetter informasjon fra ATC systemet til et "språk" ETCS forstår. Det er ETCS som overvåker og eventuelt bremses toget»(Jernbaneverket 2012, s4)

I delkapittel 4.2 av denne rapporten leses at Norge har valgt å gå for ERTMS level 2 Baseline 2.3.0.d. Senere har det blitt fattet ett vedtak om å bruke den enhver tid gjeldene baseline og 5.3.2013 ble det vedtatt å bruke baseline 3.3.0 som er siste versjon av ERTMS/ETCS systemet. (Samferdselsdepartementet 2013). Under vises prinsippkisse for hvordan Level 2 fungerer.



Figur 4.1 ETCS nivå 2 prinsippsskisse (Forelesningsnotat).

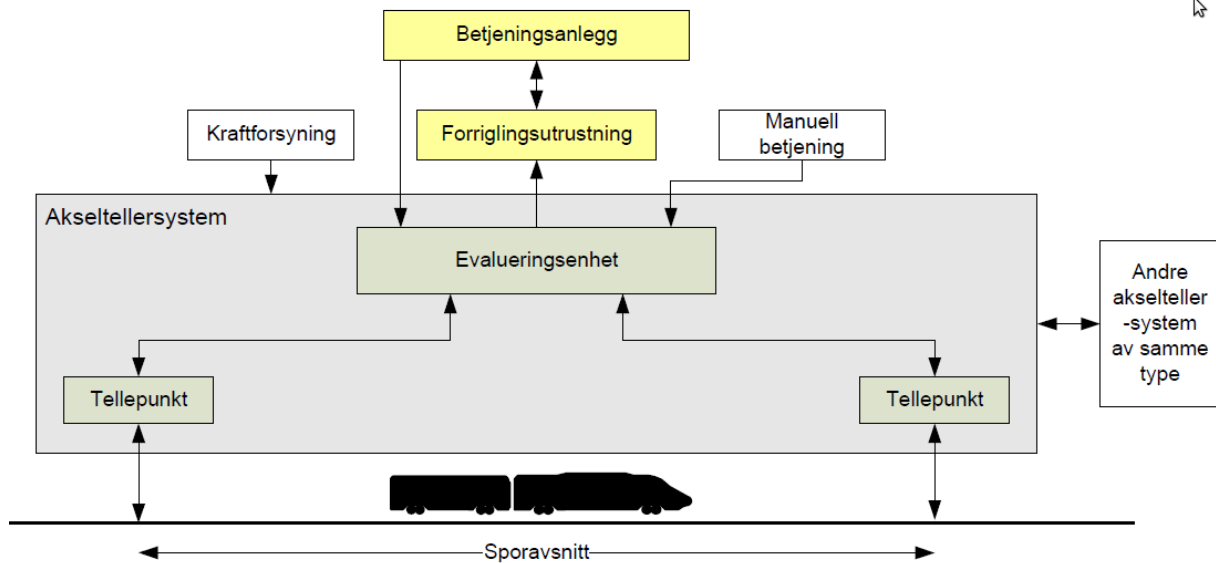
4.1.3 Togdeteksjon- akselteller

En akselteller er en induktiv elektromagnetisk spole. Den består av en sender og en mottaker festet på skinnen og kalles ett tellehode. Akseltelleren har da en kabel til en tilkoblings boks og en CAN-bus forbindelse frem til evalueringsenheten. Når ett hjul på en aksling passerer øker den elektromagnetiske spenningen ved tellehodet som da registrerer og sender til en evalueringsenhet. Denne enheten sørger for at hjulene telles riktig inn og ut av de forskjellige sporavsnittene og informerer deretter signalanlegget om sporavsnittet er fritt eller belagt. På Bombardiers akselteller telles hjul som går fra venstre til høyre som +1 og de som går fra høyre til venstre som -1. Når en aksel er talt inn i avsnittet leses dette som belagt av RBC. Når så 1. aksel telles inn på neste avsnitt telles en aksel ut av forrige avsnitt og ned til null.

Tellefeil medfører belagt avsnitt som igjen betyr att man ikke kan kjøre tog inn på samme

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

avsnitt. Figur 4.2 viser prinsippskissen for akseltellere.



Figur 4.2 Akselteller prinsippskisse (Jernbaneverket 2015b)

For akseltellere er det også nødvendig med ett system når det skal utføres vedlikehold. I motsetning til sporfelt må hovedsikkerhetsvakt med akseltellere bruke nøkkelskap som er plassert langs linjen. Etter kommunikasjon med togleder låser han opp og tar med seg nøkkel for å sikre seg slik at ikke togleder kan stille signal inn mot arbeidssted. Det er også en håndholdt løsning under utvikling som skal forenkle identifisering på fri linje. Dette systemet bruker posisjoneringssystemet i smart telefonene slik at det er mulig å kjøre direkte til arbeidssted uten å måtte finne plassering av nøkkelskapene.

I teknologien for ETCS nivå tre så vil behovet for togdeteksjon bli overflødig da togets og andre togs posisjon og hastighet til enhver tid er kjent.



Figur 4.3 Akselteller av typen Bombardier på Mysen stasjon

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

4.1.4 GSM-R

Da vedtaket om å lage ett felles europeisk togkontrollsystem ble fattet på slutten av 1980-årene ble det behov for også å lage en felles kommunikasjonsbærer. I arbeidet med å lage togkontrollsystemet falt i 1995 valget på GSM og det ble allokeret frekvensbånd til dette formålet. Båndene 876-880 og 921-925 MHz med 19 kanaler ble da dedikert til jernbaneapplikasjoner, og i årene mellom 1995 og 2000 ble de spesielle operasjonelle funksjonene identifisert og dokumentert. Disse spesifikasjonene ble deretter av en gruppe produsenter og operatører definert og validert som European Integrated Radio Enhanced Network, EIRENE og Mobile radio for Railway Network, MORANE og i 1997 ble dette innført i direktiver fra EU. I Norge ble den første kontrakten på GSM-R signert med byggestart høsten 2003. Kontraktene ble ferdigstilt og 1.1.2007 ble GSM-R tatt i bruk på hele Jernbanenettet i Norge med en total byggekostnad på 1,8 Mrd.

GSM-R er bygget på GSM industristandard men har i tillegg jernbanespesifikke funksjoner (-R) som er listet opp under (Jernbaneverket 2014a):

- Nødkommunikasjon jernbane
- Prioritetsnivåer på samtaler
- Funksjonelle numre
- Stedsbasert adressering
- Gruppesamtale
- Kringkasting
- Togledertjenester
- Samtaleregistrering
- Samtalebekreftelse
- SMS predefinert melding

Spesifikasjonene inneholder også at man skal sikre stabil og god data og tale kommunikasjon opp til minimum 350 km/t. Kravene til tilgjengelighet er også gitt til en oppetid på 99,985% og overholdes ved redundans og stabil og sikker teknologi. Videre er det døgntkontinuerlig overvåkning og beredskap fra operasjonssentralen på Marienborg i Trondheim som kan melde fra om feil og mangler for rask feilretting og utbedring.

4.2 Nasjonal Signalplan

I brev av 8.mars 2004 fra Statens Jernbanetilsyn (SJT) til Jernbaneverket, blir det anmodet om at det utarbeides en plan for innføring av ERTMS (European Railway Traffic Management System). Etter avtale med Statens Jernbanetilsyn ble det 26.06.04 utgitt en forstudie for implementeringsplanen. Forstudiet konkluderer blant annet med at behovet for fornyelse av signalanlegg generelt tilsier at det parallelt med den endelige ERTMS – implementeringsplanen utvikles en generell signalstrategi som støtter innføring av ERTMS.(Jernbaneverket 2005a, s5).

På bakgrunn av dette utarbeidet Jernbaneverket sin signalstrategi 2005-2015. Denne strategien baserte seg på flere andre dokumenter slik som signalstrategi- Vurdering av alternativ samt tekniske og juridiske betraktninger. Strategien konkluderte med at ERTMS nivå 2 var det beste alternativet. «Alternativ 3b, ERTMS - Level 2, er det alternativ som er klart mest i samsvar med kriteriene for strategivalg og dermed med Jernbaneverkets hovedmål»(Jernbaneverket 2005b, s18). I årene frem mot 2013 ble denne planen revidert og fornyet flere ganger og det resulterte i Nasjonal signalplan. I denne planen ligger det inne en total fornyelse av alle signalanleggene i Norge og Gjøvikbanen ligger inne med utbygging med ferdigstillelse i løpet av 2026.

4.3 Vedlikehold

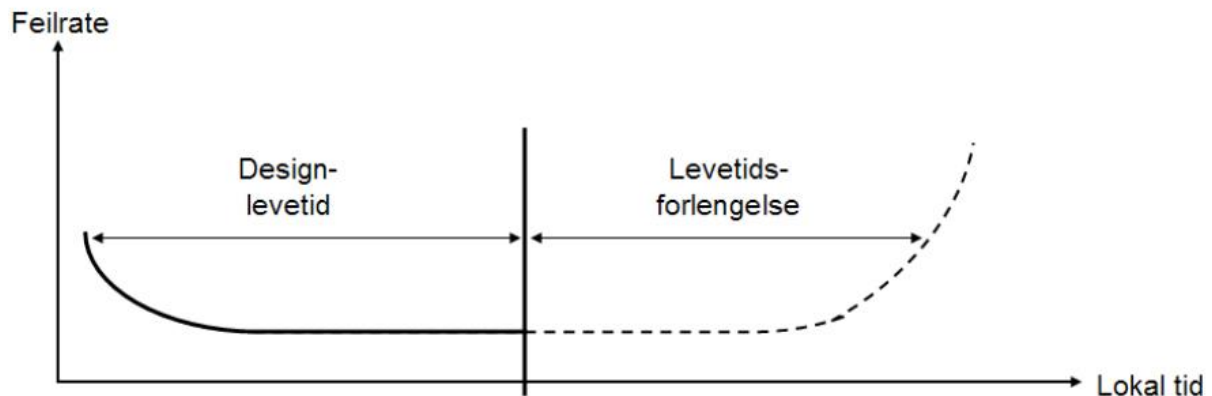
«Tregulv trenger vedlikehold. Gulvet er overflatebehandlet for å hindre fukt, slitasje, flekker og søl i å misfarge og bryte ned treverket. Denne overflatebehandlingen trenger jevnlig service for å fungere. Svikter den blir det dyrt» (Gulvsliperen 2015). Dette sitatet kan man direkte overføre til Jernbanenettet og videre på siden beskrives tre grunner til å utføre vedlikehold:

- økt levetid
- stabile driftsforhold
- bedre økonomi ved å fornye etter behov

I kapittel 2 ble det vist til at dagens signalanlegg på Gjøvikbanen benytter en teknologi som ble tatt i bruk på 60 tallet og som nærmer seg den designede levetiden. I rapporten: Vedlikehold for aldrende innretninger- en utredning(SINTEF 2008, s13) beregnet på petroleumsinstallasjon men direkte overførbar til Jernbaneanlegg, er det laget en figur for ett

