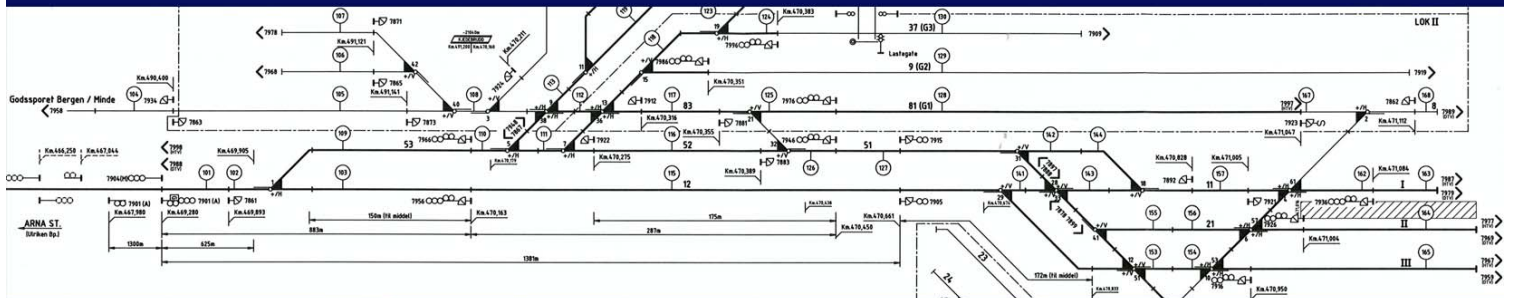




Konseptvalgutredning for ERTMS/ETCS



Samferdselsdepartementet har besluttet at det ikke er behov for å behandle KVVU for ERTMS/ETCS (KVVU for teknologivalg) videre i en KS1-prosess. KVVUens anbefalinger om en overgang til ERTMS/ETCS er i tråd med Samferdselsdepartementets og Statens jernbanetilsyns vurderinger av handlingsrommet for valg av teknologisk plattform for fremtidens signalanlegg.

Videre er det besluttet at det skal utarbeides en KVVU for overgang til ny teknologisk plattform (ERTMS/ETCS). KVVUen for teknologivalg (foreliggende KVVU) vil være et viktig forarbeid for dette arbeidet.

Jernbaneverket mai 2010



Forord

Kvalitetssikring i tidlig fase - KS1 - skal gjennomføres for statlige investeringer over 500 millioner kroner. KS1-systemet innebærer at Konseptvalgutredningen (KVU) gjennomgås og kvalitetssikres av eksterne konsulenter som har rammeavtale med Finansdepartementet. Formålet er å sikre bedre styring med planleggingen av store prosjekter på et tidlig stadium.

Utredningsarbeidet skal gjennomføres i tidlig planfase, som grunnlag for et overordnet prinsippvedtak i Regjeringen om videre planlegging og valg av konsept. KS1 skal gjennomføres innenfor rammen av eksisterende lovverk og ansvarsdeling mellom forvaltningsnivåene (se brev fra Samferdselsdepartementet (SD) 11.09 2006).

Denne KVU omfatter Jernbaneverkets valg av European Railway Traffic Management System (ERTMS) og European Train Control System (ETCS) som teknologisk plattform for fremtidens signalsystem. Jernbaneverket ble i brev av 31.8.2007 fra SD gitt i oppdrag å forberede KS1 for ERTMS.

Innhold i KVU

KS1/KVU skal sikre at planlagte tiltak ivaretar behovet for utbedring, og innfrir målene til ulike interessegrupper. KS1-systemet krever at tiltakshaver utarbeider og legger fram et KVU-dokument med følgende innhold:

- Behovsanalyse
- Overordnet strategi
- Overordnede krav
- Konseptanalyse

Arbeidsverksted

En viktig del av arbeidet med KVU er å samle aktuelle interessenter til et arbeidsverksted. Verkstedet ble gjennomført 5. og 6.mai 2008 og har gitt viktige innspill fra interessentene. Jernbaneverket har benyttet dette materialet videre i sine analyser. Det er laget en egen vedleggsrapport som oppsummerer verkstedet.

Arbeidet med KVU er organisert med en prosjektgruppe med følgende sammensetning:

- Erik Mæhlum, Jernbaneverket (PL)
- Geir Hansen, Jernbaneverket (PA)
- Per Pedersen, Jernbaneverket
- Bjørn Johannessen, Jernbaneverket
- Frode Nilsen, Jernbaneverket
- Jarle Midjås Rasmussen, Jernbaneverket
- Geir H. Ingvaldsen, Jernbaneverket
- Øyvind Herland, Jernbaneverket
- Kristin O. L. Brendeford, Jernbaneverket
- Maren Foseid, PTL as
- Erik Sivertsen, PTL as
- Kjell Åge Hagemoen, PTL-ressurs fra COWI as

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Innhold i KVV.....	7
1.3 Prosjektidé ERTMS	8
1.4 Spesielle forhold vedrørende KVV for ERTMS	9
2. Omfang og avgrensning	10
2.1 Planområdet	10
2.2 Teknisk og operasjonelt omfang.....	11
2.3 Prosjektavgrensning	11
3. Dagens situasjon og fremtidige muligheter - Teknologi.....	14
3.1 Jernbanens infrastruktur	14
3.2 Dagens signalsystemer	15
3.3 Sikringsanlegg	16
3.4 Hastighetsovervåkningssystem	18
3.5 Signalsystemenes effekt på togenes punktlighet	19
3.6 Fremtidens signalsystem	19
3.7 Dynamisk leverandørmarked.....	20
3.8 utfordringer.....	20
4. Behovsanalyse.....	22
4.1 Innledning	22
4.2 Interessentanalyse	23
4.3 Prosjektutløsende behov	26
4.4 Viktige behov	26
4.5 Andre behov	27
4.6 Samlet behovsoversikt	27
5. Overordnet strategi	28
5.1 Innledning	28
5.2 Grunnlag	29
5.3 Målhierarki	32
5.4 Oppsummering av samfunns- og effektmål	35
6. Overordnede krav	36
6.1 Innledning	36
6.2 Absolutte krav	36

6.3	Viktige krav	37
6.4	Andre krav	39
6.5	Oppsummert kravoversikt.....	40
7.	Alternative konsepter	41
7.1	Innledning	41
7.2	Konsepter før siling.....	41
7.3	Første evaluering og siling av konseptene	51
7.4	Oppsummering av siling	54
8.	Konseptanalyse	55
8.1	Innledning	55
8.2	Forenklet samfunnsøkonomisk sammenstilling av konseptene	55
8.3	Vurdering av de alternative konseptenes kravoppnåelse	58
8.4	Sammenstilling	62
9.	Anbefaling og videre arbeid	63

Figurer

Figur 1: KVVU-metode.....	8
Figur 2: Det norske jernbanenettet.....	10
Figur 3: Jernbanens infrastruktur.....	14
Figur 4: Signalsystemets oppbygging.....	15
Figur 5: Togleder i en fjernstyringsentral.....	16
Figur 6: Alder ATC og sikringsanlegg.....	17
Figur 7: Antall forsinkelser på grunn av signalfeil 2004-2008.....	19
Figur 8: Ulike varianter av ATC (ATP) i Europa.....	21
Figur 9: Oppbygging av behovsanalyse.....	22
Figur 10: Kunde- og eierkrav.....	30
Figur 11: Målhierarki - veggavis.....	32
Figur 12: Dagens sikringsanlegg Kråkstad stasjon, relèanlegg bygd i 1958.....	42
Figur 13: Utvikling forsinkelsestimer.....	43
Figur 14: ETCS nivå 1.....	47
Figur 15: ERTMS nivå 2.....	49
Figur 16: ERTMS nivå 3.....	50
Figur 17: ETCS limited supervision.....	50
Figur 18: ERTMS regional.....	51

Tabeller

Tabell 1: Interessenter.....	25
Tabell 2: Behovsoversikt.....	27
Tabell 3: Samfunns- og effektmål.....	35
Tabell 4: Kravoversikt.....	40
Tabell 5: Oppsummering av siling.....	54
Tabell 6: Fordeling prissatte konsekvenser på aktører.....	55
Tabell 7: Oppsummering beregninger.....	56
Tabell 8: Følsomhetsanalyse.....	57
Tabell 9: 0-alternativet- vurdering av kravoppnåelse.....	58
Tabell 10: ETCS nivå 1 – vurdering av kravoppnåelse.....	59
Tabell 11: ERTMS nivå 2 – vurdering av kravoppnåelse.....	60
Tabell 12: Sammenstilling av alternativer.....	62

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med arbeidet med stortingsmelding for Nasjonal Transportplan (NTP) for perioden 2010 – 2019 skal det med visse unntak gjennomføres KS1 for de prosjekter som skal omtales i stortingsmeldingen. Det er videre bestemt at KS1 av ERTMS/ETCS skal inngå i dette arbeidet, selv om Jernbaneverket har kommet langt i planleggingen. (Jf. brev fra Samferdselsdepartementet datert 31.8.2007.)

ETCS er et standardisert europeisk togkontrollsystem. ERTMS er et standardisert europeisk system for signalering og trafikkstyring som bruker GSM-R til kommunikasjon. ERTMS = ETCS + GSM-R. Se for øvrig liste over forkortelser og definisjoner.

Jernbaneverket har utarbeidet en signalstrategi [2]. Denne konkluderer med at Jernbaneverket bør velge ERTMS nivå 2-system som fremtidens teknologi for signalsystemene. Deretter er det lagt opp til en implementeringsperiode på 15 år. Østfoldbanens østre linje er valgt som erfaringsstrekning og settes i drift i 2014. I utgangspunktet legges det opp til en framdrift og finansieringsplan basert på anleggenes alder og tilstand. Den foreliggende implementeringsplanen er Norges bidrag til en EU masterplan. Disse valgene skal kvalitetssikres ved at det utarbeides en KVVU som videre kvalitetssikres eksternt (KS1).

I samråd med Finansdepartementet har Samferdselsdepartementet fastsatt retningslinjer for KS1 for veg -og jernbanesektoren. Hensikten med KS1 er å få en uavhengig analyse av konseptvalg før prosjektet eventuelt tas inn i Stortingsmelding for NTP 2010-2019.

1.2 Innhold i KVVU

Detaljeringsgraden i KVVU må tilpasses hovedspørsmålene i en tidligfase med et omfang som er tilstrekkelig for å vurdere hvilke konsepter som best møter behovene og kartlagte mål.

Hensikt, nivå og forventninger med å innføre KS1, og diskusjon om blant annet samfunnsøkonomiske analyser, er behandlet i kapittel 3 i felles retningslinjer for KVVU-arbeidet¹. En hovedforutsetning for KS1 er at alle alternative konsepter skal kunne presenteres og vurderes på samme nivå.

Konseptvalgutredningen behandler sentrale spørsmål som KVVUen besvarer metodisk etter følgende opplegg:

¹ KS1 - Ekstern kvalitetssikring i samferdselssektoren, versjon 3, november 2006. Felles rapport utarbeidet av Jernbaneverket og Statens vegvesen med tolkinger og føringer for hvordan KVVU - arbeidet skal gjennomføres.

Trinn	Hensikt/innhold
1 Behovsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> Behovsanalysen klargjør hvem som er interessenter og hva som er de grunnleggende behovene Behovene skilles i "prosjektutløsende behov", "viktige behov" og "andre behov" Behovsanalysen danner grunnlag for å definere mål for prosjektet.
2 Overordnet strategi	<ul style="list-style-type: none"> Ut fra behovsanalysen skal det klargjøres hvilke mål som kan settes opp for prosjektidéene og peke på mulige målkonflikter. Målene skilles i overordnede "samfunns mål" og "effekt mål" med indikatorer
3 Overordnede krav	<ul style="list-style-type: none"> KVU skal gi en oversikt over funksjonelle og tekniske krav til konseptene. Kravene gir et grunnlag for å kunne sammenstille, vurdere og prioritere mellom ulike konsept.
4 Konseptanalyse	<ul style="list-style-type: none"> Konseptanalysen skal redegjøre for hvilke ulike hovedkonsepter som er mulige for å dekke behovene. Det skal utvikles andre alternative konsepter, bla. med det bearbejdede materialet fra verkstedet som utgangspunkt Konseptanalysen gjør, etter en siling basert på absolutte krav, nærmere rede for de utvalgte konseptene. I analysen evalueres de ulike konseptene med en forenklet sammenstilling av samfunnsøkonomiske forhold, definerte mål, og kravene.

Figur 1: KVU-metode

Arbeidsverkstedet som ble gjennomført 5. og 6. mai 2008 ga viktige innspill til KVU- arbeidet. Materialet som kom frem på verkstedet har sammen med Jernbaneverkets signalstrategi (inkl. ERTMS implementeringsplan) dannet mye av grunnlaget for KVUen. Konsepter som fremkom i verkstedet har blitt videreutviklet av Jernbaneverket i etterkant av verkstedet, og blitt sammenliknet med den strategien og det konseptet som Jernbaneverket har utarbeidet i sin signalstrategi.

1.3 Prosjektidé ERTMS

Prosjektet ble i utgangspunktet initiert av et behov for å utarbeide planer for fornyelser av signalsystemene grunnet en aldrende anleggsmasse samt Samferdselsdepartementets forespørsel om en implementeringsplan for ERTMS som Norges bidrag til en EU masterplan.

Det er et stort behov for å fornye det eksisterende signalsystemet på det norske jernbanenettet. Hoveddelen av eksisterende sikringsanlegg er bygget med reléteknikk fra 1960- og 1970-årene. Anleggsmassen kan karakteriseres av følgende forhold:

- Høy gjennomsnittsalder
- Aldrende tekniske løsninger
- Komponenter er vanskelig å fremskaffe og produksjonen av komponenter fases ut
- ATC-systemet tilfredsstillende ikke samtrafikkforskriften, [5]
- Høy feilfrekvens, hvorav en stor feilandel oppstår i utvendige anlegg
- Teknisk kompetanse er vanskelig tilgjengelig. Teknologien kan ikke læres ved en utdanningsinstitusjon utenfor Jernbaneverket.
- Drift og vedlikehold er ikke egnet for konkurranseutsetting

- Større endringer i anleggene kan medføre negative trafikale konsekvenser (sikkerhet og tilgjengelighet)
- Økende kostnader for drift og vedlikehold

Ytterligere informasjon om utfordringene knyttet til signalsystemenes alder finnes i kapittel 3.

I brev av 3.mars 2004 fra Statens jernbanetilsyn (SJT) til Jernbaneverket, ref 04/1323, blir det informert om at Samferdselsdepartementet har bedt SJT om å ta et initiativ overfor Jernbaneverket om å utarbeide en implementeringsplan for ERTMS.

1.3.1 Forstudie

Som en oppstart på dette arbeidet ble det gjennomført en forstudie (presentert i rapporten Jernbaneverkets strategi for ERTMS- implementering datert 26.6.2004) for blant annet å belyse hvilke teknologiske valg og andre utfordringer Jernbaneverket stod overfor. Ut fra dette innledende arbeidet ble det besluttet å utarbeide en signalstrategi, [2], på utredningsnivå (som erstatning for Jernbaneverkets signalstrategi fra 1997) for blant annet å videreføre arbeidet med teknologivalg og implementeringsplan for ERTMS. Det ble gjennomført høringer av strategien (ekstern høringsutgave datert 02.11.2005) høsten 2005.

1.4 Spesielle forhold vedrørende KVU for ERTMS

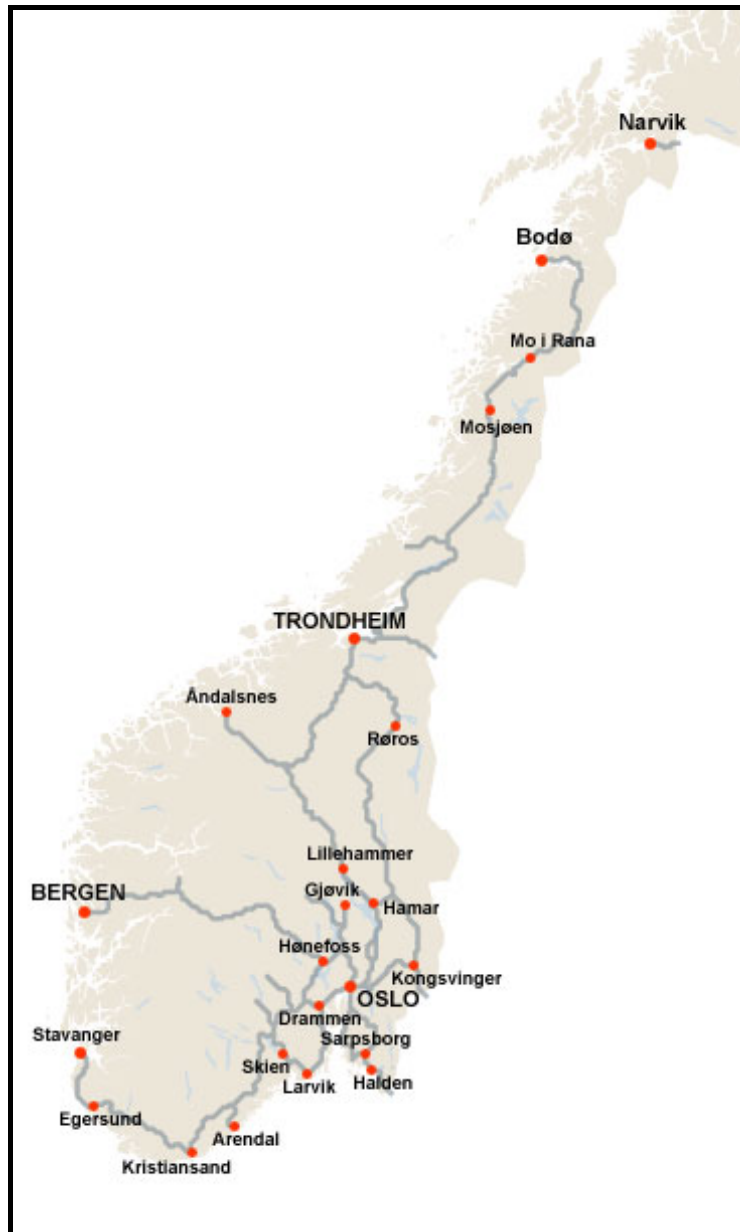
En KVU for ERTMS vil være spesiell sammenlignet med gjennomførte pilotprosjekter og øvrige utpekte samferdselsprosjekter underlagt KS1. Særlig gjelder dette følgende forhold:

- Valg og implementering av ERTMS omfattes ikke av Plan- og bygningsloven
- Interessentene vil ikke omfatte lokale myndigheter, og det vil derfor ikke være naturlig at disse deltar i høringen av KVUen
- Gjeldende lovverk gir ikke rom for alternative teknologier til ETCS- kompatible systemer på det transeuropeiske konvensjonelle jernbanenettet (TEN-T)

2. Omfang og avgrensning

2.1 Planområdet

Jernbaneløstets valg av ERTMS som fremtidens signalsystem omfatter hele det nasjonale jernbaneløstet. Valget av ERTMS er i samsvar med samtrafikkforskriften (mer om denne i det etterfølgende) som setter krav til den tekniske utformingen av den norske delen av det transeuropeiske konvensjonelle jernbaneløstet (TEN-T).



Figur 2: Det norske jernbaneløstet

2.2 Teknisk og operasjonelt omfang

Implementering av ERTMS vil i hovedsak påvirke følgende tekniske delsystemer og operasjonelle forhold:

- Innvendige signalsystem (som for eksempel sikringsanlegg og radioblokkcenter)
- Utvendige signalsystem (som for eksempel signaler og kabling)
- Transmisjon (GSM-R)
- Grensesnitt mot eksisterende anlegg
- Ombordutrustning i tog og arbeidsmaskiner
- Forskrifter for togfremføring

På bakgrunn av disse forholdene vil brukere som togledere, lokførere og vedlikeholdspersonell bli involvert i teknologiskiftet.

2.3 Prosjektavgrensning

Prosjektet er i hovedsak avgrenset av:

- 1) Forventet levetid og tilstand på jernbanens signalsystem
- 2) Teknisk tilgjengelige løsninger
- 3) Juridiske krav (samtrafikkforskriften, tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet og sikkerhetsforskriften)

Når det gjelder punkt 1 og 2 blir dette belyst senere i denne utredningen. I det etterfølgende redegjøres for de juridiske kravene.

2.3.1 Nasjonale systemer

Hvert land i Europa har bygget opp sine egne nasjonale tekniske systemer og trafikale regler. Noen av årsakene til dette har vært forsvarsmessige hensyn og bindinger til nasjonal industri. Dette har hittil vært en teknisk og operasjonell hindring for at togselskapene har kunnet operere i flere land eller kjøre tog hinderfritt over landegrensene. For å tilrettelegge for en hensiktsmessig og sikker trafikk over landegrensene har EU utarbeidet direktiver med krav til samtrafikkevne (interoperabilitet). EUs hensikt og mål med dette arbeidet er å styrke jernbanens konkurransekraft. Direktivene implementeres i norsk lov gjennom forskrifter (samtrafikkforskriften m.fl.). Grunnet kompliserte og svært omfattende endringsprosesser samt høye kostnader vil prosessen måtte ta tid og foregå skrittvis.

2.3.2 Ny signalstrategi

I forbindelse med utarbeidelsen av Jernbaneverkets nye signalstrategi (2005) ble det gjennomført en vurdering av hvilket regelverk som gjaldt for interoperabilitet på jernbanen i Europa, og betydningen av dette regelverket for Norge. Disse vurderingene er beskrevet i et eget dokument "Interoperabilitet - Juridisk vurdering" i signalstrategiens interne høringsutgave av 13.6.2005 og i en noe omarbeidet versjon i kapittel 4, Juridiske krav og føringer for samtrafikk, i signalstrategiens eksterne høringsutgave av 2.11.2005. Utdrag fra viktige vurderinger som ble gjort er gjengitt i følgende punkter:

- Samtrafikkforskriften implementerer direktiv 2001/16/EF om samtrafikkevenen for konvensjonelle tog i det transeuropeiske jernbanesystemet. Dette direktivet er et såkalt ny-metode-direktiv. Forskriften setter krav til den norske delen av det transeuropeiske konvensjonelle jernbanesystemet, og gjelder for kjøreveien og driften av denne, trafikkstyringen og trafikkvirksomheten herunder det rullende materiellet.
- Bakgrunnen for ny-metode-direktivene er kravet om fri flyt av varer innenfor EØS-området. For å kunne gjennomføre dette prinsippet er det nødvendig å fjerne tekniske handelshindringer, og erstatte nasjonale krav med harmoniserte krav til produkter gjennom et felles regelverk for hele EØS-området. Det forutsettes at direktiver etter ny-metode skal suppleres med tekniske spesifikasjoner (TSIer) utarbeidet av f. eks. standardiseringsorganisasjoner. Et produkt som ikke oppfyller kravene i EØS-regelverket, kan ikke omsettes eller tas i bruk i EØS-området. På særskilt kompliserte områder, slik som jernbaneområdet hvor produktene kan utgjøre større eller mindre deler av omfattende tekniske systemer, setter direktivene krav til produktet både på komponentnivå og på delsystemnivå.
- De grunnleggende kravene og ordningene fastsatt i samtrafikkforskriften samt de tekniske spesifikasjonene (TSIene), kommer til anvendelse på ny infrastruktur og nytt rullende materiell eller ved vesentlige oppgraderinger av eksisterende infrastruktur og rullende materiell etter hvert som de blir utarbeidet og gjort gjeldende. Departementet kan under visse forutsetninger gjøre unntak fra å gjøre de tekniske spesifikasjonene gjeldende.
- TSIer vil bli utarbeidet for det enkelte delsystem eller for deler av et delsystem og vedtas av EU-kommisjonen. Slike kommisjonsvedtak vil bli gjennomført i norsk rett gjennom forskrifter etter at vedtakene er blitt en del av EØS-avtalen.
- TSIene vil fastlegge de funksjonelle og tekniske spesifikasjoner som delsystemet og dets grensesnitt mot andre delsystemer må oppfylle. Spesifikasjonene skal fastlegges på en slik måte at de grunnleggende kravene tilfredsstilles. TSI'ene vil også fastlegge hvilke komponenter i et delsystem som er av en slik karakter at de og deres grensesnitt må omfattes av europeiske spesifikasjoner for å nå målet om samtrafikkevene.
- Når det gjelder forskrift for samtrafikkevene på høyhastighetsbaner er den i dag nokså begrenset. Norge har ikke jernbanelinjer i dag som omfattes av direktivets definisjon. Når det gjelder Forskrift om samtrafikkevene for det transeuropeiske konvensjonelle jernbanesystemet (samtrafikkforskriften) er nær sagt alle offentlige linjer omfattet så lenge det foregår togaktivitet på dem. Når direktiv 2004/50 er implementert, vil regelverket utvides ytterligere både for høyhastighetstog og konvensjonelle tog.
- Nærmere spørsmål om anvendelsesområde bør besvares enten av Statens jernbanetilsyn eller Samferdselsdepartementet. For å oppnå formålet med samtrafikkevene over landegrensene er nettopp tanken at medlemslandene skal være restriktive overfor nasjonale dispensasjonssøknader. Det antas at rette myndighet vil legge seg på en streng linje.

Etter at arbeidet med Jernbaneverkets signalstrategi ble sluttført har samtrafikkforskriften (FOR 2003-02-05 nr. 137: Forskrift om samtrafikkevenen i det transeuropeiske konvensjonelle jernbanesystemet) blitt erstattet av FOR 2006-04-10 nr 411, sist endret 07.12.2007.

Utenom de redaksjonelle endringene, som innebærer at samtrafikkforskriften er nærmere tilpasset oppbyggingen i direktiv 2001/16EF er det foretatt noen materielle endringer/tilpasninger til direktivet. Blant annet er det klarere spesifisert at hver komponent må underlegges fremgangsmåten for vurdering om samsvar og egnethet for bruken angitt i TSIene

og ha det tilhørende sertifikat. Den siste endringen omfatter endringer i forskriftens vedlegg VI vedrørende fremgangsmåte for verifisering av delsystemer.

Etter at arbeidet med Jernbaneverkets signalstrategi ble slutført har Statens jernbanetilsyn utgitt følgende relevante forskrifter:

- Sikkerhetsforskriften (FOR 2005-12-19 nr 1621: Forskrift om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet) som også setter krav om ivaretagelse av samtrafikkevne.
- Forskrift (FOR 2007-10-26 nr 1194) om gjennomføring av den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkevnen for delsystemet ”styring, kontroll og signal” i det transeuropeiske jernbanesystemet for konvensjonelle tog (TSI - styring, kontroll og signal). Sistnevnte forskrift beskriver tekniske krav til ERTMS/ETCS og implementeringen.
- Forskrift (FOR 2008-04-25 nr 412) om gjennomføring av vedtak 2006/920/EF av 11. august 2006 om den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkevne som gjelder for delsystemet «drift og trafikkstyring» i det transeuropeiske jernbanesystemet for konvensjonelle tog (TSI-drift og trafikkstyring). TSIen (eng.: CR-TSI OPE) beskriver operasjonelle regler for drift og trafikkstyring basert på ovenfor nevnte TSI for styring, kontroll og signal, og kompetansekrav som kreves for å drive grenseoverskridende trafikk.

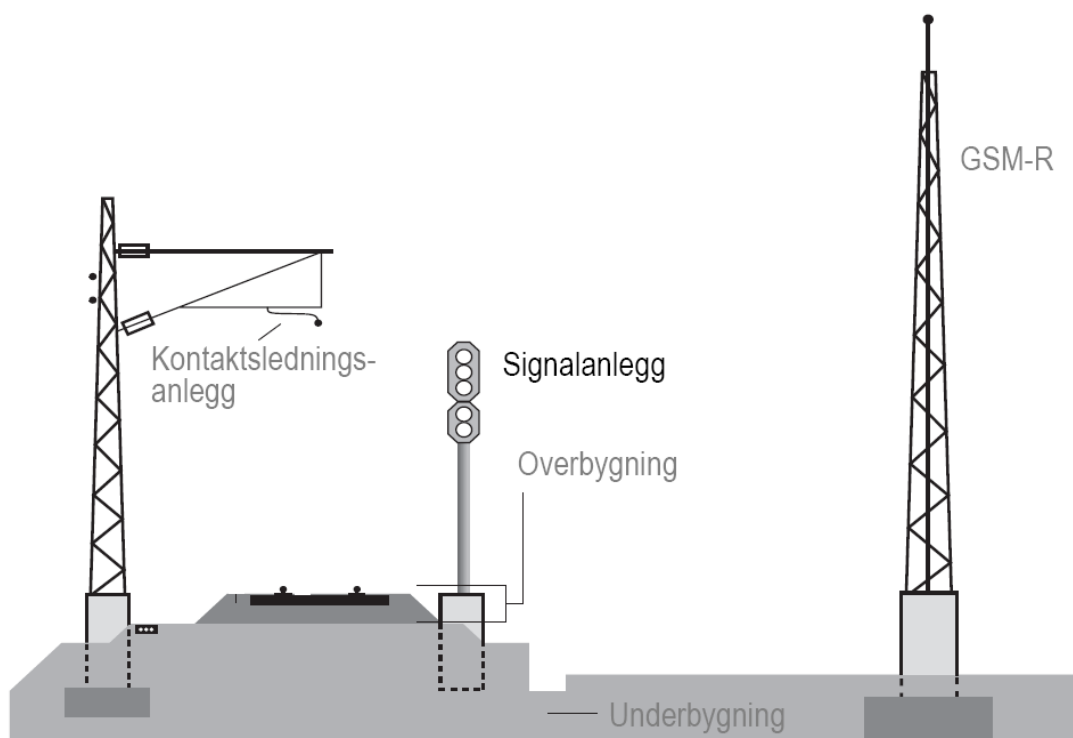
Gjeldende samtrafikkforskrift (FOR 2006-04-10 nr 411), sikkerhetsforskriften (FOR 2005-12-19 nr 1621), forskrift vedr. TSI for styring, kontroll og signal (FOR 2007-10-26 nr 1194), og forskrift vedr. TSI for drift og trafikkstyring (FOR 2008-04-25 nr 412) er i hovedsak sammenfallende med de vurderinger som Jernbaneverket gjennomførte i 2005.

Et forslag fra EU-kommisjonen om sammenslåing av interoperabilitetsdirektivene (HS og CR) har vært til 1st reading i EU-parlamentet. Kommisjonens forslag med endringer ble vedtatt 11. desember 2007. Kryssakseptanse for rullende materiell kommer inn som et viktig tema i det nye direktivet. Virkeområdet for TSIene utvides i praksis til å omfatte hele det nasjonale jernbanenettet.