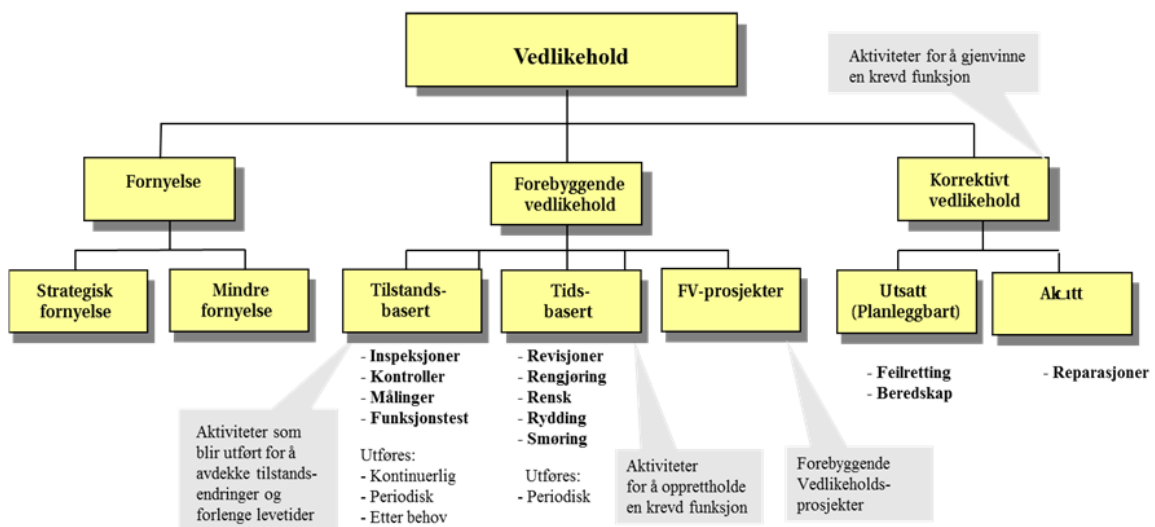
Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

systems optimale levetid. Figuren viser et system som har en stabil feilrate og som har fornyet objekter helt optimalt med tanke på systemets designede levetid.



Figur 4.4 Ett systems optimale levetid med vedlikehold (SINTEF 2008, s13)

For å ivareta disse prinsippene har Jernbaneverket utviklet sin egen Håndbok for vedlikehold og har definert vedlikehold slik: «En kombinasjon av alle tekniske og administrative aktiviteter, inkludert ledelsesaktiviteter som har til hensikt å opprettholde eller gjenvinne en tilstand som gjør en enhet i stand til å utføre en krevd funksjon» (Jernbaneverket 2014b, s6). Håndboken definerer også hvem og hvordan vedlikehold skal utføres: «Daglig styring og gjennomføring av forebyggende vedlikehold, korrektivt vedlikehold og operative tiltak ivaretas av «Eier av infrastruktur» og håndteres med støtte i BaneData». (Jernbaneverket 2014b, s20) Eier av infrastruktur er Banesjef for Gjøvikbanen og i denne rapporten gjennomgås forebyggende og korrektivt vedlikehold.



Figur 4.5 Jernbaneverkets modell for vedlikehold (Jernbaneverket 2014b, s6)

4.4 Effektiv kjerne - Optimal beredskap og lokalisering

Jernbaneverket var i 2014 gjennom en organisasjons endring. I forbindelse med endringen ble det satt ned flere utvalg i en samlebetegnelse som heter effektiv kjerne som skulle se på hvordan Jernbaneverket skal bli mer effektivt. En av disse delutvalgene har presentert en rapport som heter «Optimal beredskap og lokalisering».(Jernbaneverket 2014d) I rapportens anbefaling ligger en endring av beredskap for jernbanen til å omfatte ett tverrfaglig miljø bestående av 2 banemontører, to signalmontører og en kontaktledningsmontør. Dette medfører endringer i forhold til dagens beredskap der vaktordningen er faginndelt med 2 fagarbeidere.

4.5 Oppsummering

ERTMS har 4 grunnfundamenter. Den bygger på tanken om sømløs kjøring over landegrenser med ett felles europeisk togkontrollsystem som man via TSI'er som medlemslandene i EU og EØS plikter å følge. ERTMS bygger på togkontrollsystemet ETCS som bruker GSM-R som kommunikasjonsbærer. I nasjonalsignalplan så setter man som mål å bygge ut hele Jernbanenettet med ERTMS innen 2030. Gjøvikbanen er valgt med utbygging innen 2026. Valget av ERTMS nivå to fører til at det også må være ett togdeteksjonssystem i tillegg til posisjonering via EUROBALISE og togenes odometri. Vedlikeholdet av jernbanenettet er delt inn i fornyelse, korrektivt og forebyggende vedlikehold. Jernbaneverkets håndbok for vedlikehold beskriver at banesjef på Gjøvikbanen er ansvarlig for langsiktig planlegging og utførelse av vedlikehold og skal dokumentere utførelsen i banedata.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

5 Dagens signalanlegg, vedlikehold og feilstatistikk

Vedlikehold på konvensjonelt relebasert signalanlegg er ressurskrevende og kostbart. Rammeavtaler på materiell er krevende å få til da teknologien holder på å bli utdatert og produsenter slutter å lage de komponenter som systemet er avhengig av.

På Gjøvikbanen er det i dag ingen signalavdeling og det er bare faggruppelider signal som innehar noen av kompetansekravene som er beskrevet i jernbaneverkets styringssystem med dokumentnummer STY 601824. Vedlikeholdet ivaretas i dag fra andre områder eller oppgavene settes ut eksternt.

I dette kapitlet gjennomgås vedlikeholdet i detalj og skal danne grunnlaget for kapittel 6 og senere konklusjoner om hvilke endringer dette kan gi Banesjef.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

5.1 Hvilke komponenter har vi i sikringsanleggene i dag?

I tabellen under vises antall objekt som er registret i banedata. Disse objektene har tilknyttet ett vedlikeholds intervall og tilhørende generiske arbeidsrutiner. Videre så er det en beredskap som ivaretar de akutte feiltilfellene på anlegget og dette kapittelet ser på Banesjefens rolle.

Tabell 5.1 Oversikt over objekter i dagens signalanlegg

Type objekt	Banedata objekt forkortelse	Antall
Periode omformer	POM	33
Ventilasjon og klima anlegg	KLA	31
Tekniske bygninger og rom	TER	45
Linjeblokk	LBL	17
ATC- grupper	ATC	196
Blokkpost	BLP	1
Overdragstrafo	ODT	32
Sikringsanlegg	SIK	18
Signaler	SIG	384
Veisikringsanlegg	VSA	13
Sporfeltreleer	SFR	150
Drivmaskiner	DRV	69
Lokalstiller	LOK	51
Sporfelt	SPF	156
Apparatskap	APS	189
Fiktivt signal	FIK	28
Signalkabler	KAS	993
Baliser	ATB	405
Kodere	ATK	225
Merker skiver skilt	MSS	57
Veibomdrivmaskiner	VBD	20
Veibommer	VBO	20
Veisignalklokker	VSK	26
Innkobling og utløsningsfelter	IUF	36
Kontrollås	KOL	61
Samlelås	SAM	35
Sporsperre	SSP	18
Sporsperre drivmaskin	SPD	1
Sveiveskap	SVB	12
Betjeningsutstyr stillerapparat	BET	38
Modem	MOD	24
Batterier	BAT	14
Sidespor	SIS	1
Strømforsyning	SSA	17
Avspøringsindikator	AVI	2
Totalt antall objekter		3418

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

I tabellen vises att det er en mismatch mellom antall sporfelt og sporfeltreleer. Dette er en føring i banedata der varselteller også ligger inne under sporfelt. Det riktige antall er derfor 150 sporfelt og 150 sporfelt releer.

5.2 Vedlikehold

Vedlikeholdet kategoriseres inn i 3 forskjellige typer som er fornyelse, forebyggende vedlikehold og korrektivt vedlikehold. Av Banesjef er det i stor grad forebyggende og korrektivt vedlikehold som utføres. Jernbaneverkets definisjon av forebyggende vedlikehold er vedlikehold som utføres etter forutbestemte intervaller eller ifølge forutbestemte kriterier, og som har til hensikt å forlenge levetider og redusere sannsynligheten for svikt eller funksjonsnedsetting(degradering)(Jernbaneverket 2014b). Korrektivt vedlikehold er definert som vedlikehold som utføres etter att feil er oppdaget og som har til hensikt å bringe en enhet tilbake i en tilstand som gjør det mulig å utføre en krevd funksjon(Jernbaneverket 2014b).

Forebyggende vedlikehold

Som en del av det forebyggende vedlikeholdet ligger det inne generiske kontroller. Med generisk menes stor grad av likhet og overførbarhet mellom komponenter og systemer med hensyn til teknisk oppbygging, virkemåte og sviktårsaker. En generisk kontroll medfører da en teknisk kontroll av objekter på en så lik måte som mulig med tanke på inspeksjonsintervall, testing, måling. Disse kontrollene er nedfelt i Jernbaneverkets tekniske regelverk (Jernbaneverket 2015c). Kontrollene er fordelt per fag, og kapittel 5-13 omhandler generiske kontroller for signalobjektene. Kapitlene er da delt inn i hovedkategorier som er forriglingsutrustning, lyssignal, togdeteksjon, sporveksel og sporsperre utrustning, veisikringsanlegg, ATC, betjeningsanlegg, andre anlegg og til slutt er tekniske rom spesifisert. Disse hovedkapitlene er videre delt i underkapitler som omhandler de forskjellige underkategorier slik som NSI-63, NSB 84 etc. Se tabell 5.2.

Disse kontrollene initieres fra planleggingsverktøyet for Banedata, Maxplan og legges ut som ordre med tidsfrist på hvert objekt av tilstandskontrollør. Disse ordrene henter signalmontør ut og gjennomfører kontroll og kvitterer for utført etter beskrivelse i de generiske arbeidsrutinene. Disse kontrollene består av en miks av disse prosedyrene:

- TK-V: Periodisk visuell tilstandskontroll
- TK-M: Periodisk tilstandsmåling
- TK-F: Periodisk funksjonsprøve
- TK-K: Kontinuerlig tilstandskontroll/måling

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

- PO: Periodisk overhaling eller utskifting
- Intervall: Intervall (måneder) mellom forebyggende vedlikehold.

Ved avvik av måle og/eller kontroll parametere utføres så vedlikehold enten der og da eller kvitteres ut som en utsatt korrektivt vedlikeholds oppgave(UKV) som da blir liggende til behandling i Banedata.

Tabell 5.2 eksempel på underkategorier i generiske arbeidsrutiner (Jernbaneverket 2015c)

	Kapittel 5 - Forriglingsutrustning
SA-BET-0000-03	Bryter og sikringsskap
SA-SIK-0000-11	Statisk omformer type JoTek og ElTek
SA-SIK-0000-12	Roterende omformer type NEBB
SA-SIK	0000-13 Roterende omformer type EGA
SA-SIK-0000-01	Dieselaggregat
SA-SIK-0000-03	NSI-EB
SA-SIK-0000-04	NSI-63
SA-SIK-0000-05	NSB-77 (GS)
SA-SIK-0000-06	NSB-78
SA-SIK-0000-07	NSB-84
SA-SIK-0000-08	NSB-87
SA-SIK-0000-09	NSB-94
SA-LBL-0000-01	LB NSI-63 Stasjonsutrustning
SA-BLP-0000-01	LB NSI-63 Blokkpostutrustning
SA-SIS-0000-01	LB NSI-63 Sidesporutrustning
SA-LBL-0000-02	LB NSB-87 Stasjonsutrustning
SA-SIS-0000-02	LB NSB-87 Sidesporutrustning

I oversikten under er det tatt ut statistikk fra banedata fra superbruker banedata i område øst. Det er tatt ut med hensyn på tre hovedkategorier.

- Akutt korrektivt vedlikehold(feilsituasjon).
- Utsatt korrektiv vedlikehold som ofte blir laget etter generiske kontroller der grenseverdier er overskredet.
- Forebyggende vedlikehold som i stor grad kan knyttes opp til generiske arbeidsrutiner.

Etter å ha fremlagt disse tallene for faggruppeleder signal så forklarer han at nedgangen fra 2010 til 2011 på FVK er innvilgede søknader for lokal tilpasning for generiske arbeidsrutiner. I disse søknadene har det blant annet blitt endret på kontroller for drivmaskiner fra 6 måneders kontroller til 12 måneders kontroller. Det er også gjort endringer i kontroller på brannslukkingsapparat og ventilasjonsanlegg. Når det gjelder antallet AKV så er dette en underrapportering helt frem til 2014. Rapporteringen av AKV i Banedata har blitt manuelt gjennomgått og en gjennomgang har vist avvik mellom systemene. Da bruken av Banedata

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

ikke har hatt noe særlig fokus før år 2010 og fremover er datagrunnlaget for dårlig til å tolke tendenser. Figuren er med for å synliggjøre statistikk over de forskjellige aktivitetene som er rapportert i banedata.

Tabell 5.3 Oversikt over registrerte vedlikeholds aktiviteter i Banedata på Gjøvikbanen

År	Antall AKV		År	AKV+ UKV
2010	203		2010	234
2011	114		2011	219
2012	192		2012	279
2013	232		2013	243
2014	183		2014	191
År	Antall UKV		År	FVK utført
2010	31		2010	1754
2011	105		2011	1048
2012	87		2012	1103
2013	11		2013	1085
2014	8		2014	1258

Hvordan organiseres vedlikeholdet?

I samtaler med faggrupeleder signal på Gjøvikbanen viser han at det i dag ikke er noe signalmiljø på Gjøvikbanen, noe som medfører at det ikke utføres signalvedlikehold eller beredskap med eget mannskap. Fra 2008 frem til 2013 ble det forebyggende vedlikeholdet satt ut eksternt. Fra 2014 har dette vedlikeholdet blitt utført av signalavdelingen på Hamar. Montørene bruker da mye av arbeidstiden sin til kjøring og det vil være en lite effektiv kontroll prosess. En del av årsaken til dette var den tidligere organiseringen der Gjøvikbanen tilhørte baneområdet som omfattet Rauma,- Dovre,- og Gjøvikbanen (RDGB). Denne tilhørigheten medfører også at det er 2 lærlinger som går i lære på Hamar der kostnader påløper faggrupeleder signal på Gjøvikbanen. Det er også 2 nye lærlinger fra 2015 som vil få sin lærlingtid på Hamar der kostnadene blir dekket fra Gjøvikbanen. Videre er det heller ikke ansatt tilstandskontrollør på banen og etter omorganisering 1.4.2014 er det ikke stillingshjemler for signalmontører på Gjøvikbanen. Da det ikke er hjemler er det heller ikke noe miljø for å ta de nyutdannede signalmontørene inn i og Banesjef må forsøke å rekruttere erfarne montører.

For å dekke opp beredskap, akutt korrektivt vedlikehold, deles banen i to, der nordre del fra Roa og til Gjøvik leies det inn mannskaper fra Hamar. På delen fra Oslo S til Roa dekkes beredskap fra signalavdelingen på Alnabru. Dette er en løsning der Gjøvikbanen i enkelte sammenhenger får ekstra responstid da vakta har sitt hovedvirke på andre banestrekninger

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

med høyere prioritet, og ved samtidig feil på disse banene kan signalvakta ha jobbet for mye i forhold til arbeidstids bestemmelse. I disse tilfellene medfører det prioriteringer fra administrasjonsvakta og eventuelt om utkalling av bakvakter.

Banesjefens fornyelses oppgaver inkluderer som regel signalmontører da de fleste oppgaver gir inngripen i signalanlegget da det er sporfelter. Typiske oppgaver er bytte av skinner, sviller, isolerskjøter, sporveksler, drivmaskiner etc. For å kunne dekke opp disse oppgavene i 2015 og 2016, har det blitt inngått kontrakt for 2 signalmontører fra leverandøren Vete AS. Disse skal da bistå de andre fagene og i stor grad linjen på deres fornyelsesprosjekter.

5.3 Driftsfeil på Gjøvikbanen.

Dagens sporfelt har mange vedlikeholdskrevende komponenter i sporet, som isolerte skjøter og impedanser for returstrøm, samtidig som det påvirkes av andre mulige feilkilder, som ballast, sviller, jordinger, sporveksler og trafikkstøv. Tabell 5.4 er hentet fra Banedata og kategorisert på objekt og antall type feil.

Tabell 5.4 Kategoriserte driftsfeil fra Banedata

Type objekt	Objekt forkortelse	Antall objekt	Feil i perioden 2010 -2014	Feil per objekt
Periode omformer	POM	33	2	0,06
Ventilasjon og klima anlegg	KLA	31	0	0,00
Tekniske bygninger og rom	TER	45	5	0,11
Linjeblokk	LBL	17	1	0,06
ATC- grupper	ATC	196	10	0,05
Blokkpost	BLP	1	0	0,00
Overdragstrafo	ODT	32	1	0,03
Sikringsanlegg	SIK	18	11	0,61
Signaler	SIG	384	49	0,13
Veisikringsanlegg	VSA	13	9	0,69
Sporfeltreleer	SFR	150	26	0,17
Drivmaskiner	DRV	69	62	0,90
Lokalstilller	LOK	51	0	0,00
Sporfelt	SPF	156	118	0,76
Aparatskap	APS	189	5	0,03
Fiktivt signal	FIK	28	0	0,00
Signalkabler	KAS	993	8	0,01
Baliser	ATB	405	7	0,02
Kodere	ATK	225	3	0,01
Merker skiver skilt	MSS	57	0	0,00
Veibomdrivmaskiner	VBD	20	3	0,15

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Veibommer	VBO	20	1	0,05
Veisignalklokker	VSK	26	0	0,00
Innkobling og utløsningsfelter	IUF	36	16	0,44
Kontrollås	KOL	61	1	0,02
Samlelås	SAM	35	1	0,03
Sporsperre	SSP	18	0	0,00
Sporsperre drivmaskin	SPD	1	0	0,00
Sveiveskap	SVB	12	0	0,00
Betjeningsutstyr stillerapparat	BET	38	8	0,21
Modem	MOD	24	4	0,17
Batterier	BAT	14	0	0,00
Sidespor	SIS	1	0	0,00
Strømforsyning	SSA	17	3	0,18
Avspøringsindikator	AVI	2	0	0,00
SUM		3418	354	0,10

Feilene som er beskrevet foran påvirker ofte togtrafikken og medføre forsinkelser på togene. Denne påvirkningen er oppetid og er en av de parameterne som blir brukt i måling av Jernbaneverket. Oppetid er ett forholdstall mellom planlagt kjøring av tog i henhold til ruteplanen mot det som faktisk ble kjørt. I systemet TIOS logges de feilene som oppstår og gir mulighet for å beregne dette forholdstallet og det sier noe om hvor mye feil som har vært på strekningen. Under vises oversikt over antall forsinkede tog forårsaket av signalanleggene tabell 5.5 og hvor mye forsinkelses timer som er påløpt disse togene tabell 5.6.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Tabell 5.5 Antall tog med forsinkelser på Gjøvikbanen 2010- 2014

FORSINKELSESAKSER (Antall tog med forsinkelser)									
Streknin	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	Sum
År	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Tele-anlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	
2010	2602	641	76	38	1617	191	5165	36	5201
2011	2025	890	296	17	267	102	3597	70	3667
2012	349	628	47	16	309	92	1441	9	1450
2013	918	505	42	45	478	141	2129	36	2165
2014	410	739	193	19	510	75	1946	30	1976
SUM		3403							14459
								Prosent	23,5 %

Tabell 5.6 Forsinkelsestimer gjøvikbanen 2010- 2014

FORSINKELSER (timer:minutter:sekunder)									
Streknin	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	Sum
År	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Tele-anlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	
2010	240:43:00	84:42:00	11:48:00	5:53:00	231:25:00	32:43:00	607:14:00	4:24:00	611:38:00
2011	184:20:00	119:31:00	73:49:00	2:43:00	38:07:00	21:45:00	440:15:00	10:02:00	450:17:00
2012	33:19:00	88:32:00	11:30:00	2:29:00	42:47:00	17:34:00	196:11:00	1:08:00	197:19:00
2013	87:32:00	62:30:00	5:17:00	10:08:00	70:05:00	29:21:00	264:53:00	10:01:00	274:54:00
2014	39:05:00	93:35:00	80:10:00	1:55:00	72:54:00	12:43:00	300:22:00	4:13:00	304:35:00
SUM		448:50:00							1838:43:00
								Prosent	24,4 %

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

5.4 Kostnader for vedlikehold på relebasert signalanlegg

Vedlikehold medfører også kostnader. Alle inspeksjoner og arbeidsoppgaver skal utføres sammen med att det skal være en beredskap ved akutte feil. I tabell 5.8 presenteres budsjettet til Banesjef for 2015.