3. Dagens situasjon og fremtidige muligheter - Teknologi

3.1 Jernbanens infrastruktur

Det utføres nesten 57 millioner årlige personreiser på det nasjonale jernbanenettet. I tillegg fraktes det over 25 millioner tonn gods. Selv om tekniske anlegg fornyes er det et etterslep i forhold til en optimal utskiftingstakt og enkelte anlegg begynner å bli gamle [1]. Hovedbestanddeler i jernbanens infrastruktur er i prinsippet underbygning, overbygning og elektroanlegg. Elektroanleggene deles ofte i anlegg for kontaktledning, lavspenning, signal og tele (kommunikasjon).



Figur 3: Jernbanens infrastruktur

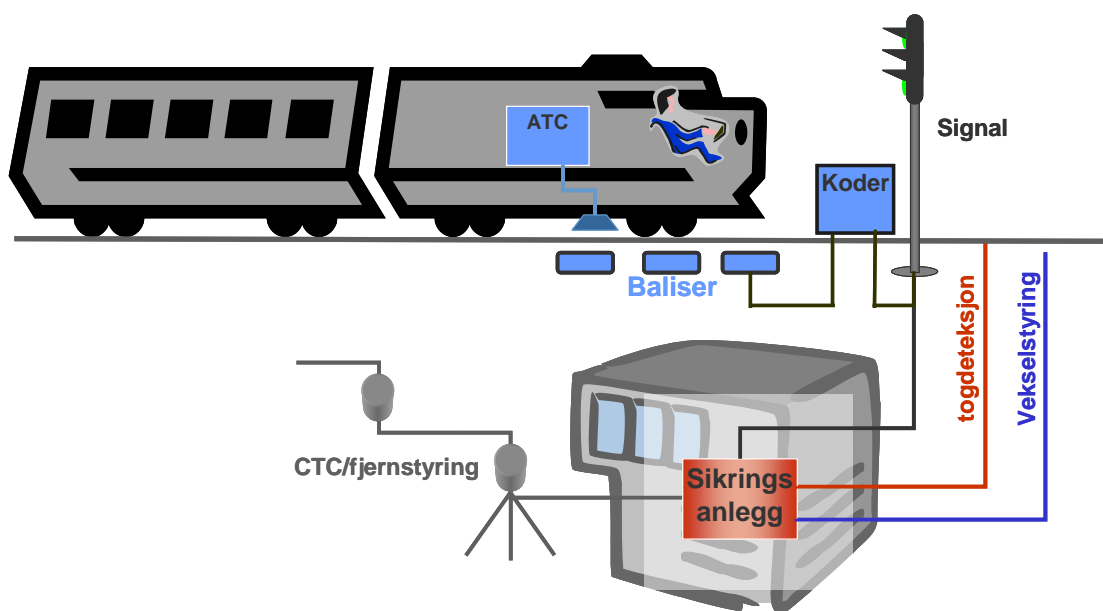
Underbygningen består i hovedsak av bærelag, fundamenter og drenering. Innhold og omfang av disse kan variere avhengig av grunnforholdene. Pukk, sviller og skinner kalles overbygning. Kontaktledningen forsyner togene med kjørestrøm. Omformerstasjoner leverer strøm til kontaktledningsnettet. I tillegg finnes det også energiforsyning til andre installasjoner langs sporet som togvarmeanlegg, belysning, sporvekselvarme etc.

Signalsystemene skal sørge for en sikker og effektiv gjennomføring av togtrafikken. Kommunikasjonssystemet GSM-R er nylig installert og tatt i bruk i Norge. Dette benyttes til kommunikasjon mellom de som styrer trafikken, de som fremfører togene og de som arbeider i og ved spor. Muligheten for nødkommunikasjon er en viktig del av dette.

3.2 Dagens signalsystemer

Signalsystem for jernbane omfatter i dag (se figuren under):

- Fjernstyring: Systemer for regulering av jernbanetrafikk på større geografiske områder. Styrer signalene som gir beskjed om kjøretillatelse eller ”stopp” til tog.
- Sikringsanlegg: Kontrollerer signalene som gir beskjed om kjøretillatelse eller ”stopp” til lokomotivfører. Disse består av:
 - Innvendige anlegg (Relébaserte eller programvarebaserte anlegg)
 - Utvendige anlegg (togdeteksjon, vekselstyring, føringsveier og andre installasjoner langs sporet)
- Hastighetsovervåkingssystem: ATC. Kontrollerer at lokomotivfører følger beskjed om ”stopp” fra signalene og at maksimal tillatt hastighet overholdes.



Figur 4: Signalsystemets oppbygging

3.2.1 Fjernstyring

I jernbanens begynnelse ble trafikken styrt manuelt. I Norge kom det fra midten av 1900 tallet relésikringsanlegg på stasjoner. Senere ble linjeblokk (sikringsanlegg på linjen) og fjernstyring innført. I alle systemer fram til fjernstyringen ble innført har det vært behov for togekspeditører permanent på stasjonene.

Fjernstyring av stasjoner og strekninger har i mange år vært et mål for Jernbaneverket. Det gjenstår likevel en del stasjoner som ikke er fjernstyrte. I tillegg til ressursbesparelsen rent personellmessig skaper fjernstyring en sikrere, mer oversiktlig og effektiv togfremføring.

Togleder på trafikkstyringsentralen (CTC/fjernstyring) har oversikt og kan betjene en lengre sammenhengende strekning. Dette gir bedre regularitet. Det er ofte de større og eldste anleggene som ikke er fjernstyrte fordi de er mest ressurskrevende å bygge om.

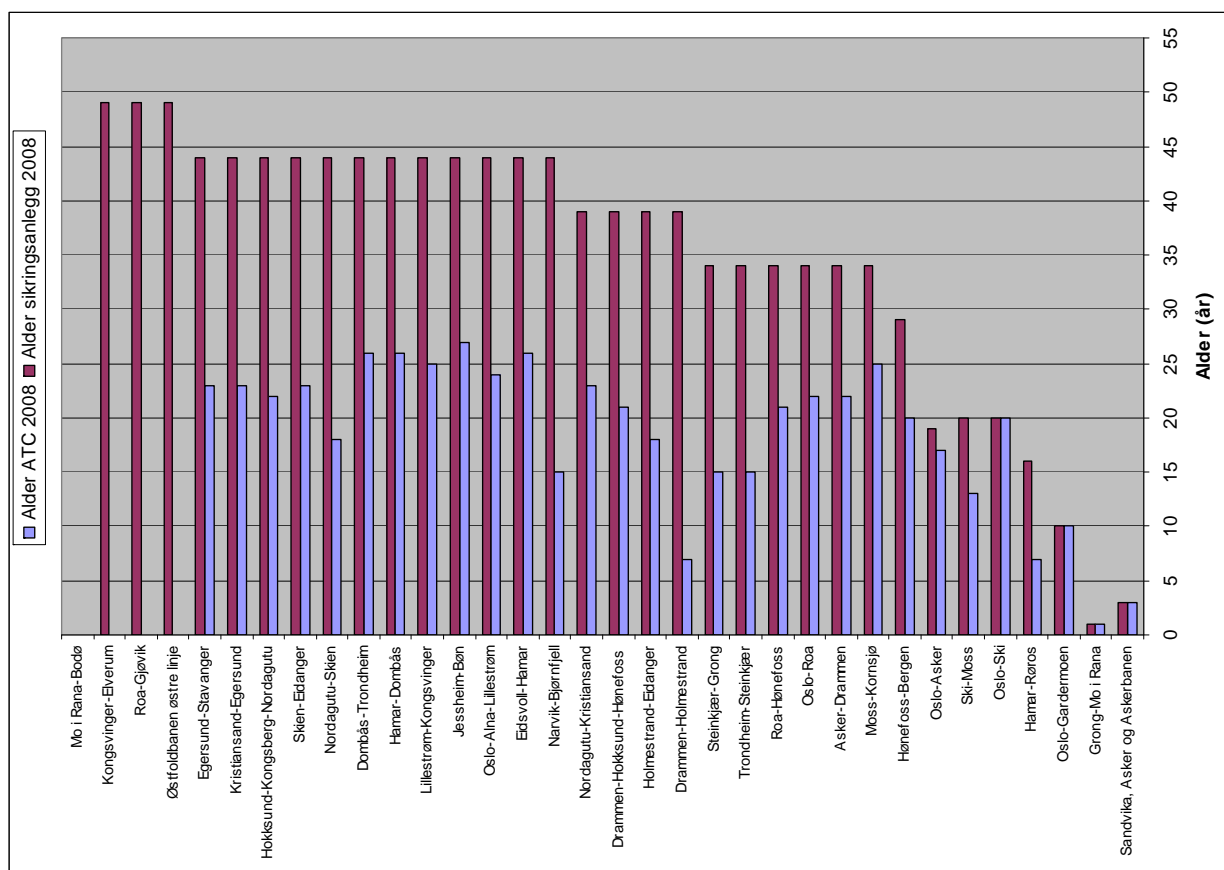


Figur 5: Togleder i en fjernstyringsentral

3.3 Sikringsanlegg

3.3.1 Relébaserte anlegg

I reléanlegg er sikkerhetslogikken bygget opp av mekaniske komponenter (reléer). Det finnes ett sikringsanlegg pr. stasjon, samt mindre omfattende anlegg for planovergang- og rasvarslingsanlegg. Over 90 % av eksisterende anlegg er av denne typen, hvorav ca. 60 % er av typen "NSI – 63". Disse ble installert fra tidlig 1960 – tallet (se figur Figur 6: Alder ATC og sikringsanlegg).



Figur 6: Alder ATC og sikringsanlegg

Levetiden for reléanleggene er anslått til 40-50 år [1]. Hovedtyngden av anleggene som er i bruk i dag er over 40 år gamle. Relébaserte sikringsanlegg er som system utdatert, og det er begrenset tilgang til viktige reservedeler. Anleggene overlever på intensivt vedlikehold og bruk av renoverte komponenter fra sanerte anlegg. Sanerte anlegg erstattes av programvarebaserte anlegg.

Kompetansetilgangen på reléteknologi representerer en stor utfordring for Jernbaneverket. Nye generasjoner vil arbeide med og har bedre kompetanse på nyere teknologi. For yngre arbeidskraft er det lite fremtidsrettet å øke kompetansen på gammeldags reléteknologi. Rapporten "Utredning av Jernbaneverkets behov for vedlikehold og fornyelser 2007 – 2040", [1], beskriver at det i de europeiske landene stort sett er akseptert at reléanlegg kan drives i 50 år fra installasjon.

3.3.2 Programvarebaserte anlegg

I programvarebaserte anlegg er sikkerhetslogikken programmert inn i datamaskiner. Anleggene kan styre lengre sammenhengende strekninger eller kun enkeltstasjoner. Gardermobanen og strekningen Skøyen – Asker er eksempelvis styrt av slike anlegg. I Norge finnes flere varianter av denne typen anlegg som for eksempel NSB 94 (Jernbaneverket), Simis C (Siemens) og Ebilock (Bombardier).

Enkelte av disse anleggstypene (Simis-C og Ebilock) benyttes i ETCS/ERTMS – sammenheng i Europa i dag.

3.3.3 Togdeteksjon

Togdeteksjon er en del av sikringsanleggets utvendige anlegg (langs sporet) som detekterer tog på sporet. Eksisterende løsning består i hovedsak av sporfelte. Det vil si en elektrisk krets der sporet er en del av kretsen. Når akslene på toget kortslutter mellom skinnene blir spenningen over et sporfeltrelé så lav at det faller og tog er detektert.

Svakheten ved sporfelte er at det relativt hyppig er feil på systemet fordi det påvirkes av ytre faktorer som togenes returstrøm og sporets kvalitet (avledning). For å oppnå en høyere pålitelighet på signalsystemet vil det ved bygging av nye signalsystem være naturlig å vurdere samtidig utskifting av togdeteksjonssystemet.

Det er sannsynlig at feilfrekvensen går ned med ett nytt system som for eksempel akseltellere eller ”skjøteløse sporfelt”, [11]. Akseltellere detekterer tog ved å telle aksler inn og ut fra et sporavsnitt.

3.3.4 Vekselstyring/sporvekseldrivmaskiner

Hovedtyngden av eksisterende drivmaskiner (Siemens Bsg9) er av eldre dato. Når de vedlikeholdes og revideres opprettholder de et akseptabelt nivå. De benyttes ikke på sporveksler der hastigheten er over 130 km/h fordi de ikke tilfredsstiller kravene til høyere hastigheter. Eksisterende drivmaskiner egner seg heller ikke til sporveksler som trenger flere enn to drivmaskiner for å legge over og kontrollere sporvekseltunga. Nyere drivmaskiner er ofte svilledrivmaskiner, det vil si at den er integrert i en sville og ligger ikke mellom svillene slik som de eldre (Bsg9). Dette gir mulighet for maskinell pakking av sporveksler, noe som gir betydelig bedre sporkvalitet i sporvekselen.

3.3.5 Føringsveier og andre installasjoner

Det er mange steder langs jernbanenettet at kabler ikke er lagt i rør eller kabelkanaler. Ved bytte av komponenter som drivmaskiner og togdeteksjon skal, i henhold til teknisk regelverk [3] alle kabler forlegges forsvarlig i kanaler og rør.

Dagens tekniske installasjoner finnes ofte plassert i gamle stasjonsbygg med dårlig brannsikkerhet og teknisk miljø.

3.4 Hastighetsovervåkningssystem

3.4.1 ATC (Automatisk togkontroll)

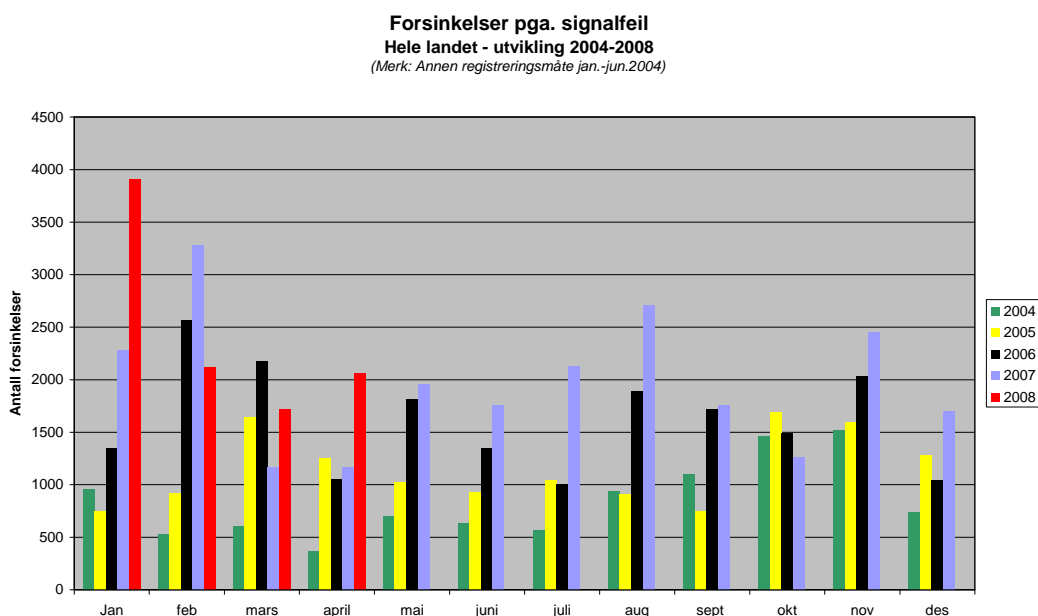
ATC består av to delsystem - ett i infrastrukturen og ett ombord på togene. Informasjon fra sikringsanleggene sendes via radiosendere (baliser) i sporet til en datamaskin i toget. Dersom lokomotivfører ikke følger informasjonen han får fra de optiske signalene aktiviseres togets bremses. Det er to funksjonsnivåer på eksisterende ATC system. Disse er delvis utrustet ATC (DATC) og fullstendig utrustet ATC (FATC). Ved DATC overvåkes togene mot passering av stoppsignal. Ved FATC overvåkes togene i tillegg mot å overskride tillatt linjehastighet.

Systemet har vært i bruk siden begynnelsen av 1980-tallet (se figur 6). ATC finnes på ca 90 % av de norske jernbanestrekningene. Tilsvarende ATC benyttes også i Sverige og Portugal. Leverandørmarkedet for Norge påvirkes i stor grad av hva som skjer i Sverige fordi den svenske anleggsmassen av ATC er betydelig større enn den norske. Det finnes to leverandører av

systemet (Bombardier og Ansaldo). Alle tog som skal trafikkere Jernbaneverkets banestrekninger må ha ATC installert. Jernbaneverkets prosjektrapport for levetidsvurderinger ATC [7] anslår den tekniske levetiden for infrastrukturen av systemet til 35 år. Basert på rapportens anslag vil det oppstå et stort fornyelsesbehov fra ca 2015.

3.5 Signalsystemenes effekt på togenes punktlighet

I stolpediagrammet under vises antall forsinkelser på grunn av signalfeil i perioden 2004 - 2008. I Jernbaneverkets årsrapport for 2007 er det beskrevet at antall signalfeil har gått ned fra 2006 til 2007 (en reduksjon på 307) men at konsekvensen per feil har økt (fra 1,8 til 2,6 forsinkelsestimer per feil). Før 2004 var det en annen registreringsmetode slik at tallene ikke kan sammenlignes med disse.



Figur 7: Antall forsinkelser på grunn av signalfeil 2004-2008

3.6 Fremtidens signalsystem

3.6.1 Fremtidens teknologi

I TSI for styring, kontroll og signal er ERTMS/ETCS beskrevet som det fremtidige standardiserte systemet for togfremføring i Europa.

ERTMS/ETCS er delt inn i forskjellige nivåer avhengig av teknisk og funksjonelle forskjeller. Disse er:

- ETCS nivå 0
- ETCS nivå 1
- ERTMS nivå 2
- ERTMS nivå 3
- STM
- ERTMS Regional
- ETCS limited supervision

Alle disse ulike nivåene er vurdert som alternative konsepter ved innføring av ERTMS på det norske jernbanenettet. For beskrivelse av de ulike nivåene vises det til kapittel 7.

3.6.2 Jernbaneverkets signalstrategi

Innføring av ETCS/ERTMS erstatter dagens ATC. ERTMS har et grensesnitt mot sikringsanlegget som ikke kan realiseres i dagens relésikringsanlegg. Med utgangspunkt i signalanleggenes høye alder, legger signalstrategien opp til samtidig utskifting av sikringsanleggene, herunder sporvekseldrivmaskiner og togdeteksjon.

I forbindelse med utarbeidelsen av Jernbaneverkets signalstrategi, [2], og valg av teknisk løsning ble fem alternativer vurdert. Disse er presentert i tabellen nedenfor.

Alt.	Navn	Beskrivelse
1	Videreføring med dagens anlegg	Dette er videreføring av dagens situasjon, det vil si utskifting av sikringsanlegg i henhold til oppstått teknisk eller trafikalt behov.
2	Eksisterende anlegg tilpasses ETCS nivå 1	Dette er i prinsippet alternativ 1, men med ATC erstattet av ETCS nivå 1.
3a	Eksisterende anlegg tilpasses ERTMS nivå 2	Som alternativ 2, men med GSM-R som bærer av signalinformasjon.
3b	ERTMS nivå 2 system	Dette alternativet har de samme kvaliteter som alternativ 3a hva angår hastighetsovervåking, utnyttelse av GSM-R og reduksjon av ytre utstyr, men det foretas strekningsvis installasjon av standardiserte sikringsanlegg samtidig med ERTMS.
4	ERTMS nivå 3 system	Som alternativ 3b, men uten behov for togdeteksjonssystem.

Jernbaneverket har valgt alternativ 3b med en implementeringsperiode på 15 år. I forbindelse med oversendelsen av Jernbaneverkets implementeringsplan til Statens Jernbanetilsyn og Samferdselsdepartementet, ref. 25. mai 2007 saksnr. 04/1323, ble det presisert at alternative implementeringsperioder utover 15 år, og dermed justeringer av angitte tidspunkter, kan bli aktuelt blant annet avhengig av tekniske og økonomiske forhold. Med de valgte kriterier for prioritering av strekninger anses rekkefølgen i korridorene i hovedsak å være den samme uavhengig av implementeringsperiode (15 år eller lengre). Videre ble det presisert at det for ERTMS fremdeles gjenstår omfattende og komplisert produktutvikling både innenfor infrastruktur- og ombordutrustning.

3.7 Dynamisk leverandørmarked

Leverandørmarkedet for ERTMS er dynamisk. Implementeringsperioden er lang. Følgelig er kostnadene, belyst i foreliggende implementeringsplan, forbundet med store usikkerheter. Jernbaneverkets størrelse tilsier at det ikke er ønskelig å være i fremste rekke med implementeringen av ERTMS, men heller foreta en forsiktig oppstart av implementeringen basert på erfaringer fra sammenlignbare europeiske jernbaneforvaltninger som er tidligere ute.

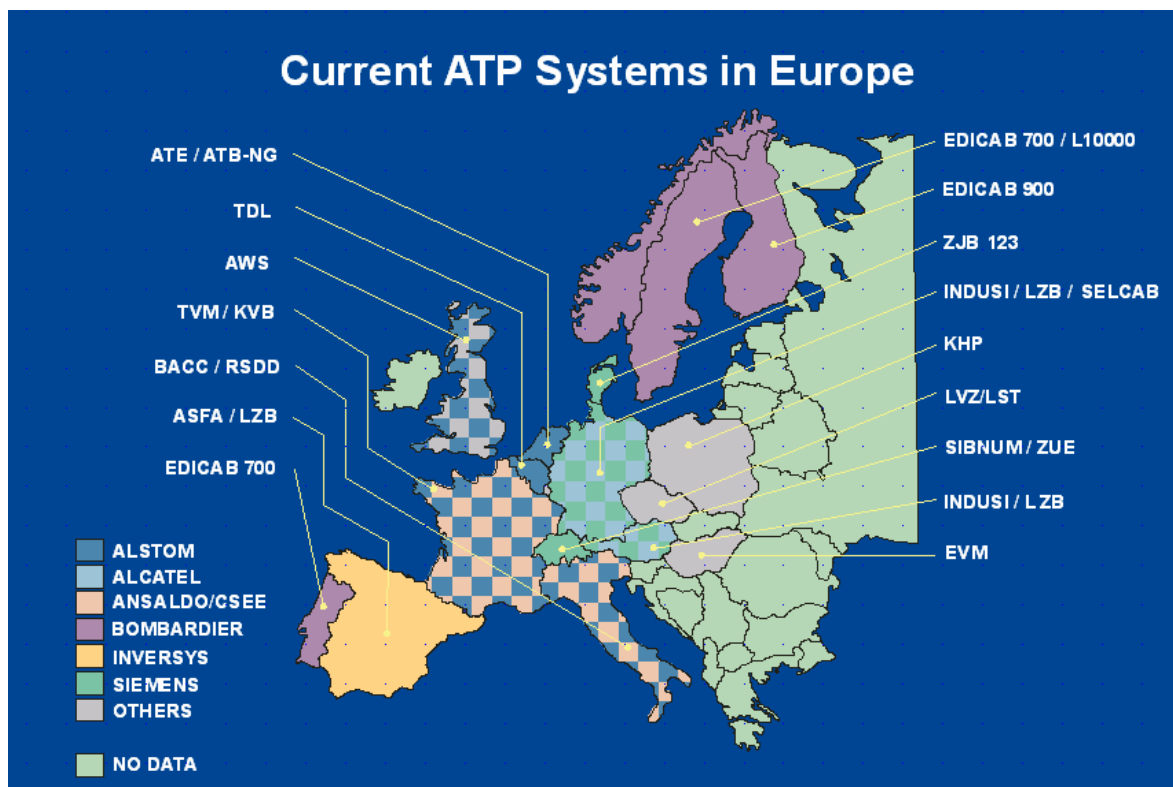
3.8 Utfordringer

Det vil være mange utfordringer. Vi mener disse er de viktigste:

- Hovedmengden av ATC og sikringsanlegg på det norske jernbanenettet vil om noen år nærme seg slutten på levealderen. Dette vil gi drifts- og vedlikeholdsutfordringer. Et sannsynlig økende antall punktlighetsforstyrrende feil, komponenter som går ut av

produksjon og utfordringer med å opprettholde nødvendig kompetanse er eksempler på slike utfordringer. Dette betyr at jernbanens opptid vil bli påvirket.

- Gjeldende lovverk gir ikke rom for alternative teknologier til ETCS- kompatible systemer på det transeuropeiske konvensjonelle jernbanenettet (TEN). Ved nybygging eller vesentlig ombygging må system velges innenfor denne rammen.
- Implementering av ERTMS vil være et relativt komplekst og omfattende teknologiskifte som omfatter både faste tekniske installasjoner i infrastrukturen og utstyr om bord på rullende materiell. Dette påvirker både infrastrukturforvalter og togselskapene.
- Implementering av ERTMS vil kreve nye forskrifter for togfremføring i henhold til CR-TSI-OPE. Det vil bli behov for forskrifter som dekker strekninger som har ERTMS og strekninger som ikke har ERTMS.
- Togkjøring uten ytre signalisering vil i en overgangsperiode stille store krav til lokomotivførernes omstillingsevne.
- Jernbaneloverket og togselskapene må forholde seg til flere systemer over lang tid.
- Harmonisering: Det er mange barrierer mot å kjøre tog over landegrensene i Europa. Samtidig øker transportutfordringene i samme område. Gjennom årene har det blitt bygget forskjellige signalsystem i forskjellige land eller regioner. For ATC (eller ATP) er dette vist i figuren under. Av andre forskjeller mellom landenes tekniske systemer i infrastrukturen kan nevnes kontaktledningsanleggenes spenning og frekvens, optisk signalering, regler for trafikkstyring og drift. I tillegg kan det være forskjeller på det rullende materiellet og sporbredde. For å oppnå samtrafikkevne er behovet for harmonisering stort. Se ellers kapittel 2 angående krav til samtrafikkevne.



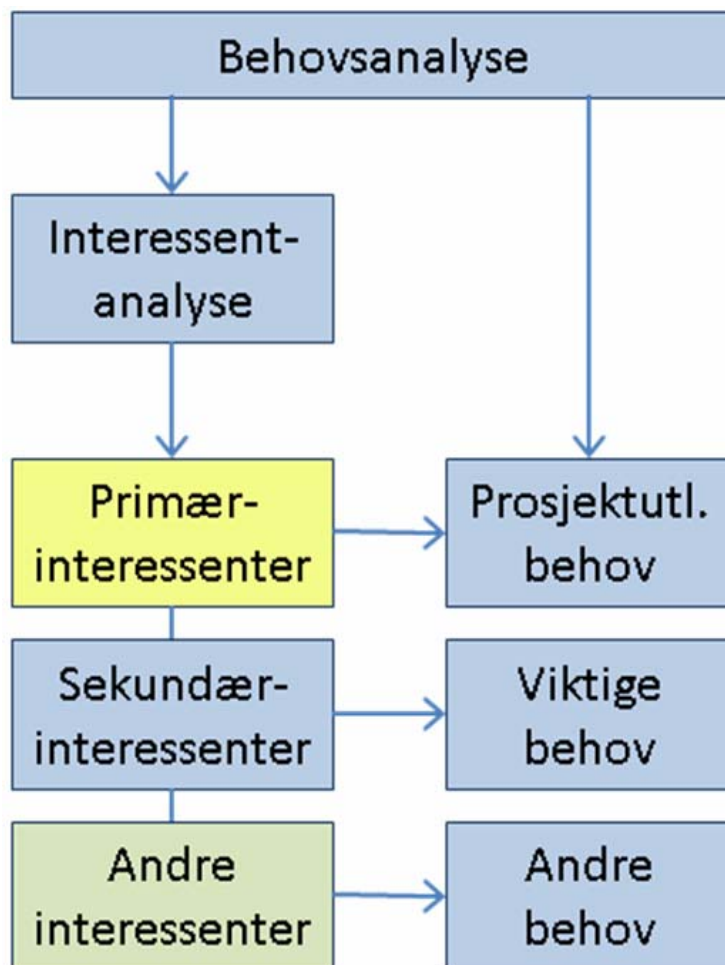
Figur 8: Ulike varianter av ATC (ATP) i Europa

4. Behovsanalyse

4.1 Innledning

Kartlegging av interessenter og deres behov er sentralt i KS1-prosessen (jfr. retningslinjene). Behovsanalysen skal kartlegge og oppsummere alle interessentgrupper og deres relevante behov. Analysen skal i hovedsak kartlegge behovene på et overordnet nivå.

Oppbyggingen av behovsanalysen er vist under:



Figur 9: Oppbygging av behovsanalyse

Jernbaneverkets signalstrategi (2005) og nye innspill fra det gjennomførte verkstedet i mai 2008 har vært det viktigste grunnlaget for denne behovsanalysen. Utover det som er oppsummert i dette kapitlet, henvises det til signalstrategien, [2], og verkstedrapporten, [9]. I forbindelse med verkstedet ble det sendt invitasjon til et bredt spekter av interessenter. Verkstedrapporten viser hvilke av interessentene som var til stede på verkstedet, og hvilke som ikke deltok.

4.2 Interessentanalyse

Enkeltinteressenter som grupperes sammen vil sjelden ha helt sammenfallende behov, og noen interessenter vil kunne ha sammenfallende behov med andre interessentgrupper. Den forenklingen og sorteringen som er gjennomført i denne interessentanalysen vil likevel være et egnet hjelpemiddel til å få en oversikt over hvilke interessenter som har behov knyttet til ERTMS. Interessentanalysen fra Jernbaneverkets Signalstrategi har vært et viktig innspill til denne interessentanalysen.

Valget av primærinteressentene begrunnes med at det er disse som blir direkte berørt av fornyelsene med tanke på planlegging, utvikling, kostnader, tid, ressurser, myndighetskrav, funksjonalitet m.m. Valget av to primærinteressenter begrunnes med at signalsystemene består av delsystemer både i infrastrukturen og om bord i togene. Disse delsystemene må betraktes som ett anlegg.