Tabell 5.7 Budsjetterte kostnader for 2015 opplyst fra Banesjef Gjøvikbanen

Hva	Timer	Timepris	Kostnader
Beredskap fra Alnabru	1856	kr 833	kr 1 546 048
Beredskap fra Hamar	657	kr 833	kr 547 281
Akutt feilretting fra Alnabru	902	kr 833	kr 751 366
Akutt feilretting fra Hamar	600	kr 833	kr 499 800
UKV -Gjøvikbanen	495	kr 833	kr 412 335
Generiske arbeidsrutiner Gjøvikbanen	3700	kr 833	kr 3 082 100
Signaltegninger Gjøvikbanen		kr 833	kr -
Service aircondition Gjøvikbanen	20	kr 833	kr 16 660
Kabelpåvisning Gjøvikbanen	124	kr 833	kr 103 292
Øvrig forbyggende vedlikehold Gjøvikbanen	800	kr 833	kr 666 400
Lager- Gjøvikbanen	60	kr 833	kr 49 980
Bidrag fornyelse til Linjen	623	kr 833	kr 518 959
SUM kostnader for Gjøvikbanen	9837		kr 8 194 221

Tallene er utarbeidet fra regnskapet i 2014 og delt på årets timepris for å finne ca. antall timer. For beredskap så er dette arbeidede timer. I tillegg må det være hjemmevakt som dekker opp hele året. Total antall timer som skal utføres vil da gi ett behov på 5,6 signalmontører da det er lagt til grunn 1750 timer i ett årsverk. Generiske kontroller har ett behov for 2,11 årsverk. Med utgangspunkt i teknisk regelverk og den beregnede tidsbruken beskrevet der kan man multiplisere tid per objekt med antall objekt og dermed få en teoretisk tid brukt på generiske arbeidsrutiner på Gjøvikbanen. Dette gir ett teoretisk timeantall på 2215, se vedlegg 8.3. Legger man da inn kjøring til og fra Hamar samt det faktum att det ikke er mulig å jobbe effektive dager grunnet sportilgang er timeforbruket for forebyggende vedlikehold svært reelt.

5.5 Oppsummering

I dette kapittelet er dagens signalanlegg gjennomgått og det er presentert en del statistiske data over tilstanden på anlegget. Antall feil som er rapportert inn samt hvordan disse feilene har påvirket opptiden er blitt belyst og signalfeil stod i perioden 2010-2014 for 24 % av forsinkelsestimen. I de generiske kontrollene så ligger det forskjellige rutiner om bytting og vedlikehold av dagens signalanlegg. Disse rutinene viser att det i dag blir byttet for eksempel signalpærer i ett gitt intervall på 36 måneder(Jernbaneverket 2015c, Nr.: 6.a.1). Da det ikke er

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

mulig å garantere levetiden på pærene, de kan bli defekt til enhver tid, så er dette med på å øke kostnader for vedlikehold.

6 ERTMS, vedlikehold og feilkilder

Etter 2026 skal Gjøvikbanen være ferdig utbygd med ERTMS. Det gamle signalanlegget skal være satt ut av drift og ny teknologi er innført. Vedlikeholdsrutiner blir endret og ny kompetanse og kunnskap blir nødvendig.

I dette kapitlet gjennomgås det hvordan ERTMS er tenkt vedlikeholdt og mulige feilkilder. GSM-R som er transportbæreren i ERTMS er en helt sentral del, men vil ikke bli vurdert da det forutsettes at vedlikehold administreres sentralt.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

6.1 Hvilke komponenter består ERTMS av?

Etter befaringer på Østfoldbanens østre linje som er Jernbanelanleggets ERTMS pilotstrekning, en gjennomgang av dennes objektkoder og bruk av kunnskap om ERTMS så har jeg kommet frem til en fremtidig sammensetning av objekter på Gjøvikbanen. Tabell 6.1 viser sammensetning sammen med kommentarer og forutsetninger. På Gjøvikbanen er det 11 stasjoner med 2 spor og 6 stasjoner med mer enn 2 spor.

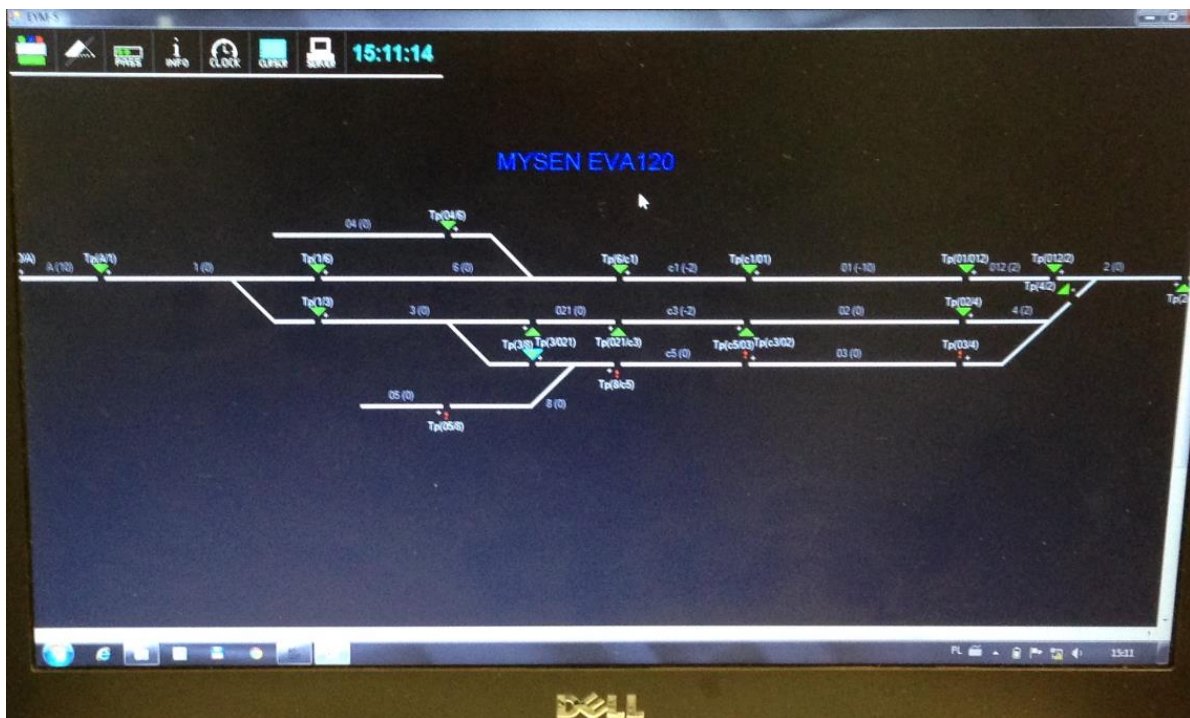
Tabell 6.1 Oversikt over objekter i fremtidens signalanlegg

Hva	Objekt type	Antall objekter	Kommentarer og forutsetninger
Lokal operatørplass	SA-LOP	2	Roa og Eina
Interlocking server	SA-STD	0	Dette styres sentralt
Radio Block Center	SA-RBC	0	Dette styres sentralt
Interlocking objekt kontroller	SA-OBK	380	En per objekt (i kursiv i tabellen)
Akselteller- tellehode	SA-TEL	244	218 stasjoner 26 BUES
Akselteller- evalueringseenhet	SA-EVA	30	17 på stasjoner, 13 på veisikring
UPS system	SA-USA	18	1 Per teknisk hus
Nøkkelskap	SA-NØK	90	5 per stasjon
Drivmaskiner	SA-DRV	69	Ikke endret antall spor
Lokal kontrollpanel(lokalt stiller)	SA-LOK	51	Ingen endring i sporarrangement
Kontrollås	SA-KOL	61	Ingen endring i sporarrangement
Sporsperre	SA-SSP	18	Ingen endring i sporarrangement
Sporsperre sentralstilt	SA-SPD	1	Ingen endring i sporarrangement
Veisignal	SA-SIG	26	2 per anlegg
Veisignalklokke	SA-VSK	26	
Veibom	SA-VBO	20	
Veibomdrivmaskin	SA-VBD	20	
Kiosk for veisikringsanlegg	SA-VSA	13	
Armert hovedkabel, FEBI/ Canbus	SA-KAS	276	244 Can bus til akseltellere 32 til NTG
Sveivskap	SA-SVB	12	
Samle lås (s-lås)	SA-SAM	35	
Teknisk hus	SA-TER	18	1 Per stasjon
Skap/ Kiosk med og uten varme	SA-APS	189	
Veibelysning for veisikringsanlegg	EL-LYS	13	
Fordelingsskap	EL-FSP	18	
Jordelektrode	EL-JEL	18	
Reservestrømstransformator	EH-TRF	18	
Orienteringsstolper	MSS	244	Markerboard
Eurobaliser	SA-EUR	196	Eurobaliser. Antatt antall som for ATC
SUM		2106	

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Det forutsettes at det legges redundans til alle stasjoner med tekniske hus frem til sentral server og operasjonspark. Har derfor lagt inn 32 fiberkabler (NTG) og en CAN-bus kabel frem til hvert tellehode. CAN-bus er en kommunikasjons protokoll som tillater mikrokontrollere å snakke sammen uten å ha en vertsmaskin og blir brukt som kommunikasjon mellom tellerhoder og evalueringsenheter.

På figur 6.1 viser de grønne trekantene plassering av akseltellere og status. På Mysen ligger det planoverganger inne på stasjonen og BUES 2000 må bruke en akselteller for utløsning av bommer slik at antall blir høyt. For Gjøvikbanen med tospors stasjoner kan dette forenkles slik at det med sikkerhetssoner blir 4 akselteller med tilhørende markerboard i hvert spor.



Figur 6.1 Evalueringsenhet Bombardier akselteller

Med utbygging av ERTMS så vil kravene til plass i tekniske hus minske, men kravene til stabilt arbeidsmiljø slik som temperaturer og støvfritt øke. Videre så ligger det i dag mye kabler inn i tekniske hus og disse skal være i funksjon helt frem til idriftsettelse av ERTMS så det vil derfor være fornuftig å se på om man skal gjenbruke eller om det ikke er en større fordel å bygge nye tekniske rom/ hus.

6.2 Vedlikehold

Med en overgang til programvarebaserte systemer slik som ERTMS vil vedlikehold endre seg fra mye fysisk kontroll av fysiske objekter til visuell kontroll av enheter der logikk er sentralisert. De sporbaserte objektene inneholder i stor grad enkel logikk og kommunikasjonsporter der status på objektet blir rapportert til den sentraliserte logikken. Disse nye objektene gir muligheter for å programmere egenkontroller slik at en eventuell feiltilstand kan oppdages før den medfører forstyrrelser i togtrafikk.

Forebyggende vedlikehold.

Som beskrevet i kapittel 5 så er ett av midlene i forebyggende vedlikehold generiske kontroller. Når man legger om til ERTMS vil de generiske arbeidsrutinene til Jernbaneverket måtte skrives om. I ERTMS pilotprosjekt på østre linje er det utarbeidet ett forslag til generiske arbeidsrutiner som er spesifikt rettet inn mot Bombardier sitt ERTMS system. Disse rutinene inneholder 7 kontroller av forskjellige objekter vist i tabell 6.2. De fleste av disse testene er visuelle kontroller som innebærer sjekk att alt ser helt ut og at kabler og tilkoblinger ikke har synlige skader. Forkortelsene for type kontroll leses i kapittel 5.2.