Følgende interessentgrupper er identifisert:

P	Primærinteressenter	De som har det prosjektutløsende behovet
S	Sekundærinteressenter	De som har viktige behov som kan avledes fra det prosjektutløsende behovet
A	Andre interessenter	De som har andre behov knyttet til fornying av signalsystemet

ID	Interessentgrupper	Noen hovedinteresser knyttet til ERTMS/ETCS
P1	Jernbaneverket	<p>Jernbaneverket skal tilby et sikkert og funksjonelt jernbanenett med et effektivt og sikkert trafikksystem og med god tilgjengelighet for togselskap, reisende og transportbrukere.</p> <p>Jernbaneverket vil i tiden fremover stå overfor store utfordringer knyttet til fornyelser av signalsystemene. Av sentrale behov i denne sammenheng nevnes spesielt behovet for å velge en teknologisk plattform for fremtidens signalsystem.</p> <p>Valg av teknologi og implementering må bidra til at infrastrukturens ytelsesmål oppnås på en kostnadseffektiv måte som samtidig ivaretar kundenes behov.</p>
P2	Togselskap <ul style="list-style-type: none">• Godstransport• Persontransport	<p>For togselskapene som driver person- og godstransport på jernbane er interessen for ERTMS først og fremst knyttet til fornyelsesbehovene i forbindelse med aldrende ATC.</p> <p>Teknisk og operasjonell funksjonalitet, kostnader, plan for implementering og finansieringsordninger er av stor interesse.</p> <p>Generelt har togselskapene behov for en teknisk utvikling som styrker jernbanens konkurransekraft. Samtrafikkevne vil øke konkurransekraften på tvers av landegrensene i Europa.</p>

ID	Interessentgrupper	Noen hovedinteresser knyttet til ERTMS/ETCS
S1	Reisende med persontog <ul style="list-style-type: none"> • Privatreiser • Forretningsreiser 	Behovene vil være ulike, og avhenger blant annet av hensikten med reisen og reiseavstand. Noen viktige "fellesnevnerne" vil imidlertid være behovene for en sikker, rask og pålitelig transport med tilstrekkelig kapasitet.
S2	Næringslivets godstransport <ul style="list-style-type: none"> • Brukerne av godstransporter på jernbane (godskunder) • Virksomheter med interesser knyttet til godstransport på jernbane (potensielle godskunder) • Samarbeidende transportører • Konkurrenter 	<p>Behovene vil være ulike, og avhenger blant annet av type gods og logistikk. Viktige "fellesnevnerne" vil imidlertid være behovene for en sikker og pålitelig transport med tilstrekkelig kapasitet.</p> <p>For godskundene er tiltak som kan bidra til å redusere transportkostnadene av vesentlig betydning.</p> <p>Generelt er det et behov for å effektivisere godstransportene for dermed å kunne redusere næringslivets transportkostnader.</p>
S4	Interesseorganisasjoner for næringslivets transportbrukere	En hovedutfordring er å få transport som et viktig politisk satsingsområde og å få vekst i investeringene i lønnsom infrastruktur.
S5	Andre jernbaneforvaltninger <ul style="list-style-type: none"> • Banverket • Bane Danmark 	<p>Disse ønsker samarbeid om teknologivalg, planlegging, implementering, utvikling, anskaffelser og erfaringsoverføring med andre jernbaneforvaltninger, herunder Jernbaneverket. Felles teknologisk valg vil styrke dette samarbeidet.</p> <p>Alle europeiske jernbaneforvaltninger har interesse i grensekryssende samtrafikkevne.</p>
S6	Interesseorganisasjoner for reisende <ul style="list-style-type: none"> • Pendlerforeninger 	Disse organisasjonene er blant annet opptatt av at pendlerne får et godt transporttilbud med tog

ID	Interessentgrupper	Noen hovedinteresser knyttet til ERTMS/ETCS
A1	Miljøvernorganisasjoner <ul style="list-style-type: none"> • Naturvernforbundet • Miljøvernforbundet • Natur og ungdom 	Disse ønsker mer miljøvennlige transportløsninger, herunder økt bruk av jernbane. En overgang til ERTMS vil gi enøk-gevinster sammenlignet med dagens muligheter for togfremføring.
A2	Reiseliv og turistnæring	Et godt jernbanetilbud har stor betydning for reiseliv og turistnæringen.
A3	Utdanningsinstitusjoner <ul style="list-style-type: none"> • Tekniske høyskoler og universiteter 	For Norsk Jernbaneskole vil lokomotivførerutdanningen etter hvert også inkludere opplæring i ERTMS. Det kan være aktuelt for Tekniske høyskoler og universiteter å undervise i moderne jernbaneteknikk.

ID	Interessentgrupper	Noen hovedinteresser knyttet til ERTMS/ETCS
A4	Beredskapssetater Politi <ul style="list-style-type: none"> • Brannvesen • Ambulanse 	Politi, brannvesen og ambulanspersonell er blant annet interesserte i god og hurtig tilgang til spor i forbindelse med utrykning.
A5	Forsvaret	Sikkerhetsloven er en viktig premis for utviklingen av den norske jernbanen. Formålet med denne loven er å legge forholdene til rette for effektivt å kunne motvirke trusler mot rikets selvstendighet og sikkerhet og andre vitale nasjonale sikkerhetsinteresser. Forsvaret er i jernbanesammenheng blant annet interessert i at anleggene i infrastrukturen er minst mulig sårbare overfor ondsinnede handlinger.
A6	Leverandører Leverandører av signalsystem <ul style="list-style-type: none"> • Tekniske kontrollorganer • Tekniske forskningsinstitusjoner 	Leverandørmarkedet vil være interesserte i å selge sine produkter og tjenester, og tjene penger. Leverandører av signalsystem vil få en sentral rolle i forbindelse med utvikling, prosjektering, leveranse, implementering, vedlikehold og feilretting. I henhold til samtrafikkforskriften stilles det krav om et teknisk kontrollorgan skal verifisere at delsystemene er i samsvar med bestemmelsene i EU-direktiver og andre regler som følge av EØS-avtalen. Tekniske forskningsinstitusjoner vil kunne få oppdrag både fra utstyrsleverandører og Jernbaneverket.
A7	Andre <ul style="list-style-type: none"> • ITS Norge • Statens havarikommisjon for transport (SHT) • Museumsbaner 	ITS Norge bygger profesjonelle nettverk for medlemmene, og skal fremme norske ITS-selskapers muligheter på verdensmarkedet. Økt bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi, IKT, har innvirkning på transportsektoren ved at det generelt skaper nye aktivitetsmønstre i samfunnet. IKT har også innvirkning direkte i transportsektoren. ITS Norge har over lengre tid tatt interesse for ERTMS. SHT har interesse av å bistå med kunnskap i ERTMS-prosessen for å forebygge jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser. Museumsbanene må ved kjøring av museumstog på baner med ERTMS måtte forholde seg til de regler som der vil gjelde for fremføring av slikt togmateriell.

Tabell 1: Interessenter

Statens jernbanetilsyn er utøvende kontroll- og tilsynsmyndighet for jernbanevirksomheten og er ikke definert til å være interessent. Statens jernbanetilsyn er imidlertid en viktig premisgiver. Dette innebærer blant annet at tilsynet fører tilsyn og kontroll med at jernbanevirksomheten utøves i samsvar med gjeldende lovgiving. For ERTMS er det samtrafikkforskriften og sikkerhetsforskriften som er de mest sentrale.

4.3 Prosjektutløsende behov

Det prosjektutløsende behovet er det behovet som kan ledes direkte tilbake til primærinteressentene (togselskap og Jernbaneverket) og samfunnets behov for prosjektet.

For ERTMS-prosjektet er det prosjektutløsende behovet definert til å være:

Behov for å fornye jernbanens signalsystem

Prosjektet er utløst av behovet for å fornye allerede eksisterende signalsystem. Ved en slik fornyelse vil det være mulig å designe anlegg med forbedret sikkerhet, oppetid og funksjonalitet som muliggjør en effektiv og fremtidsrettet togdrift og forvaltning av infrastrukturen.

4.4 Viktige behov

De ”viktige behovene” er i KS1-sammenheng definert til å være behovene til sekundærinteressenter i prosjektet. Sekundærinteressentene er vist i kapittel 4.2. Viktige behov er ikke direkte prosjektutløsende, men gir viktige føringer for det videre arbeidet med prosjektet.

De viktige behovene for sekundærinteressentene og primærinteressentene er:

- Velfungerende jernbane
- God kapasitet
- Friere konkurranse for togselskapene
- Samtrafikkevne
- Behov for standardisering av teknologi og operative bestemmelser
- Kostnadseffektivitet
- Sikker jernbane

De fleste viktige behovene stammer fra sluttbrukerne og næringslivet. De kan grovt deles opp i tre tema:

- Pålitelig jernbanetilbud
- Økt konkurransekraft
- Kostnadseffektivitet

Stabilt og velfungerende jernbanesystem

Brukerne av transporttjenester på jernbane har på generell basis et behov for et jernbanesystem som leverer en stabil, velfungerende og pålitelig jernbanetraffikk. Dette krever et signalsystem med lite feil og god oppetid. Disse brukerne engasjerer seg derimot ikke i konseptvalget for signalsystem (ERTMS eller ikke ERTMS).

Valg av konsept for signalsystem vil få betydning for kapasiteten i jernbanenettet. Behovet for bedre kapasitet er økende blant flere av interessentgruppene.

Næringslivet er også opptatt av økt konkurransekraft. Dette er spesielt aktuelt for togselskapene (primærinteressent). Jernbanetilsynet skal føre tilsyn med at fornyelser og investeringer i sikringsanleggene ivaretar kravene til sikkerhet og samtrafikkevne og at gjeldende lover (sikkerhetsforskriften, samtrafikkforskriften m.fl.) blir fulgt.

Ønsket om standardisering av teknologi og operative bestemmelser er knyttet til kravene om kostnadseffektive løsninger gjennom hele signalsystemets levetid (LCC= Life Cycle Cost), herunder effektivisering av vedlikehold, lave driftskostnader, gjennomførbare og styrbare investeringer.

4.5 Andre behov

”Andre behov” er i KS1-sammenheng definert til å være behovene til andre interessenter i prosjektet. Dette er behov som ikke direkte kan knyttes til prosjektet, men som kan avledes fra det prosjektutløsende behovet og viktige behov. De andre interessentene er vist i kapittel 4.2.

Andre behov for dette prosjektet er:

- Jernbaneverket er godt forberedt på implementering av ny teknologi
- Jernbaneverket er en attraktiv arbeidsplass med hensyn til ny teknologi
- Enklere og bedre tilgang til mer kildeinformasjon (informasjon til publikum, trafikkselskapene og for internt bruk i Jernbaneverket)
- Mulighet til å kjøre museumsbaner
- Utvikle det norske næringslivet

4.6 Samlet behovsoversikt

Prosjektutløsende behov:	<ul style="list-style-type: none">• Behov for å fornye jernbanens signalsystem
Viktige behov:	<ul style="list-style-type: none">• Velfungerende jernbane• God kapasitet• Friere konkurranse for togselskapene• Samtrafikkevne• Behov for standardisering av teknologi og operative bestemmelser• Kostnadseffektivitet• Sikker jernbane
Andre behov:	<ul style="list-style-type: none">• Jernbaneverket er godt forberedt på implementering av ny teknologi• Jernbaneverket som en attraktiv arbeidsplass med hensyn til ny teknologi• Enklere og bedre tilgang til mer kildeinformasjon (informasjon til publikum, trafikkselskapene, og for internt bruk i Jernbaneverket)• Mulighet for å kjøre museumsjernbaner• Utvikle det norske næringslivet

Tabell 2: Behovsoversikt

5. Overordnet strategi

5.1 Innledning

5.1.1 Målenes funksjon

Målene påvirker valg av konsept og implementeringstakt. I KS1 sammenheng skal målene deles i samfunns mål og effektmål.

Målkategori	Avgrensning
Samfunns mål	Verdiskaping for samfunnet
Effektmål	Effekten for brukerne og andre interessenter

Målene skal klargjøre hva jernbanesektoren skal oppnå med den planlagte fornyelsen av signalsystemene. Klare målformuleringer skaper motivasjon og felles forståelse, og er et nødvendig bidrag for å sikre ønsket kvalitet i planlegging og implementering.

5.1.2 Metodikk for å utarbeide mål

Den videre utfordringen er nå å velge de viktigste målene for ERTMS-tiltaket. For å komme frem til disse er det benyttet følgende metodikk:

- Gå igjennom allerede eksisterende målformuleringer for ERTMS
- Gå igjennom alle målformuleringene fra verkstedet
- Finne gode formuleringer som kan favne om flere av de eksisterende målene
- Sette opp målene i et hierarki med ett samfunns mål og flere effektmål
- Sjekke opp målene i hierarkiet mot interessentenes behov, for å kontrollere at det er konsistens mellom behov og mål
- Formulere målene slik at de viser en utviklingsretning og har en ambisjon

5.1.3 Utforming av målhierarki

KVUen skal formulere ett samfunns mål som dekker samfunnets forventninger til, og mål med, prosjektet. Samfunns målet skal formuleres på bakgrunn av det prosjektutløsende behovet. Det skal også utformes flere effektmål basert på interessentenes andre behov.

Effektmål i KVU-sammenheng kan beskrives som Jernbaneverkets hensikt og ambisjoner med å gjennomføre tiltaket. De skal vise hva som ønskes oppnådd av planlagte virkninger for brukerne. I praksis vil disse målene bygge på samfunns målet og kan grupperes under dette i et hierarki. Det er viktig at effektmålene sikrer muligheten for resultatoppfølging ved å fastsette målbare indikatorer.

5.2 Grunnlag

Som grunnlag for målformuleringene er det i tillegg til målformuleringer fra arbeidsverkstedet, [9], tatt utgangspunkt i følgende overordnede mål og strategier:

- Jernbaneverkets overordnede mål for virksomheten [14]
- Nasjonal transportplan 2010 - 2019 (NTP)
- Overordnet teknologisk strategi for Jernbaneverket
- Overordnede mål fra signalstrategien [2]

5.2.1 Jernbaneverkets overordnede mål for virksomheten

De overordnede målene med å fornye sikringsanleggene må bygge opp om Jernbaneverkets overordnede mål for virksomheten (visjon, hensikt, transportpolitiske målsettinger, innsatsområder, hovedmål, strategiske tiltak, kundekrav, eiers krav, m.m.). Dette kapitlet gjengir et utdrag av dette bakgrunnsdokumentet.

Jernbaneverkets visjon

Mer på skinner!

Jernbaneverkets grunnlag

Staten eier og har ansvaret for omfanget og kvaliteten på det offentlige jernbanenettet, stasjoner og terminaler, samt regulerer og styrer trafikken på nettet. I utøvelsen av dette ansvaret ønsker Samferdselsdepartementet å ha sitt eget nasjonale fagorgan (Jernbaneverket) som ivaretar behovet for selvstendig norsk styring, kontroll og beredskap.

Jernbaneverkets hensikt – transportpolitiske målsettinger

Jernbaneverket skal tilby et sikkert og funksjonelt jernbanenett med et effektivt og sikkert trafikksystem og med god tilgjengelighet for togselskap, reisende og transportbrukere.

Innsatsområder

Jernbaneverket har utarbeidet hovedmål innenfor innsatsområdene, **sikkerhet, punktlighet og kundetilfredshet, produktivitet og kvalitet, og kompetanse og kultur**. Hovedmålene skal være førende for virksomhetsplanleggingen i Jernbaneverket.

Kunde- og eierkrav

Kundekrav	Eierkrav
<ul style="list-style-type: none">• Sikkerhet• Oppetid• Effektive stasjoner og terminaler• Informasjon• Opplæring og vedlikehold av kompetanse innen jernbanesektoren• Holde det man lover	<ul style="list-style-type: none">• Sikkert transportsystem• Miljøvennlig transport• Bedre framkommelighet i og mellom regioner• Effektivt transportsystem<ul style="list-style-type: none">- Effektivt for brukerne- Effektivt for skattebetalerne• Tilgjengelighet for alle

Figur 10: Kunde- og eierkrav

Jernbaneverket tilbyr og leverer en tilgjengelig og sikker infrastruktur med tilhørende trafikkstyring på like vilkår til togselskapene. Videre tilbyr Jernbaneverket de reisende og godskunder offentlig tilgjengelige arealer på stasjoner og terminaler. Med bakgrunn i krav fra togselskapene og Samferdselsdepartementet (eier) vil Jernbaneverkets leveranse kjennetegnes av tilfredsstillende sikkerhet, oppetid og kundetilfredshet.

5.2.2 Nasjonal transportplan (NTP)

I henhold til Stortingsmelding nr. 16 om Nasjonal transportplan 2010 – 2019 er regjeringens overordnede mål for transportpolitikken å tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport, og fremmer regional utvikling.

Videre beskriver stortingsmeldingen følgende fire hovedmålsettinger:

- Bedre framkommelighet og reduserte avstandskostnader for å styrke konkurransekraften i næringslivet og bidra til å opprettholde hovedtrekkene i bosettingsmønsteret
- Transportpolitikken skal bygge på en visjon om at det ikke skal forekomme ulykker med drepte eller hardt skadde i transportsektoren
- Transportpolitikken skal bidra til å begrense klimagassutslipp, redusere miljøskadelige virkninger av transport, samt bidra til å oppfylle nasjonale mål og Norges internasjonale forpliktelser på miljøområdet
- Transportsystemet skal være universelt utformet

I stortingsmeldingen er det avsatt 1,2 mrd i investeringer til ERTMS i perioden 2010 til 2019.

5.2.3 Jernbaneverkets overordnede teknologiske strategi

Jernbaneverkets overordnede teknologiske strategi, [10], sier blant annet at valg av ny teknologi, samt utvikling og anvendelse, skal bidra til at infrastrukturens ytelsesmål oppnås på en kostnadseffektiv måte som samtidig ivaretar kundenes behov.

5.2.4 Overordnede mål fra signalstrategien

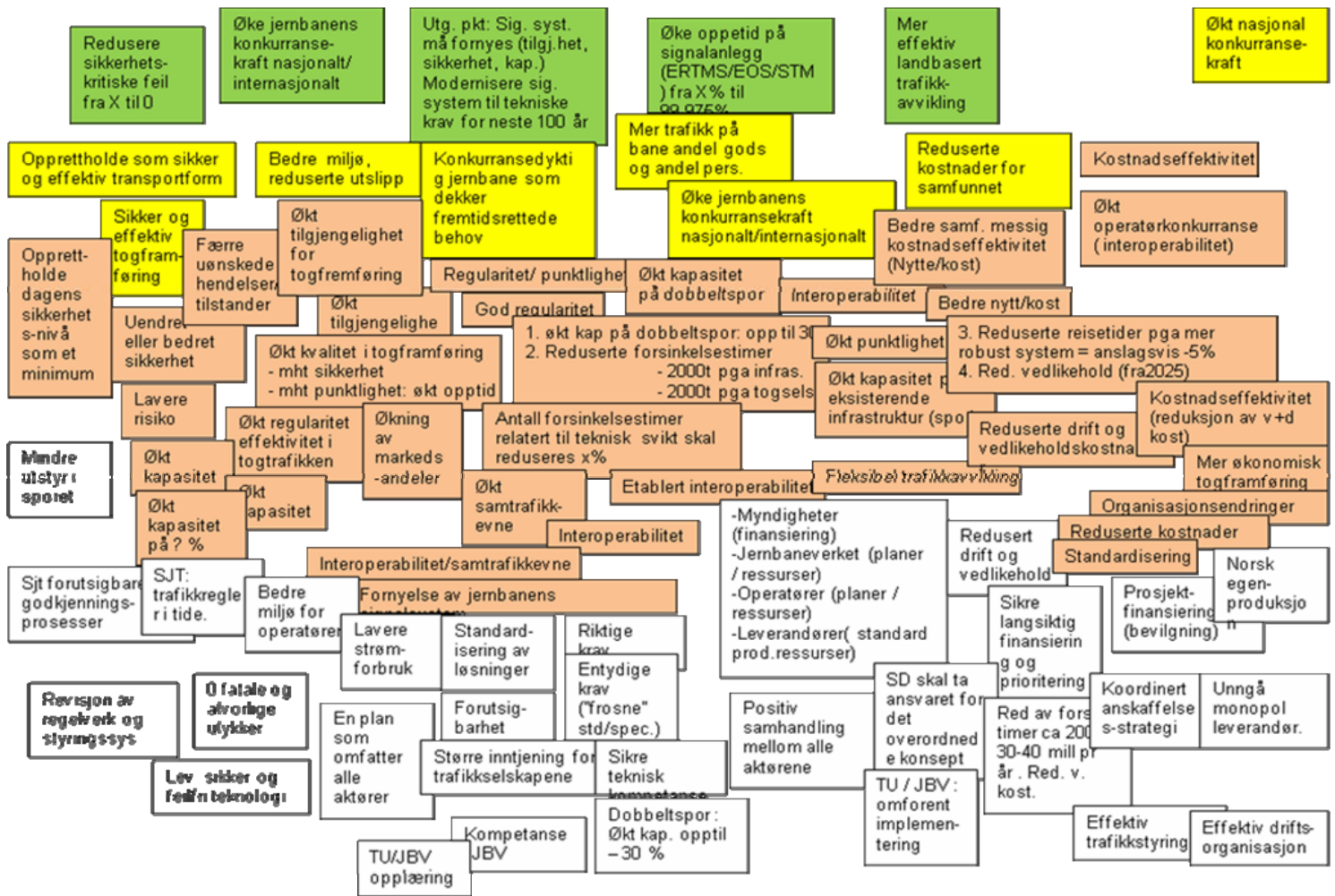
Målformuleringene som ble benyttet i Jernbaneverkets signalstrategi tok utgangspunkt i Jernbaneverkets fokusområder for 2005. Disse var som følger:

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

5.2.5 Målformuleringer fra arbeidsverkstedet

På arbeidsverkstedet ble samfunns mål, effektmål og resultatmål (indikatorer) diskutert og formulert gruppevis og i plenum. Fullstendig oversikt over tilfanget er vist i verkstedrapport, [9]. Interessentene på verkstedet formulerte samfunns mål (grønne og gule bokser), effektmål (beige bokser) og resultatmål/ indikatorer (hvite bokser)

Figuren under viser en direkte avskrift av veggavis med målhierarki fra arbeidsverkstedet. For utdypende informasjon, se verkstedrapporten.



Figur 11: Målhierarki - veggavis

5.3 Målhierarki

Figuren under viser endelig målhierarki for denne KVUen.

Et signalsystem som bidrar til en mer effektiv, driftsstabil og sikker jernbane, med bedre samtrafikkevne med det europeiske jernbanenettet



5.3.1 Samfunns mål

Et signalsystem som bidrar til en mer effektiv, driftsstabil og sikker jernbane, med bedre samtrafikkevne med det europeiske jernbanenettet

Prosjektet er initiert av et behov for å fornye dagens signalsystem. Ved gjennomføring av prosjektet er målet for samfunnet at det valgte konseptet baseres på moderne teknologi som gir samfunnet et effektivt, driftsstabilt og sikkert togtilbud. Dette betyr at det skal velges løsninger med lang levetid som gir muligheter til å innfri fremtidige krav, og dermed bidrar til å bedre samtrafikkevnen og øke jernbanens konkurransekraft.

5.3.2 Effektmål

Sikkerhet

Signalsystemet skal føre til at sikkerheten bedres i forhold til dagens nivå.

Jernbanetransport skal ikke føre til tap av menneskeliv eller alvorlig skade på mennesker, omgivelser eller materiell ("nullvisjonen").

Jernbaneverkets overordnede mål for jernbanesikkerhet er formulert som: "Det etablerte sikkerhetsnivået for jernbanetransport i Norge skal opprettholdes. Alle endringer skal sikre en utvikling i positiv retning." En langsiktig indikator for dette nivået kan uttrykkes ved antall døde ved ulykker på jernbane pr. år, som gjennomsnitt for siste 20-årsperiode. For 2007 var dette tallet 6,9 (mot 8,2 for 2005 og 7,2 for 2006).

Indikator: Signalsystemet skal føre til at sikkerheten bedres i forhold til dagens nivå.

Kapasitet

Signalsystemet skal gi økt kapasitet i jernbanenettet

Ved bygging av nytt signalsystem må dette designes slik at kapasiteten på den enkelte banestrekning utnyttes optimalt.

Indikator: Kapasiteten på dobbeltsporet strekning skal øke vesentlig i forhold til dagens løsning.

Oppetid

Signalsystemet skal gi vesentlig økt oppetid i jernbanenettet

Dagens krav til maksimalt tidstap pga. saktekjøringer er 1 minutt pr. 10 mil. Videre har Jernbaneverket definert følgende målsettinger for oppetid for eksisterende infrastruktur:

Oppetid i prosent = $\frac{\text{Togtimer pr. år} - \text{forsinkelsestimer pr. år}}{\text{Togtimer pr. år}}$

Togtimer pr. år

Målet for oppetiden er for 2009 satt til å være 98,8 og for 2013 er målet en bedring til 99,2%. Ved anskaffelse av komponenter og ved prosjektering av nye anlegg skal prosessstandard EN 50126 anvendes. Denne krever at det utarbeides krav til pålitelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet for komponenter og anlegg tilpasset behovene for den berørte banestrekningen. Gjennom dette arbeidet forventes det at det oppnås ytterligere økt oppetid for infrastrukturen.

Når det gjelder punktlighet (prosentandel tog i rute til endestasjon) påvirkes denne av mange forhold, både tekniske og ikke-tekniske. Forhold utenfor Jernbaneverkets ansvarsområde vil også påvirke punktligheten. Et ERTMS-anlegg med god oppetid vil bidra positivt til Jernbaneverkets mål for punktlighet.

Indikator: Forsinkelsestimer knyttet til signal skal reduseres vesentlig.

Kostnadseffektivitet

Signalsystemet skal gi den mest kostnadseffektive løsning med hensyn til signalsystemenes livssyklus kostnader

Jernbaneverket har en målsetting om å redusere kostnadene for drift og vedlikehold av infrastrukturen og for trafikkstyringen. I tillegg ønsker Jernbaneverket å bidra til å redusere togselskapenes transportkostnader.

Kostnadseffektivitet defineres som det rimeligste alternativet som dekker alle behov knyttet til prosjektet. Dette innebærer alle prissatte komponenter i den samfunnsøkonomiske analysen. Det alternativet med høyest nytte-/kostvurdering vil ha høyest måloppnåelse.

Indikator: Nytte-/kostvurdering

Samtrafikkevne

Signalsystemet skal bidra til "sømløs" trafikkavvikling for grensekryssende trafikk

EU har en målsetting om at jernbanens konkurransekraft skal styrkes ved å innføre ETCS/ERTMS som felles-europeisk standard for signalsystemer.

Indikator: Samtrafikkevne

5.4 Oppsummering av samfunns- og effektmål

Samfunnsmål
Et signalsystem som bidrar til en mer effektiv, driftsstabil og sikker jernbane, med bedre samtrafikkevne med det europeiske jernbanenettet
Effektmål
Signalsystemet skal føre til at sikkerheten bedres i forhold til dagens nivå
Signalsystemet skal gi økt kapasitet i jernbanenettet
Signalsystemet skal gi vesentlig økt oppetid i jernbanenettet
Signalsystemet skal gi den mest kostnadseffektive løsning med hensyn til signalsystemenes livssyklus kostnader
Signalsystemet skal bidra til "sømløs" trafikkavvikling for grensekryssende trafikk

Tabell 3: Samfunns- og effektmål

6. Overordnede krav

6.1 Innledning

De overordnede kravene i en KVVU skal gi en oversikt over kravene som skal innfris ved gjennomføringen av prosjektet. Konsepter som ikke oppfyller absolutte krav skal ikke vurderes videre. Konseptene som tilfredsstillende de absolutte kravene vil bli vurdert ut fra viktige krav og andre krav.

6.2 Absolutte krav

Med utgangspunkt i det prosjektutløsende behovet, kapittel 4, og samfunns målet, kapittel 5, settes følgende absolutte krav for konsepter for signalsystem:

- **Signalsystemenes bidrag til infrastrukturens ytelse skal minst tilsvare dagens nivå**
- **Sikkerhetsforskriften skal innfris**
- **Samtrafikkforskriften skal innfris**

6.2.1 Ytelse

Signalsystemenes bidrag til infrastrukturens ytelse skal minst tilsvare dagens nivå

Ytelsen er i denne sammenheng en sammensetning av oppeetid på anleggene, hastighet på togene og kapasitet på sporet. Dette kravet er direkte knyttet til det prosjektutløsende behovet.

6.2.2 Sikkerhet

Sikkerhetsforskriften skal innfris

Krav til nytt konsept er at sikkerhetsforskriften skal innfris, det vil si at sikkerheten skal opprettholdes eller forbedres.

I denne KVVU er det valgt å trekke frem følgende paragraf fra Forskrift av 19. desember 2005 nr. 1621: Forskrift om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenet (Sikkerhetsforskriften):

§ 12-6. Signalanlegg

Signalanlegg skal være konstruert slik at de feiler til sikker tilstand. Anleggets sikkerhetsfunksjoner skal være automatiske og uavhengige av den som betjener anlegget. Signaler skal plasseres slik at det går klart frem hvilke spor signalene gjelder for, og signalbildet skal være synlig for togets fører i god tid før signalpassering.

Nye strekninger skal ha fjernstyring. Strekninger med fjernstyring skal være utbygd med automatisk hastighetsovervåkning (ATC). Strekninger der det bygges ATC og strekninger med delvis automatisk hastighetsovervåkning (DATC) som ombygges, skal utbygges med fullstendig automatisk hastighetsovervåkning (FATC).

Ved bygging eller ombygging av sikringsanlegg skal det benyttes anleggstyper som ivaretar samtrafikkevnen på strekningene.

Veiledningen til sikkerhetsforskriften sier til dette punktet: ”Denne bestemmelsen skal sikre at det ikke bygges nye anlegg som vil forhindre samtrafikkevnen. Det betyr i praksis at det må dokumenteres at det ikke finnes tekniske eller ressursmessige (økonomiske eller kompetansemessige) hindringer for at anleggene kan kobles opp mot ERTMS. I den forbindelse vises det til forskrift 9. februar 2005 nr. 117 om etablering av grunnleggende krav for styring, kontroll og signal (ERTMS) for konvensjonell jernbane.”

6.2.3 Samtrafikkevne

Samtrafikkforskriften skal innfris

Krav til nytt konsept er at samtrafikkforskriften skal innfris. Det vil i hovedsak si at CR-TSI-CCS og CR-TSI-OPE må tilfredsstilles. Se for øvrig juridiske vurderinger i kapittel 2.1.4. Interoperabilitet gir jernbanen økt konkurransekraft.

6.3 Viktige krav

Viktige krav bygger på viktige behov i kapittel 4 og effektmål i kapittel 5.

6.3.1 Sikkerhet

To viktige krav er definert under sikkerhet.

Alle signalsystem skal kunne håndtere krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk

Denne KVUen har et absolutt krav om at konseptene innfrir sikkerhetsforskriften. For å kunne differensiere mellom konseptene i evalueringen er det også her under ”viktige krav” formulert et krav knyttet til sikkerhet. Sikkerhetsforskriften inneholder en rekke krav som ikke er implementert i eksisterende signalsystem.

Det valgte konseptet for signalsystem skal funksjonaltmessig kunne håndtere krav i henhold til sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk. Teknisk regelverk vil måtte endres når ERTMS innføres i Norge. Konseptene må vurderes opp mot det til enhver tid gjeldende regelverk.