Tabell 6.2 ERTMS spesifikke generiske kontroller for Bombardier

Nummer	Forkortelse	Hva	Type kontroll	Intervall	Varighet
Objekt 1	LOP	Local Operator Panel (LOP) - Sentral utrustning	TK-V	12 mnd	20 minutter
Objekt 2	ILC	Interlocking System 950 sentralutrustning	FK-V	12 mnd	20 minutter
Objekt 3	RBC	Radio Block Central	TK-V	12 mnd	20 minutter
Objekt 4	OBK	Objektkontroller system 950	TK-V, TK-K, TK-F, PO	12 mnd	30 minutter
Objekt 5	TEL	Axle Counter System - hjuldetektorer	TK-V, TK-K, TK-F, PO	12 mnd	60 minutter
Objekt 6	EVA	Axle Counter System - evaluatorutrustning	TK-V, TK-K, TK-F, TK-M, PO	12 mnd	95 minutter
Objekt 7	TRF	Reservestrøms transformator med kiosk for sikringsanlegg	PO	12 mnd	60 minutter

Etter å ha gjennomgått de generiske arbeidsrutinene som er beskrevet i trv.jbv.no/ga, slettet de kontrollene som mest sannsynlig kan fjernes etter innføring av ERTMS viser tabell 6.3 en oversikt over kontroller som Banesjef må gjennomføre slik som før omlegging til ERTMS. Dette må bli en prosess som evalueres kontinuerlig slik att ytterlige innsparinger kan gjøres. Kontroll SA-TER-0000-01 vil på sikt kunne slås sammen med kontroll på objekt 1,4,7. Det vil også være mulig å gjøre forenkling på kontroll SA-DRV-0000-03 som er for drivmaskiner. Megging av kabler etc vil bli enklere da det blir færre tråder å forholde seg til.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Tabell 6.3 Oversikt over generiske arbeidsrutiner etter innføring av ERTMS

AR nummer	Beskrivelse	Revisjon
Kapittel 5 - Forriglingsutrustning		
SA-BET-0000-03	Bryter og sikringsskap	HMA 01.01.2015
Kapittel 6 - Lyssignal		
SA-SIG-0000-07	Dvergsignal	HMA 01.01.2015
Kapittel 7 - Togdeteksjon		
SA-TEL-0000-01	Akselteller - Tellepunkt Thales ZP30H	HMA 01.01.2015
SA-EVA-0000-01	Akselteller Evalueringsenhet Thales	HMA 01.01.2015
Kapittel 8 - Sporveksel og sporsperreutrustning		
SA-DRV-0000-03	Sporvekseldrivmaskin Alstom MET	HMA 01.01.2015
SA-KOL-0000-01	Kontrollås Sporveksel	HMA 01.01.2015
SA-SSP-0000-01	Sporsperre	HMA 01.01.2015
SA-KOL-0000-02	Kontrollås Sporsperre	HMA 01.01.2015
SA-LOK-0000-01	Lokalstiller	HMA 01.01.2015
Kapittel 9 - Veisikringsanlegg		
SA-SIG-0000-16	Veisignaler	HMA 01.01.2015
SA-VSK-0000-01	Veisignalklokke	HMA 01.01.2015
SA-SIG-0000-22	BUES 2000 Planovergangssignal, utstyrsspesifikk rutine	HMA 01.01.2015
SA-VBO-0000-01	Veibom	HMA 01.01.2015
SA-VBD-0000-01	Veibomdrivmaskin	HMA 01.01.2015
SA-SIG-0000-15	Varsellampe	HMA 01.01.2015
Kapittel 10 - ATC - Utgår		
Kapittel 11 - Betjeningsanlegg - Utgår		
Kapittel 12 - Andre anlegg		
SA-SAM-0000-02	A-lås	HMA 01.01.2015
SA-AKD-0000-01	Akustisk detektor	HMA 01.01.2015
SA-HSD-0000-01	Hjulskadedetektor	HMA 01.01.2015
SA-BAT-0000-21	Batteribytte 6 år	HMA 01.01.2015
SA-BAT-0000-22	Batteribytte 10 år	HMA 01.01.2015
SA-BAT-0000-23	Batteribytte 12 år	HMA 01.01.2015
Kapittel 13 - Tekniske rom		
SA-KAS-0000-01	Kabelanlegg - Armert kabel	HMA 01.01.2015
SA-KAS-0000-02	Kabelanlegg - Uarmert kabel	HMA 01.01.2015
SA-AVI-0000-01	Avsporingsindikator	HMA 01.01.2015
SA-SVB-0000-01	Sveivskap	HMA 01.01.2015
SA-SAM-0000-01	S-lås	HMA 01.01.2015
SA-TER-0000-01	Teknisk rom HMA 42005	HMA 01.01.2015
SA-APS-0000-01	Skap/Kiosk med varme- og kjøleanlegg	HMA 01.01.2015
SA-APS-0000-02	Skap/Kiosk uten varme- og kjøleanlegg	HMA 01.01.2015

6.3 Driftsfeil med ERTMS

Tabell 5.3 viser antall feil rapportert i Banedata og kategorisert på objektkode. For ERTMS er det ikke mulig å lage en slik statistikk da det i Norge i dag, ikke finnes trafikkerte strekninger med ERTMS. Det er uansett mulig å lage en teoretisk øvelse der utgangspunktet er tabell 5.3 og tabell 6.1 som viser hvilke sporbaserte objekter som er igjen.

Tabell 5.3 viser at det i perioden 2010-2014 var 354 rapporterte feil i Banedata.

Av disse feilene så er det 118 feil på sporfelt, 2 feil på periode omformere, 26 feil på sporfeltreoler og 16 feil på innkobling og utløsningsfelter. Videre viser tabellen at det er 49 signalfeil. Sammenligner man dette med tabell 6.1 så ser man at objektene POM, SIG, SPF, IUF, SFR ikke vil finnes i ett signalanlegg basert på ERTMS. Det er derfor mulig å konkludere med at disse feilene ikke vil oppstå. Ut fra dette antas det at det av 354 feil i perioden 2010-2014 kan være 143 feil med driftsforstyrrelser i perioden 2026-2030.

Det vil helt sikkert dukke opp nye feil, det nye systemet bygges på PC systemer og vil være svært sårbart for feil på kommunikasjonskanaler. Feil oppstår og sansynlighet for fellesfeil som rammer flere banestrekninger øker. Alle RBC er tenkt plassert i Trondheim med kommunikasjon via NTG og GSM-R ned til objektkontrollere. Dette vil være systemer som ikke banesjef vil ha kontroll på. Valg av vedlikeholdskonsept vil også kunne påvirke oppetid og driftsforstyrrelser. Er det leverandør eller infrastruktureier som sitter på kompetansen. Har leverandør tilstrekkelig teknisk kompetanse lokalt eller kan det bli behov for å fly inn teknikker fra andre steder? For eksempel så sitter ekspertisen for Bombardiers akselteller system i Polen. Hvilken service level agreement(SLA) skal det være? Dette er viktige elementer som må inn i kontrakter.

6.4 Beredskap

I lys av organisasjonsendringene utført i april 2014(Jernbaneverket 2014c) er det initiert et arbeid som hetter effektiv kjerne. Dette er et utvalg som skal jobbe frem løsninger som medfører en effektivisering av Jernbanen. Ett av disse utvalgene «optimal beredskap og lokalisering» (Jernbaneverket 2014d) har sett på hvordan beredskap skal se ut på de forskjellige banestrekningene. For Gjøvikbanene er det konkludert med en tverrfaglig beredskap stasjonert på Jaren med hjemmevakt ordning noe som per i dag ikke kan

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

gjennomføres for signal da det i dag er regelverk som sier at ved utskifting av komponenter skal det utføres sidemannskontroll noe som medfører at det må være to tilgjengelig ved feil.

I denne rapporten (Jernbaneverket 2014d, s33) beskrives arbeidsbelastning i en vaktordning «Vurderinger av hvilken belastning det innebærer, tilsier at hver medarbeider ikke bør ha hjemmevakt oftere enn hver 4. uke. Dette innebærer at Jernbaneverket må ansette 4 medarbeidere for hver hjemmevakt.» De som da ikke har vakt er tilgjengelig for andre oppgaver med ca 35 timer per uke med en total for alle på ca 100 timer per uke og 5200 per år. Summerer vi opp dette så ser vi at en beredskap med 4 mann gitt ett årsverk er 1750 timer gir ett timeforbruk på totalt 7000 timer. I vedlegg 8.4 er beregnet tid for forebyggende vedlikehold beregnet til 1660 timer og beredskap er i satt til 1750 timer. Dette gir en overkapasitet på 3590 timer per år. Legger til grunn regel om to mann ved eventuelle utskiftninger av komponenter medfører dette ett overskudd på 8840 timer per år.

6.5 Kostnader for vedlikehold på ERTMS

Fornyelsesoppgavene som banesjef vil ha etter omlegging til ERTMS er de samme som banesjef har i dagens organisering. Det som vil endre seg er at alle sporfelt og isolerskjøter som medførte at det måtte planlegges med signalmontører etter kompetanse oversikten STY-601824 vil opphøre. Ett skinnebytte kan nå gjennomføres uten signalmontører. Ett sporvekselbytte vil forenkles med at det nå ikke er sporfelter som må kobles ut eller inn. Kostnadene for forebyggende vedlikehold antas å være mindre eller lik dagens budsjett. Tabell 6.4 viser de forventede kostnadene per år for signalavdelingen på Gjøvikbanen etter innføring av ERTMS og bemanning etter beredskapsbehov. Tallene har blitt utarbeidet fra tabell 5.6 for så å modifisere med argumentasjon i delkapittel 6.1-6.4.

Tabell 6.4 Kostnader for ERTMS basert vedlikehold

Hva	Timer	Timepris	Kostnader
Beredskap(8 mann i turnus)	14000	kr 833	kr 11 662 000
Fratrekk Akutt feilretting (2 mann)	3500	kr 833	kr 2 915 500
Fratrekk GA fra vedlegg 8.4	1660	kr 833	kr 1 382 780
SUM tilgjengelig manskap	8840		kr 7 363 720

Summert gir dette ett kostnadsbilde på 11 millioner for beredskap og ett overskudd på 7,3 millioner til bruk på fornyelse etter at timer og kostnader for forebyggende vedlikehold og akutt feilretting har blitt trukket fra.

6.6 Oppsummering

Med en overgang til ERTMS så vil antall objekter ute i sporet endres til 2106. Dette sammen med at kabler og drivmaskiner fornyes vil med stor sannsynlighet redusere antall feil med driftsforstyrrelser slik at antall feil kan reduseres ned fra 354 feil og ned mot 143 i perioden fra 2026-2030. Med ny programmerbar teknologi kan også objektene teste seg selv og rapportere eventuelle avvik i forhold til grenseverdier og dette vil kunne gi en reduksjon i antall AKV og en økning i UKV og også en reduksjon i forsinkelsestimer.

Fornyelsesoppgavene vil forenkles da sporfelter endres og man i stor grad søker en standardisering av tegninger og system. Mannskapsbehovet vil dimensjoneres ut fra hvilket beredskapsnivå som velges. Hjemmevakt med 4 montører vil gi tilstrekkelig kapasitet for å ivareta både forebyggende og akutt vedlikehold men regelverk tilsier at det skal være to tilgjengelig slik at sidemannskontroller kan utføres. Det vil være en usikkerhet i tilknytting til driftsfeil og hvilke typer feil den nye teknologien kan gi.

7 Anbefaling og konklusjon

Med en overgang til ERTMS vil ressurs og kompetanse behov for Banesjef endres. I dette kapitlet vil resultatene i kapittel 5 og 6 vurderes opp mot hverandre og summeres opp i en anbefaling på en fremtidig bemanning for gjøvikbanen. Kapitlet inneholder en vurdering av positive og negative effekter av fornyelsen og inneholder også konklusjonen.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

7.1 Endringer i komponenter

Ved å sammenligne tabell 5.1 og tabell 6.1 ser man at antall komponenter i ett ERTMS signalanlegg er vesentlig redusert. Fra NSI63 og til ERTMS er det en nedgang på 1312 objekter. Denne endringen skyldes i all hovedsak at man reduserer de sporbaserte installasjonene slik som signaler, kabler, ATC-baliser og sporfelt med tilhørende objekter. Figur 7.1 er tatt på Ise stasjon på Østfoldbanens østre linje og viser de komponenter som blir igjen i sporet etter innføring av ERTMS.



Figur 7.1 Objekter plassert i spor etter innføring av ERTMS

7.2 Vedlikehold

For vedlikeholdet vil reduksjonen av antall komponenter medføre et forenklet anlegg som blir i større grad standardisert. Dette gir en nedgang i antall generiske arbeidsrutiner som må vedlikeholdes. Tabell 5.2 viser beskrevne rutiner på det relebaserte sikringsanleggene. Tabell 6.2 og 6.3 viser rutiner etter innføring av ERTMS. Denne standardiseringen vil åpne for utvikling og forenkling av rutiner. Den nært forestående innkjøpsstrategien for implementering vil også kunne påvirke dette i stor grad. For eksempel er det både i NSI63 og i ERTMS er det generiske arbeidsrutiner for drivmaskiner. I en leveranse kan dette påvirkes til å stille krav til selvdiaoser slik at feil automatisk varsles, eller at det etter ett gitt antall repetisjoner utløser en vedlikeholds operasjon. Det vil uansett være behov for å ha forebyggende vedlikehold i form av funksjonstesting og inspeksjoner for å avdekke de feil som systemet selv ikke oppdager men sammen med overvåking og selvtesting kan dette med hjelp av erfaring reduseres til ett minimum.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

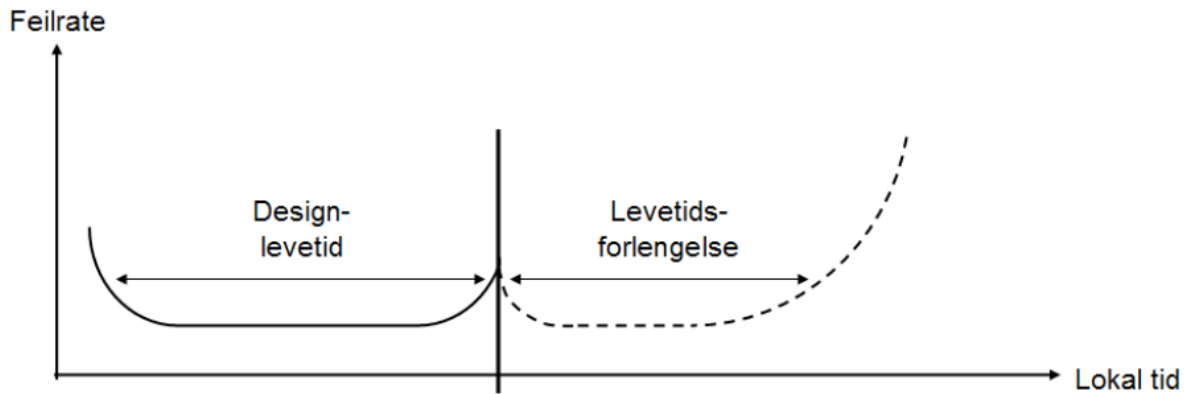
I vedlikeholdsteorien i kapittel 4.3 vises det til en optimal levetidsforlengelse med fornyelse i perfekt harmoni med den designede levetiden. Denne levetidsforlengelsen er avhengig av god vedlikeholdsstyring og gode levetidskalkulasjoner for å virke optimalt. Ved oppslag og datainnhenting i Jernbaneverkets egne systemer viser det seg at objektene ikke inneholder alle de data som etterspurt. I tabell 7.1 ser vi at av 3418 objekter er 3231 objekter uten tabell id «driftssatt» dato som forteller når objektet ble satt i drift. Da alder ikke er kjent og det heller ikke ligger inne bruksdata på systemene vil ett optimalt vedlikehold være vanskelig.

Tabell 7.1 Oversikt over alder på objekter

Banedata-statistikk for Signalanlegg Gjøvikbanen		
Antall totalt:		3418
Antall med dato:		187
Prosent med dato:		5,5 %
Eldste komponent:		01.01.1952
Nyeste komponent:		29.10.2013
Se data, et stort antall er ukjent.		
Årsperiode	Antall:	
	1950	9
	1960	14
	1970	45
	1980	18
	1990	8
	2000	8
	2010	85
	Ukjent	3231

Sett i lys av dette samt tabell 5.3 som viser at signalfeil står for 24,4 % av alle forsinkelsestimene på Gjøvikbanen, later det til at fornyelsen til ERTMS kommer for sent. Jernbaneverket er nær tilstanden i figur 7.2 der feilraten er på vei opp da den designede levetiden er på vei til å bli overskredet eller at levetiden ikke egentlig er kjent. Jernbaneverket lever ikke opp til målet i «håndbok for vedlikehold»(Jernbaneverket 2014b) om å levere en infrastruktur med en kjent tilstand.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?



Figur 7.2 Badekarskurve med for sent igangsatt fornyelse (SINTEF 2008, s13)

7.3 Driftsfeil

I kapittel 5.3 viser statistikken at 354 feil er relatert til signalsystemet på gjøvikbanen i perioden 2010-2014. Av disse er 211 relatert til sporfelter og 62 til drivmaskiner. I kapittel 6.3 er en teoretisk øvelse utført for å estimere feil etter overgangen til ERTMS. I kapittel 6.1 ser vi at mange komponenter som står i sporet samt at alle sporfelter erstattes med akseltellere så vil feilkildene bli redusert tilsvarende. Nye og sterkere drivmaskiner vil erstatte de gamle, og nye kabler og koblinger vil kunne redusere feilfrekvensen ytterligere. Som beskrevet i kapittel 7.2 gir et programvarebasert system større muligheter for egentesting opp mot grenseverdier og eventuell bruk. Dette kan utløse utrykning til oppstått feil før togene får forsinkelser. ERTMS er også designet som ett SIL 4 system og dette sammen med at de fleste feilkilder fjernes gir grunnlag for å tro at driftsstabilitet etter innføring av ERTMS vil øke. Imidlertid så vil det i de fleste tilfeller være feil i startfasen da det installeres nye objekter og det er ny teknologi og kunnskap som skal inn i organisasjonen. Det monteres systemer med redundans men komponenter kan feile og de kan monteres feil, noe som kanskje ikke oppstår annet enn i gitte situasjoner, men på sikt vil dette øke banens oppetid.

7.4 Beredskap

Beredskap i dag er dekket med resurser fra signalavdelingene på Hamar og Alnabru. I kapittel 6 etter innføring av ERTMS legges det til grunn en beredskap med to mann og 4 ukers turnus. I kapittel 7.3 er antall driftsfeil redusert da antall komponenter er redusert og de fleste feilkilder er byttet ut med annen teknologi. Videre så er det i kapittel 6.2 beskrevet ett system

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

der forebyggende vedlikehold og fornyelse har blitt forenklet da sporfeltene forsvinner. På grunnlag av dette så er en beredskap med 8 mann alt for stor og den medfører ingen reduksjon i kostnadene selv om vedlikeholdet er forenklet. Jernbaneverket må derfor se på om rutiner for beredskap på ERTMS kan håndteres med en person. Ved beredskap av 4 mann får vi oversikten i tabell 7.2:

Tabell 7.2 Timer tilgjengelig for vedlikeholds aktiviteter

Hva	Timer	Timepris	Kostnader
Beredskap(4 mann i turnus)	7000	kr 833	kr 5 831 000
Fratrekk Akutt feilretting (1 mann)	1750	kr 833	kr 1 457 750
Fratrekk GA fra vedlegg 8.4	1660	kr 833	kr 1 382 780
SUM tilgjengelig mannskap	3590		kr 2 990 470

Tabell 7.2 viser at med en beredskap på 4 mann og håndtering av forebyggende vedlikehold og feilretting så vil det være 3590 timer tilgjengelig for fornyelse og andre aktiviteter. Banesjef har dermed ressurser tilgjengelig og bør se om dette er timer der han kan bistå andre baner med andre vedlikeholds aktiviteter eller om han fortsatt skal kjøpe inn beredskap fra andre aktører slik som i dag og ha en mann som utfører forebyggende vedlikehold.

7.5 Kostnader

Fra tabell 5.7 ser vi at budsjettert kostnad for 2015 er på 8 194 221 kroner. For ett ERTMS budsjett basert på at beredskap er utført med 4 mann vil kostnadene i følge tabell 7.2 ligge på 5 831 000 kroner i tillegg til at det er en potensiell utnyttelse på i underkant av 3 millioner. Dette gir en reduksjon på kostnader på 2 363 221 kroner noe som er en reduksjon på ca. 30 %. I dokumentet «ERTMS i Sverige- Nuläge og viktiga vägval»(Trafikverket 2012, s9) anslås også kostnader på vedlikehold til å reduseres med ca. 30 %. For Gjøvikbanen er ikke dette helt riktig å fastslå da kostnader i dag er unormalt høye grunnet reise fra andre lokasjoner og at timeantallet for forebyggende vedlikehold i tabell 5.7 er inkludert adgang til sporet, men det er også fratrekk da beredskapen delvis dekkes inn via behov på andre strekninger. I tabell 7.2 er det bare tatt hensyn til den teoretiske beregningen fra tid spesifisert i de generiske arbeidsrutinene slik at dette timeantall blir litt høyere og i tillegg er det gjort en organisatorisk endring med å etablere en ERTMS avdeling på Gjøvikbanen.