Eksempler på krav som i varierende grad er ivaretatt i dagens signalsystem:

- Fullstendig hastighetsovervåkning
- Separate utkjørssignaler fra hvert spor
- Prosesstandarden EN 50126 følges ved utvikling, prosjektering og bygging
- Bremselengder mot planoverganger
- ATC kryssingsbarriere

Kompetanse til å drifte systemet er tilgjengelig

Kompetanse til å drifte systemet må være tilgjengelig. Systemene skal bygge på teknologi som det undervises på ved tekniske skoler og universiteter og som er tilgjengelig også utenfor Jernbaneløst.

6.3.2 Kapasitet

Signalsystemene skal gi optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor

Dagens jernbanenett er fullt utnyttet på de trafikk-tunge strekningene, og det er ikke plass til flere tog. Ytterligere trafikkøkning på dagens nett vil gå ut over driftsstabilitet og punktlighet. I forslag til NTP 2010-2019 er siktemålet å bygge ut kapasiteten slik at godsmengdene på hovedstrekningene kan dobles fram mot 2020 og tredobles fram mot 2040.

For persontrafikken i det sentrale Østlandsområdet er det et mål å kunne øke frekvensen for lokal- og intercitytogene når Lysaker stasjon og nytt dobbeltspor mellom Lysaker og Asker er ferdigstilt. For Stavangerregionen er målet å øke frekvensen for lokaltogene mellom Stavanger og Egersund når nytt dobbeltspor mellom Sandnes og Stavanger står ferdig. På lang sikt forventes en økt frekvens også for lokaltogtrafikken rundt Trondheim og Bergen. For øvrig henvises til Jernbaneverkets stamnettutredning, "Mer på skinner fram mot 2040", oktober 2006.

6.3.3 Oppetid

Signalsystemene skal bidra til at jernbanens oppetid bedres

For at jernbane skal kunne være et pålitelig transportmiddel er man avhengig av god punktlighet på togene. Det er satt et krav om at jernbanen i Norge skal ha en oppetid på 98,8 % i 2009, og 99,2% i 2013. Dagens signalsystem er sårbart og er derved en stor bidragsyter til det totale antall forsinkelsestimer.

Nye anlegg skal ha en vesentlig bedre oppetid. Viktige elementer i dette vil være:

- Enkelt å gjøre endringer i anleggene; endringer kan gjøres uten at togtrafikken påvirkes i særlig grad
- Reparasjons- og vedlikeholdsvennlighet
- Begrense omfanget av komponenter i sporet
- Færrest mulig grensesnitt. Grensesnitt medfører ofte feil, gir uklare ansvarsforhold og vanskeliggjør feilretting
- Høy pålitelighet på sentrale systemer og viktige komponenter som for eksempel togdeteksjon og drivmaskiner

6.3.4 Kostnadseffektivitet og samtrafikkevne

Det er definert tre viktige krav under overskriftene kostnadseffektivitet og samtrafikkevne.

Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning.

Kostnadseffektivitet betyr en optimal sammensetning av investeringskostnad, drift- og vedlikeholdskostnader og generell driftssikkerhet. Krav til nytt konsept er at valgt løsning er mer kostnadseffektiv enn dagens løsning. Signalsystemene bør ha en enhetlig utforming som tilrettelegger for effektiv drift og feilretting.

Teknisk og operasjonell interoperabilitet

Fremtidens signalsystem må oppfylle kravene i samtrafikkforskriften om teknisk og operasjonell samtrafikkevne.

Det skal velges kjent og etablert teknologi i henhold til internasjonale standarder

Det skal primært velges kjent og etablert teknologi som er utprøvd ved andre jernbaner før implementering/utbygging iverksettes ved Jernbaneverket. Videre skal det velges teknologi i henhold til internasjonale standarder og overenskomster. Det bør velges teknologi som tilrettelegger for et godt leverandørmarked av utstyr og tjenester. Jfr. Jernbaneverkets overordnede teknologiske strategi, [10].

6.4 Andre krav

Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon.

Det er et krav at man fra systemet kan få tilgang til sanntidsinformasjon. Sanntidsinformasjon er alltid oppdatert informasjon om togets posisjon, togtype, lengde etc. Denne informasjonen kan benyttes av togleder for planlegging av trafikkavviklingen, særlig i avvikssituasjoner (for eksempel ved endring av kryssing). Oppdatert posisjon kan også benyttes til publikumsinformasjon på plattformer og på internett.

Forbedringspotensialet i forhold til eksisterende posisjonssystemer er størst der posisjonen i dag ikke måles eller måles med lange intervaller (på lange blokkstrekninger). Sanntidsinformasjon med en slik oppløsning vil gi økt servicenivå til kundene både ved normal drift og ved avvik. Kundetilfredshet er svært viktig for begge primærinteressentene. Denne informasjonen vil også kunne bidra til å effektivisere kryssinger på enkeltsporet strekning.

Implementeringen skal være miljøvennlig

System og implementering skal være miljøvennlig. Miljøvennlige prosjekter og driftsformer er viktige mål i etatenes forslag til NTP for 2010-2019 og dermed et naturlig krav i denne KVUen. Signalsystemene bør gi togene hensiktsmessig informasjon slik at togene kan fremføres mest mulig energiøkonomisk. I tillegg skal anleggene designes med hensyn til lavt energiforbruk og med miljøvennlige komponenter. Jamfør Jernbaneverkets miljøhåndbok, [13].

6.5 Oppsummert kravoversikt

Tabellen under oppsummerer kravene til de alternative konseptene.

Absolutte krav:
<ul style="list-style-type: none">• Signalsystemenes bidrag til infrastrukturens ytelse skal minst opprettholdes.• Sikkerhetsforskriften skal innfris.• Samtrafikkforskriften skal innfris.
Viktige krav:
<p>Sikkerhet:</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalsystemene skal kunne håndtere krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk.• Kompetansen til å drifte systemet er tilgjengelig. <p>Kapasitet:</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalsystemene skal gi en optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor. <p>Oppetid:</p> <ul style="list-style-type: none">• Signalsystemene skal bidra til jernbanens oppetid bedres. <p>Kostnadseffektivitet og samtrafikkevne:</p> <ul style="list-style-type: none">• Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning.• Teknisk og operasjonell interoperabilitet.• Det skal velges kjent og etablert teknologi i henhold til internasjonale standarder.
Andre krav:
<ul style="list-style-type: none">• Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon.• Implementeringen skal være miljøvennlig.

Tabell 4: Kravoversikt

7. Alternative konsepter

7.1 Innledning

Kapittel 7 og 8 utgjør analysedelen av KVUen. Det redegjøres for konseptene med bakgrunn i Jernbaneverkets behov, mål og krav knyttet til fornyelse av signalanleggene. Arbeidet skal resultere i en anbefaling om hvilket eller hvilke konsepter det bør arbeides videre med.

Kapittel 7 beskriver konseptene og siler ut de konsepter som ikke passerer de absolutte kravene beskrevet i kapittel 6. I kapittel 8 vurderes de gjestående konseptene opp mot ”viktige og andre krav” i kapittel 6.

Konsept er i retningslinjene² definert som en grunnleggende idé, en overordnet løsning for å ivareta et sett av behov og problemstillinger som er definert i form av prosjektets formål og øvrige mål.

Ett av formålene med verkstedet var å få frem alternative ideer for å løse behovet for å fornye signalsystemene. På verkstedet ble følgende opplegg gjennomført for å få frem ulike konsepter:

- Steg 1 - hvordan innfri behov/mål ved å redusere behovet for nye signalsystem?
- Steg 2 - hvordan innfri behov/mål ved effektivisering av dagens signalsystem?
- Steg 3 - hvordan innfri behov/mål ved små tiltak?
- Steg 4 - hvordan innfri behov/mål ved større investering?

Gjennom den stegvise tilnærmingen på verkstedet ble det identifisert en rekke alternative ideer. Dette materialet er dokumentert i verkstedrapporten, [9].

7.2 Konsepter før siling

På bakgrunn av Jernbaneverkets signalstrategi, verkstedet og arbeidet i prosjektgruppen er det formulert følgende 10 alternative konsepter i tillegg til 0-alternativet:

- A. Redusere jernbanenettet
- B. Redusere krav til signalsystemet og akseptere en høyere feilprosent
- C. Fornye signalsystemene uten å endre funksjonalitet og ytelse
- D. Bygge ut nytt system uten ERTMS
- E. ETCS nivå 1
- F. ERTMS nivå 2
- G. ERTMS nivå 3
- H. ETCS limited supervision
- I. ERTMS Regional

² KS1- Ekstern kvalitetssikring i samferdselssektoren, Statens vegvesen og Jernbaneverket (november 2006)

Overgangen mellom eksisterende og ny situasjon er en del av konseptvalget. Jernbaneverket har utarbeidet en implementeringsplan som beskriver lengden og rekkefølgen på implementeringen. Alternative implementeringsplaner er vurdert i den forenklede samfunnsøkonomiske analysen i kapittel 8.

7.2.1 0-alternativet

0-alternativet er videreføring av dagens situasjon. Dagens situasjon innebærer verdibevarende vedlikehold, utskifting eller endring av enkeltanlegg i henhold til teknisk eller trafikalt behov eller som følge av vedtatte investeringsprosjekter. Dette innebærer igjen at de dominerende elementer i Jernbaneverkets signalsystem i overskuelig fremtid vil være sikringsanleggstypen NSI-63 og hastighetsovervåkingssystemet ATC. Den videre vurdering av 0-alternativet er basert på denne erkjennelse.

Bildet viser utsnitt av sikringsanlegget på Kråkstad stasjon. Anlegget er representativt for sin tid, og viser i så måte oppbygging med den typen teknologi som er brukt på hovedtyngden av Jernbanens signalsystem.



Figur 12: Dagens sikringsanlegg Kråkstad stasjon, reléanlegg bygd i 1958

Levetid: Levetiden for signalsystemer bestemmes hovedsakelig av følgende faktorer:

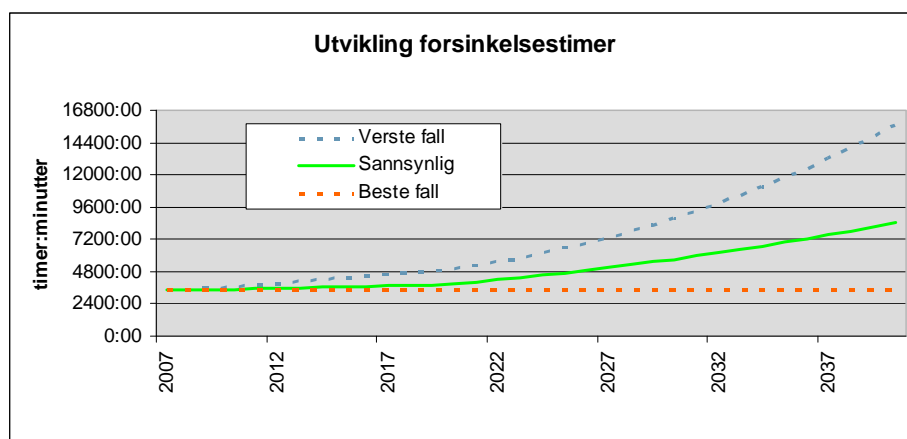
- Signalanleggenes (implementert system) fysiske alder. I signalstrategien [2] er det anslått at 42 % av sikringsanleggenes har en gjennomsnittlig alder på 38 år og 17% en gjennomsnittlig alder på 48 år. Hovedtyngden av ATC – infrastruktur er 20-25 år gammel, [7]. I rapporten ”Utredning av Jernbaneverkets behov for vedlikehold og fornyelser 2007 – 2040”, [1], og ”Prosjektrapport ATC - levetidsvurdering, [7], er det anslått at levetiden er ca 50 år for sikringsanlegg (reléanlegg) og ca 35 år for ATC. Markedssituasjonen for reservedeler, jfr. avsnitt ”Kostnad”
- Teknisk kompetanse, jfr. avsnitt ”Kompetanse”

Sikkerhet Opprettholdelse av eksisterende sikkerhetsnivå i eksisterende signalanlegg avhenger av om man klare å oppfylle økt vedlikeholdsbehov som følge av økt alder. Det har siden disse anleggene ble bygd tilkommet nye krav til utforming av signalsystemene, for eksempel fullstendig hastighetsovervåkning og separate utkjørhovedsignaler fra hvert spor. Det lar seg gjøre å oppgradere anleggene til å tilfredsstille disse kravene, men dette vil kreve store ressurser.

Kapasitet: Sikringsanleggenes (NSI-63) design er slik at selv mindre endringer som gjøres for å øke kapasiteten kan medføre store ombygginger. ATC- systemet er et rendyrket sikkerhetssystem, mens FATC tilrettelegger for litt bedre kapasitet enn DATC gjennom noe høyere gjennomsnittshastighet

Oppetid: Dagens system vil få utfordringer når det eldes, og det må forventes at oppetiden vil avta selv om vedlikeholdet intensiveres. Dette er spesielt aktuelt for ATC – komponenter og kabelanlegg.

Grønn kurve i Figur 13: Utvikling forsinkelsestimer viser prognosen for signalanleggets bidrag til utviklingen i forsinkelsestimer for 0-alternativet. Se for øvrig vedlegg 2.



Figur 13: Utvikling forsinkelsestimer

I henhold til retningslinjene for KVUen burde 0-alternativet beskrive de tiltak som er nødvendig for at signalanleggenes ytelse opprettholdes på dagens nivå, dvs den røde stiplede linjen. I denne KVUen er det valgt et 0-alternativ som fraviker fra retningslinjen. Det er usikkert hvilke tiltak som er nødvendig for å opprettholde ytelsen og disse tiltakene er sannsynligvis ikke juridisk og praktisk gjennomførbare.

Omfattende fornyelsestiltak, for eksempel innføring av akseltellere, skifte av kabelanlegg mv. vil kunne bidra til at oppetiden opprettholdes eller bedres i forhold til dagens nivå. Disse endringene vil erfaringsmessig medføre at sikringsanleggene må oppgraderes til gjeldende teknisk regleverk. Det er usikkert når endringene er så omfattende at forskriftskravene om samtrafikkvegne gjøres gjeldende. Fornyelser i en slik skala er ressurskrevende og kan ikke gjennomføres med dagens kapasitet på signalressurser. Det anses meget krevende å øke kapasiteten på denne type kompetanse til å håndtere en betydelig økning i aktiviteten ut over det som kreves av ordinære investeringer og vedlikehold. Disse fornyelsene vil også innebære at

anleggene må tas ut av bruk i anleggsperioden. Tiltakene vil ikke løse problemstillingen knyttet til levetiden på dagens ATC.

Kostnad: Det spesialbygde grensesnittet mellom ATC og NSI-63 er gått ut av produksjon, og lagerbeholdningen er begrenset. Konstruksjon, godkjenning og i særdeleshet produksjon av nye komponenter anses ikke som praktisk gjennomførbart. Øvrige komponenter vil i henhold til informasjon fra leverandørene kunne opprettholdes over tid, men til øket pris.

For sikringsanleggenes vedkommende vil særlig nødvendig utskifting av utvendige komponenter gi store kostnader. Man vil dessuten måtte betale høyere pris for å skaffe kompetent personale til vedlikehold og anleggsendringer.