7.6 Fordeler med ERTMS

- Akseltellere: har ikke behov for isolerte skjøter eller impedanser, og påvirkes verken av sporets kvalitet, tilkoblinger i sporet, returstrøm eller sporvekselkomponenter. Alt er nytt og krav inkluderer grensesnitt slik at tilkoblinger og utstyr er standardisert.
- Dokumentasjon vil være helt oppdatert og det vil kun være elektroniske lagringssystemer.
- ERTMS bygget etter tanken om SIL4. Systemene skal ikke feile.
- Omdømme skapende da ERTMS gir bedre forutsigbarhet da Traffic Management System muliggjør mer og veldig nøyaktig informasjon til de reisende. Togledere system
- Miljø da strømforbruket minsker og antall komponenter reduseres.
- Tekniske bygg blir mindre. Behov for mindre arealer da alle releer fjernes.
- Muliggjør overvåkning på en enklere måte.
- Muliggjør nyteknisk i forhold til regelverk og godkjenninger. Mye av kontrollene er visuelle, hvilke kompetanse skal man ha.

7.7 utfordringer

- Grensesnitt under utbygging. Det skal kjøres tog på strekningen slik at det må være to systemer i en periode.
- Regelverk er ikke prøvd i alle situasjoner i dag, men innen 2026 bør dette være utprøvd.
- Grensesnitt mellom leverandører og Jernbaneverket. Hvem skal utføre vedlikehold slik at ikke SIL nivå endres) Eller at garanti skal bestå.
- Stiller større krav til tekniske hus. PC basert system som trenger mer stabilt og renere arbeidsmiljø.
- Akseltellere:
 - Vedlikehold av akseltellere/ reset fjerner eventuelle tog. Manuell kontroll av hele strekningen.
 - Ved jobbing så må man bruke nøkler om er geografisk plassert. Medfører ekstra reisetid/ ulemper ved adkomst til spor. Hvordan løses store anleggsområder? Kan kompenseres med ett håndholdt system på smartphone.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

- Ved feil på tellehoder må hele hodet skiftes og kabel sitter fast slik at denne også må byttes.
- Tar stor plass på stasjoner. Ett skap for hvert arbeidsområde. Nøkler for blokk begge retninger. Nøkler for hele stasjon. A felt B felt Spor områder. Medfører ekstra kostnader.

7.8 Anbefaling

Vedlikehold av NSI63

På kort sikt så er anbefalingen å etablere gode rutiner for rapportering av feil og vedlikehold i Banedata. Fokuset på bruken av Banedata må intensiveres og feil og mangler må legges inn med henholdsvis AKV og UKV for behandling og diagnostisering for å optimalisere det videre vedlikeholdet. Blir dataene gode er det mulig å ta ut trender og statistikker som kan være med på å lage grunnlag for fornyelsesprosjekter. Videre så må man se på om man kan gi økt fokus til returstrømmer på avveie og utslitte isolerskjøter. Er det mulig å gjøre noe med de mekaniske påkjenningene ved å pakke opp under disse skjøtene? Er alle jordinger festet og har de ett tverrsnitt som tilfredsstillende regelverket?

Dette er ressursbruk som må vurderes opp mot nytten som kan forventes. Dette er også elementer som har vært med i mange år slik at forventet effekt er nok liten.

Mannskap i mellomperioden

Beredskap og fornyelser er dimensjonerende faktorer for mannskapssammensetning frem til ERTMS er innført. En beredskap i dag krever to mann da feil ofte krever komponentbytter som igjen utløser en sidemannskontroll. Dette gir da ett behov på minimum 8 mann i turnus, noe som ikke lar seg utnytte for de fornyelsesoppgavene som i dag utføres i regi av Banesjef på Gjøvikbanen. I perioden frem til ERTMS er ferdig implementert anbefales at man rekrutterer fem mann til Gjøvikbanen fire som montører og en tilstandskontrollør. Med dagens marked og tilgang på signalmontører er dette en utfordring i seg selv. Banesjef vil da kunne ha en mann som er med i beredskap sammen med andre banestrekninger noe som vil kunne gi raskere responstid og bedre lokalkunnskap på anlegget. Han vil da også kunne ha mannskap tilgjengelig for forebyggende vedlikehold og fornyelsesoppgaver som initieres fra

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

andre fag i Jernbaneverket. Dette er en mannskapssammensetning som også er fremtidsrettet inn mot ERTMS og som anbefales å jobbe for.

Mannskap i ERTMS

Beredskap er fortsatt dimensjonerende faktor. Med endring av kompetansekrav slik at sidemannskontroll ikke er nødvendig, vil ERTMS feilretting med stor sannsynlighet bestå av å bytte moduler. Banesjef vil ha både beredskap og forebyggende aktiviteter organisert i eget hus. Han har også kapasitet til overs for å støtte andre banestrekninger i for eksempel forebyggende vedlikehold.

7.9 Videre arbeider

For videre utvikling av oppgaven må man dele den i to. En del er å gå inn i levetids analyser og beregninger for å kunne utnytte den moderne vedlikeholdsteorien på det gamle NSI63 anlegget. Dette må man gjøre sammen med en gjennomgang av de generiske rutinene slik at man utnytter komponentene mest mulig. I oppgaven så vises at de fleste feil oppstår som følge av feil på sporfelt og drivmaskiner slik at tiltak opp mot disse elementene blir avdekket. Forslag er å se på de generiske arbeidsrutinene for isolerte skjøter. Målinger må utføres oftere, pakking av skjøtene slik at de mekaniske påkjenningene blir så jevne som mulig. Skal disse skjøtene byttes i faste intervaller uavhengig av måleresultater eller nebbdannelser? Kan man beskytte drivmaskiner på en annen måte mot snø og is?

Del to er å se mer på ERTMS vedlikehold. Hvilke kurs og kompetanse skal en ERTMS montør ha? Hvem skal ha lov til hva. Hvem skal for eksempel sette en midlertidig nedsatt hastighet i systemet(TSR)? Videre så er det viktig å se på grensesnittet mellom leverandør og infrastruktur eier. Hvordan skal en kontrakt se ut med tanke på drift og vedlikehold. Slik som en grundig gjennomgang av alle manualer fra leverandører av ERTMS, implementere de riktig inn i GA slik at man opprettholder garantier.

7.10 Konklusjon

Gjennom arbeidet med oppgaven er det funnet åpenbare forskjeller med dagens anlegg mot det man vil få etter innføring av ERTMS. En av de største utfordringene man har i dag er å dokumentere det man har og hvordan dette påvirker trafikksituasjon. Kvalitet på de data man har tilgjengelig er for unøyaktig og det er store mangler i registreringer og det foreligger

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

heller ikke gode nok levetidskalkulasjoner som gir en korrekt fornyelse av objektene før de feiler. Med ERTMS vil det være ett moderne system som er bygget etter SIL4 som gir ett system som skal være tilnærmet feilfritt. Antall objekter som er påvirket av vær og vind er erstattet og disse objektene som er fjernet er også de som feiler mest og medfører størst negativ påvirkning av oppetiden. Alle drivmaskiner vil være erstattet med nye maskiner som har større kraft, nye kabler og dokumentasjon vil være oppdatert og enkelt tilgjengelig. Mannskapsbehovet vil reduseres da det forebyggende vedlikeholdet forenkles og feilsituasjoner går ned og oppetiden vil med stor sannsynlighet gå opp. Det ligger uansett en usikkerhet da dette er ett helt nytt system med ny kunnskap og nye krav til organisasjonen. Mye av denne usikkerheten vil reduseres og fjernes etter hvert som flere banestrekninger får ERTMS og Jernbaneverket får erfaring og drar læring i driftsituasjoner.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Referanser

- Gulvsliperen.2015.« 3-minutters guide: Vedlikehold av tregulv» Hentet 24.4.2015.
<https://gulvsliperen.no/3-minutters-guide-vedlikehold-av-tregulv/>
- Holme, Idar Magne, og Bernt Krohn Solvang.1991. *Metodevalg og metodebruk*. Oslo: Tano.
- Jernbaneverket. 2005a. *Signalstrategi 2005-2015, 2005 rev 1*. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2005b. *Signalstrategi Vurdering av alternativ, 2005 rev 1*. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2012. *ERTMS for dummies 1,2012*. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2013a. *Nasjonal signalplan, 2013*. Dokumentnummer IUP-00A04278. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2013b. *Strategisk plan – Fornyelse av signalanlegg, 2013*. Dokumentnummer S.801023-000. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2013c. *Trafikkregler for Jernbaneverkets nett, 2013*. Dokumentnummer STY- 602264. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2014a. «*GSM-R mobiltjenester*». Hentet 15.5.2014.
<http://www.jernbaneverket.no/no/Marked/GSM-R-mobiltjenester/>
- Jernbaneverket. 2014b. *Håndbok for Vedlikehold*. Dokumentnummer STY- 601058. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2014c. *Jernbaneverkets nye organisasjon 2014, 2014*. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2014d. *Optimal Beredskap og lokalisering, 2014 rev juni*. Oslo: Jernbaneverket.
- Jernbaneverket. 2015. *Teknisk Regelverk*. Hentet 23.1.2015. Jernbaneverket: <https://trv.jbv.no/signal/prosjektering/forriglingsutrustning>
- Jernbaneverket. 2015a. *Teknisk Regelverk*. Hentet 23.1.2015. Jernbaneverket: <https://trv.jbv.no/wiki/Signal/Prosjektering/Togdeteksjon>
- Jernbaneverket.2015b. *Teknisk Regelverk*. Hentet 23.1.2015. Jernbaneverket: <https://trv.jbv.no/wiki/Signal/Prosjektering/Togdeteksjon#Akselteller>
- Jernbaneverket.2015c. *Teknisk Regelverk*. Hentet 23.1.2015. Jernbaneverket: <https://trv.jbv.no/ga>
- Olsson, Nils, og Mads Veiseth.2011. *Jernbanetraffic*. Oslo: Fagbokforlaget
- Olsson, Nils.2011. *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.
- Palumbo, Maurizio. 2014. «The ERTMS/ETCS signalling system.» [railwaysignalling.eu](http://www.railwaysignalling.eu). Hentet 15.3.2015. http://www.railwaysignalling.eu/wp-content/uploads/2014/08/ERTMS_ETCS_signalling_system_MaurizioPalumbo1.pdf.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Samferdselsdepartementet. 2013. "*Baseline 3*"-spesifikasjoner for ERTMS. Oslo: <https://www.regjeringen.no/nb/sub/eos-notatbasen/notatene/2013/jan/baseline-3-spesifikasjoner-for-ertms/id715319/>.

SINTEF.2008. Vedlikehold for aldrende innretninger – en utredning. Dokumentnummer SINTEF A11701. Trondheim: SINTEF.

Trafikverket. 2012. ERTMS i Sverige- Nuläge og viktiga vägval. Dokumentnummer TRV-2011/85058. Sverige. Trafikverket

8 Vedlegg

8.1 Oppgavetekst

MASTEROPPGAVE

(Erfaringsbasert master i Jernbane)

VÅREN 2015

for

Kjetil Myhre

Hvilken endring medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

BAKGRUNN

Jernbaneverket opplever stadig økende utfordringer med ett signalanlegg som nærmer seg slutten av forventet levetid og der kompetanse og tilgang til reserve materiell er kritiske faktorer. Da det er ventet en betydelig befolkningsøkning i østlandsområdet sammen med ett stort behov for å fornye signalanleggene i Norge, gir den Politiske viljen til å investere i jernbane en mulighet til å utføre denne fornyelsen.

I 2005 utarbeidet Jernbaneverket en signalstrategi som anbefalte en løsning med fornyelse av signalanleggene til den nye europeiske standarden ERMTS. Denne strategien har ligget til grunn for flere senere utredninger. I Strategisk plan: fornyelse av sikringsanlegg har man gått videre og laget en implementeringsplan for banestrekninger der Gjøvikbanen ligger med en anbefalt fornyelse i perioden 2029-2035. I nasjonal signalplan er denne fremdriften revidert og man vil forsere dette og med en forventet ferdigstilling av ERTMS utbygging innen 2030.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

OPPGAVE

Beskrivelse av oppgaven

Jernbaneverket ønsker å få vurdert og utarbeidet en strategi for oppbygging av signalkompetanse på Gjøvikbanen og i den nært forestående ERTMS utbyggingen ønskes følgende punkter kartlagt:

- Litteraturstudie av nasjonal signalplan.
 - For Gjøvikbanen spesielt
- Belys hvilke endringer ERTMS medfører med tanke på vedlikehold i forhold til relebaserte sikringsanlegg.
- Belyse eventuelle fordeler en vil få med ERTMS
- Anbefale en hensiktsmessig bemanning for signalavdeling fra nå og frem til ferdig implementert ERTMS signalanlegg.

Det skal gjøres en vurdering basert på vedlikeholdet slik det utføres i dag mot hvordan det kan utføres med ERTMS.

Målsetting og hensikt

Formålet med oppgaven er å belyse nåværende situasjon og fremtidige planer slik at man kan lage en anbefaling for videre oppbygging av signalavdeling på Gjøvikbanen. Gjennom litteraturstudiet er det ønskelig å bygge opp ett teoretisk grunnlag for å kunne beskrive positive og negative sider ved innføring av ERTMS, slik at anbefalinger gitt i denne oppgaven er bygget på et solid grunnlag. Litteraturstudiet er særlig rettet mot drift og vedlikehold.

Deloppgaver og forskningsspørsmål

Basert på problemstillingen og hensikten med oppgaven er følgende deloppgaver og forskningsspørsmål utformet.

- Hva vil ett ferdig utbygd ERTMS anlegg bety for banesjefsorganisasjonen på Gjøvikbanen?
- Hvilket driftsapparat skal banesjef ha i fremtiden?

Hvilke muligheter gir ERTMS for drift og vedlikehold?

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidingen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>.

Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ eksternt samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren ”Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU”.

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i ”Retningslinje ved feltarbeid m.m.”. Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i ”Laboratorie- og verkstedhåndbok”. Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reise- og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: NN

Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner: MM

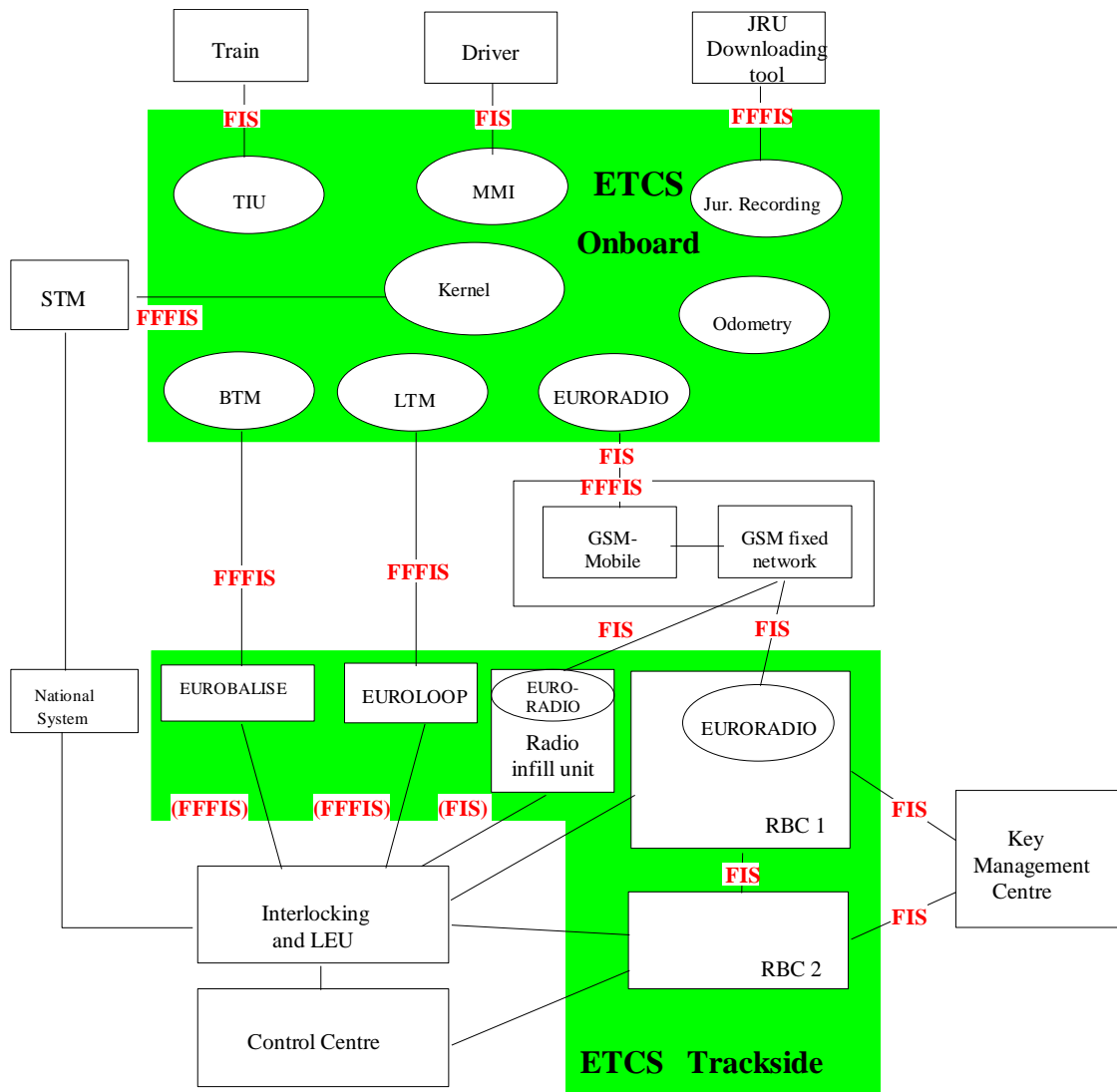
Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU
Dato: dd.mm.åååå, (evt revidert: dd.mm.åååå)

Underskrift

Faglærer

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

8.2 Teknisk spesifikasjon for ERTMS hentet fra subset036



Figur 4.2 Teknisk spesifikasjon for ERTMS hentet fra subset026

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

8.3 Utregning tidsbruk generiske arbeidsrutiner – NSI63

Type objekt	Banedata forkortelse	Antall	Tid for GA i minutter	SUM
Periode omformer	POM	33	210	6930
Ventilasjon og klima anlegg	KLA	31		0
Tekniske bygninger og rom	TER	45	225	10125
Linjeblokk	LBL	17	195	3315
ATC- grupper	ATC	196	15	2940
Blokkpost	BLP	1	150	150
Overdragstrafo	ODT	32		0
Sikringsanlegg	SIK	18	450	8100
Signaler	SIG	384	75	28800
Veisikringsanlegg	VSA	13	255	3315
Sporfeltreleer	SFR	150		0
Drivmaskiner	DRV	69	465	32085
Lokalstiller	LOK	51		0
Sporfelt	SPF	156	45	7020
Aparatskap	APS	189	15	2835
Fiktivt signal	FIK	28	30	840
Signalkabler	KAS	993	15	14895
Baliser	ATB	405		0
Kodere	ATK	225	15	3375
Merker skiver skilt	MSS	57		0
Veibomdrivmaskiner	VBD	20	90	1800
Veibommer	VBO	20	75	1500
Veisignalklokker	VSK	26	15	390
Innkobling og utløsningsfelter	IUF	36	1	36
Kontrollås	KOL	61	15	915
Samlelås	SAM	35	15	525
Sporsperre	SSP	18	60	1080
Sporsperre drivmaskin	SPD	1	465	465
Sveiveskap	SVB	12	90	1080
Betjeningsutstyr stillerapparat	BET	38		0
Modem	MOD	24		0
Batterier	BAT	14	10	140
Sidespor	SIS	1	225	225
Strømforsyning	SSA	17		0
Avspøringsindikator	AVI	2	30	60
Totalt antall objekter		3418		132941

Timer
2215,683333

Årsverk
1,266

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

Hvilke endringer medfører ERTMS for Banesjef på Gjøvikbanen?

8.4 Utregning tidsbruk generiske arbeidsrutiner – ERTMS

Hva	Objekt type	Antall	Tid for GA i minutter	SUM
Lokal operatørplass	SA-LOP	2	20	40
Interlocking server	SA-STD	0		0
Radio Block Center	SA-RBC	0		0
Interlocking objekt kontroller	SA-OBK	380	30	11400
Akselteller- tellehode	SA-TEL	244	60	14640
Akselteller- evalueringsenhet	SA-EVA	30	95	2850
UPS system	SA-USA	18	60	1080
Nøkkelskap	SA-NØK	90	180	16200
Drivmaskiner	SA-DRV	69	465	32085
Lokal kontrollpanel(lokalstiller)	SA-LOK	51	30	1530
Kontrollås	SA-KOL	61	15	915
Sporsperre	SA-SSP	18	60	1080
Sporsperre sentralstilt	SA-SPD	1	60	60
Veisignal	SA-SIG	26	75	1950
Veisignalklokke	SA-VSK	26	15	390
Veibom	SA-VBO	20	75	1500
Veibomdrivmaskin	SA-VBD	20	90	1800
Kiosk for veisikringsanlegg	SA-VSA	13	15	195
Armert hovedkabel, FEBI/ Canbus	SA-KAS	276		0
Sveivskap	SA-SVB	12	90	1080
Samle lås (s-lås)	SA-SAM	35	15	525
Teknisk hus	SA-TER	18	225	4050
Skap/ Kiosk med og uten varme	SA-APS	189	15	2835
Veibelysning for veisikringsanlegg	EL-LYS	13	30	390
Fordelingsskap	EL-FSP	18	0	0
Jordelektrode	EL-JEL	18	0	0
Reservestromstransformator	EH-TRF	18	60	1080
Orienteringsstolper	MSS	244	2	488
Eurobaliser	SA-EUR	196	15	2940
SUM		2106		101103

Timer
1685,05

Årsverk
0,96