Interoperabilitet: Eksisterende infrastruktur oppfyller krav til samtrafikkevne såfremt og så lenge STM kan stilles til rådighet for rullende materiell. Ved nybygging eller vesentlig ombygging vil samtrafikkforskriftens krav komme til anvendelse. For eksempel er det usikkert om det kan oppnås unntak fra kravet om ERTMS ved de store nyanleggene Oslo – Ski, Vestfoldbanen og Eidsvoll– Hamar som i NTP beskrives gjennomført i perioden 2010-2019.

Kompetanse: Tilgang på kompetanse på aldrende signalsystem er en utfordring i forhold til 0-alternativet. Det gis ikke utdanning i den teknologien som brukes i dagens signalsystem ved videregående skoler og høyskoler i Norge. Det er derfor utfordrende å rekruttere signalressurser, og Jernbaneverket må stå for opplæringen selv.

Økt vedlikeholdsbehov medfører at Jernbaneverket må ha tilgang på (internt eller eksternt) betydelig flere medarbeidere med signalteknisk kompetanse på dagens anlegg enn i dag. Økt behov for kompetanse inntreffer samtidig med at hovedtyngden av de som allerede har kompetanse på anleggene når pensjonsalder.

7.2.2 A: Redusere jernbanenettet

Behovet for å ha et velfungerende signalsystem på den norske jernbanen kan løses ved å redusere jernbanenettet i Norge etter hvert som signalsystemene slutter å fungere. I dette konseptet vil man i noen grad kunne bruke komponenter fra signalsystemene på de nedlagte jernbanestrekningene, som reservedeler i de gjenstående signalsystemene på de strekninger som ønskes opprettholdt.

Det vil være naturlig å avvikle driften på de strekningene med lavest trafikk og eldst signalsystem først. På sikt vil et slikt konsept sørge for at man får færre og færre jernbanestrekninger i Norge, inntil alle anleggene har nådd sin levealder.

7.2.3 B: Redusere krav til signalsystemet og akseptere lengre nedetid

Ved å redusere krav til kvaliteten på signalsystemene vil vi kunne beholde de eksisterende signalsystemene lengre. Krav til sikkerhet kan ikke reduseres. Redusert krav til kvalitet innebærer at økt feilrate aksepteres. Økt feilrate medfører direkte en reduksjon av jernbanens oppetid. Konsekvensene av dette kan kompenseres ved å redusere togproduksjonen.

7.2.4 C: Fornye uten å endre funksjonalitet og ytelse

Konseptet innebærer at eksisterende komponenter eller delsystemer erstattes med tilsvarende system med samme funksjonalitet og ytelse. For eksempel utskifting av reléanlegg for en enkelt stasjon med et nytt reléanlegg eller PLS-anlegg. Dette gjøres ved lokale endringer i dag. Som konsept vil det anta et mye større omfang. Et annet eksempel vil være utskifting av ATC, enten ved at leverandøren opprettholder produksjonen av dagens system eller ved innføring av et nytt system. Dette alternative konseptet beskriver en så omfattende endring i systemet at det blant annet vil utløse krav om at samtrafikkforskriften skal følges.

7.2.5 D: Bygge ut nytt system uten ERTMS

Konseptet innebærer omfattende utskifting av dagens ATC og sikringsanlegg med nye systemer som gir funksjonalitet og ytelse i henhold til dagens krav i teknisk regelverk. Det finnes flere typer systemer på markedet som vil gi god funksjonalitet, men de er ikke ETCS-kompatible.

Sikkerhet: Konseptet vil imøtekomme krav til sikkerhet.
Kapasitet: Konseptet vil imøtekomme krav til kapasitet.
Oppetid: Konseptet vil imøtekomme krav til oppetid.
Interoperabilitet: Konseptet tilfredsstiller ikke samtrafikkforskriften (krav til interoperabilitet)

Dette alternativet ble vurdert i signalstrategien, og ble der funnet dyrere enn alternativene med ERTMS. Kostnadsforskjellen skyldes i hovedsak at alternativet innebærer flere installasjoner i sporet. Dersom det skulle komme mer kostnadseffektive løsninger uten ERTMS må dette og eventuelle dispensasjoner fra samtrafikkforskriften behandles særskilt.

7.2.6 E: ETCS nivå 1

I signalstrategien [2] legger dette alternativet til grunn at sikringsanleggene skiftes etter hvert som de når forventet levealder. ERTMS er forutsatt skiftet strekningsvis. I KVUen innebærer konseptet strekningsvis ombygging av dagens signalsystem med utskifting av alle komponenter. De viktigste er:

- ATC; Dagens ATC erstattes med ETCS. I ETCS nivå 1 kommer signaleringen fra ytre signaler langs sporet. Det er derfor nivå 1 ofte bare benevnes som ETCS.
- Sikringsanlegg; Dagens relébaserte sikringsanlegg erstattes med moderne databaserte anlegg.

- Kabelanlegg; Dagens kabelanlegg er gammelt og bidrar vesentlig til feil på anleggene. I dette konseptet er det forutsatt at dette fornyes.
- Togdeteksjon; Dagens sporfelter er forutsatt erstattet med akseltellere.
- Vegbomanlegg; Dagens vegbomanlegg er i hovedsak gamle og slitte og er i dette konseptet forutsatt skiftet ut.
- Føringsveier; Der dagens føringsveier ikke har tilstrekkelig standard vil disse skiftes
- Tekniske bygg; Nye anlegg vil kreve nye tekniske bygg.
- Strømforsyning; Nye anlegg utstyres med ny strømforsyning
- I nivå 1 er det nødvendig å gjøre endringer i eksisterende fjernstyringsanlegg for å implementere tilleggsfunksjonalitet som ETCS bringer med seg.
- Det er ønskelig at de ikke fjernstyrte stasjonene skal fjernstyres sammen med innføring av ETCS nivå 1. Dette innebærer følgetiltak som utkjørhovedsignaler fra hvert spor (nivå 1), i noen grad planfrie kryssinger mellom plattformer og mulige sporendringer. Fjernstyringen innebærer at stasjonene kan fjernstyres og at TXP på stasjonene ikke er nødvendig.

I alle konseptene som inkluderer ERTMS/ETCS er det behov for ERTMS ombordutrustning i togene. For at togene skal kunne lese eksisterende baliser i en overgangsfase, må i tillegg STM være installert i togene.

Sikkerhet: Dette konseptet innebærer at signalsystemene blir konstruert i henhold til alle krav i sikkerhetsforskriften og teknisk regelverk. For eksempel gir ETCS nivå 1 fullstendig hastighetsovervåking med punktvis oppdatering via baliser til togene.

Kapasitet: I forbindelse med utskiftingen bør det gjennomføres en optimalisering av anleggene med hensyn på kapasitet. Ut over dette gir konseptet ingen endring i kapasitet sammenlignet med dagens situasjon.

Oppetid: Anleggene er forutsatt designet for høy oppetid. Komponenter som er kritisk for oppetiden i dag (sporfelter og drivmaskiner, utvendig kabelanlegg etc.) vil bli skiftet med moderne komponenter med høy tilgjengelighet. Antall komponenter i sporet vil øke som følge av at det kreves full hastighetsovervåking. Dette kravet vil medføre økt sårbarhet og sannsynligvis gi reduksjon i oppetid.

Kostnad: Konseptet innebærer omfattende investeringer. Konseptet gjør det mulig å benytte internasjonalt standardiserte systemer for ETCS nivå 1, men må benytte nasjonal standard for sikringsanleggene for å oppnå homogen funksjonalitet i forhold til signalene langs sporet. Konseptet gir en enhetlig anleggsmasse som tilrettelegger for effektiv drift. Sistnevnte avhenger imidlertid av hvorvidt sikringsanleggene fornyes strekningsvis, eller punktvis spredt i Norge.

Interoperabilitet: Konseptet innebærer bruk av Eurobaliser og ombordutrustning i samsvar med ETCS-standard. Konseptet gir teknisk interoperabilitet, men vil fortsatt ha nasjonale signaler som lokfører må forholde seg til, og gir derfor ikke operasjonell interoperabilitet på dette området.

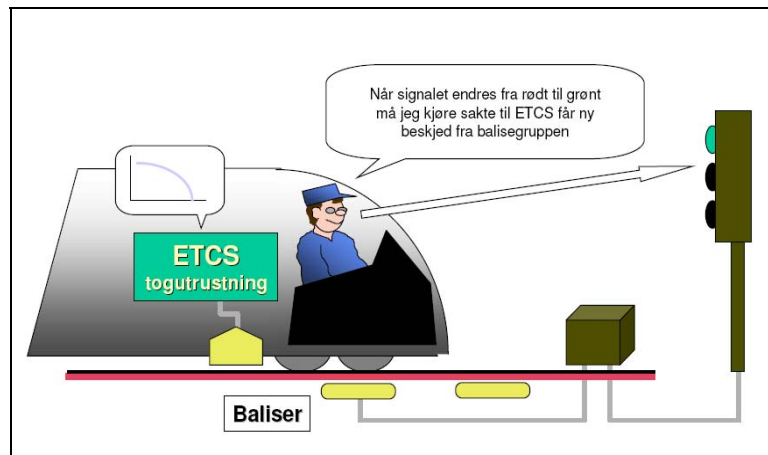
Teknologi: Konseptet er basert på moderne teknologi. Endringer i signalsystemene vil kunne testes på fabrikk før de tas i bruk i sporet og tiden anlegget må være ute av bruk i forbindelse med bygging kan reduseres betydelig i forhold til dagens situasjon. Konseptet forutsetter at signaler og baliser i hovedsak skal plasseres på samme sted som dagens signaler og baliser. Dette gjør at migrasjonen fra dagens anlegg kan bli utfordrende.

Kompetanse: Det vil være mulig å få tak i tilstrekkelig kompetanse for drift og vedlikehold av ETCS nivå 1.

Høyhastighetsbaner krever at lokfører får hastighetsinformasjonen presentert i førerpanelet. I ETCS nivå 1 er dette mulig, men for ETCS nivå 1 er de

utvendige signalene primærinformasjon, og ETCS-panelet i toget regnes som supplerende informasjon.

Konseptet vil ikke gi tilgang til sanntidsinformasjon siden det ikke benytter GSM-R.



Figur 14: ETCS nivå 1

7.2.7 F: ERTMS Nivå 2

Som for ETCS nivå 1 innebærer dette konseptet fullstendig utskifting av signalsystemene. I ERTMS nivå 2 er de ytre signalene fjernet. Utvendig installeres europeisk standardiserte ERTMS-skilt som indikerer signaleringspunktene i infrastrukturen.

Kjøretillatelse og hastighetsbegrensninger overføres via GSM-R-nettet direkte til førerpanelet (og ombordutrustningen). Misforståelser, særlig knyttet til kjørebekjeding gitt i utkjørsignaler vil derved ikke lenger bli mulig.

Toget mottar posisjonsangivelse fra balisene og kommuniserer denne informasjonen til signalsystemet i infrastruktur ved hjelp av GSM-R. I forhold til ETCS nivå 1 er den største forskjellen at signalinformasjonen bare presenteres i førerromspanelet, at anlegget medfører mindre utstyr ute langs sporet, siden de fysiske signalene med dertil hørende styrte baliser kan fjernes.

Hastighetsovervåkingen oppdateres på det nærmeste kontinuerlig, uten å måtte introdusere mer infrastruktur i sporet.

Sikkerhet: Konseptet innebærer som for ETCS-1 bytte av både innvendig og utvendig del av sikringsanlegget. Det ligger i konseptet at kravene i samtrafikkforskriften og sikkerhetsforskriften implementeres.

Kapasitet: Ved bygging av ERTMS nivå 2 vil dagens kapasitet kunne forbedres på dobbelsporet jernbane. Det er ikke beregnet hvilken kapasitetsgevinst som oppnås, og det er ikke slik at resultat fra en strekning uten videre kan overføres til en annen strekning. Analyser må gjennomføres individuelt for hver enkelt strekning. På enkelsporet jernbane vil, i henhold til UIC, dagens kapasitet minst kunne opprettholdes.

ERTMS nivå 2 muliggjør at midlertidige hastighetsnedsettelse (på grunn av arbeid eller hendelse) gis direkte fra togleder. Denne type endring i

infrastruktur krever prosjektering og fysisk bygging av baliser i dagens ATC eller fremtidig i ETCS nivå 1.

Planovergangenes tilstand (sperret/ikke sperret) kan legges inn i den dynamiske hastighetsprofilen til de enkelte togtypene, noe som sikrer at togene vil kunne stoppe før en planovergang, dersom noe er til hinder for at toget skal kunne passere planovergangen.

Oppetid: Anleggene er, som for ETCS nivå 1, forutsatt designet for høy oppetid. Antall komponenter i sporet vil bli betydelig redusert i forhold til ETCS nivå 1, noe som reduserer signalsystemenes sårbarhet betydelig og gir økt oppetid.

Kostnad: Konseptet medfører omfattende investeringer, men tidligere vurderinger har vist at ERTMS nivå 2-system er økonomiske mer fordelaktig enn ETCS nivå 1. Noe av årsaken er at det er behov for mindre kabelanlegg og andre installasjoner ute langs med- og i sporet.

For å benytte GSM-R som kommunikasjonsbærer (nivå 2-3) vil det være nødvendig å oppgradere nettet for dette. Nettet må gjøres mer pålitelig (høyere oppetid) og tilpasses datakommunikasjon (større kommunikasjonsmengder).

Interoperabilitet: Konseptet gir teknisk og operasjonelt interoperabilitet fordi man ikke lenger har signaler ute langs sporet.

Teknologi: Konseptet gir de samme muligheter som for ETCS nivå 1. I tillegg har konseptet den fordelen at få komponenter i sporet tilrettelegger for en enkel migrasjon fra dagens anlegg. Eksempelvis vil det være slik at balisene som skal benyttes som kilometermarkører, ikke vil måtte installeres nær, eller i konflikt med dagens baliser. Dette reduserer nedetiden på en strekning som bygges om fra dagens løsning til ERTMS nivå 2 betydelig.

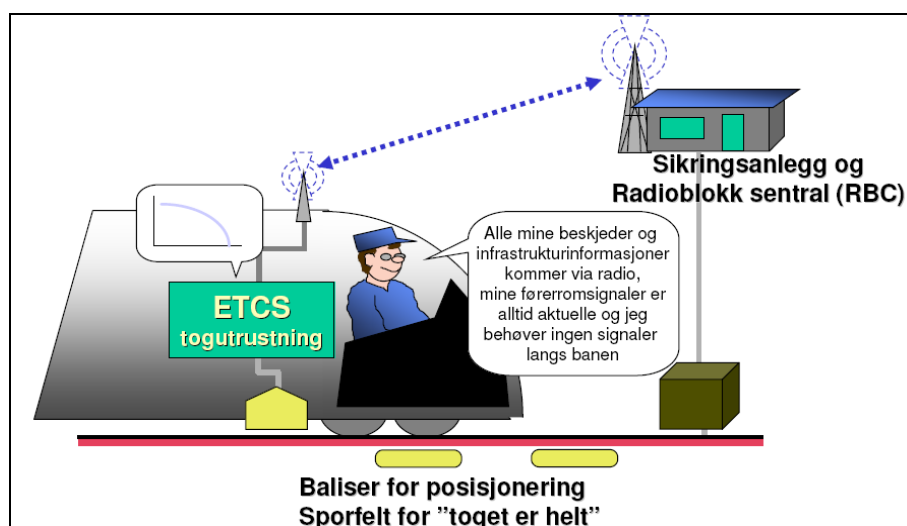
Kompetanse: Kompetansesituasjonen vil være lik som for ETCS nivå 1.

Utbyggingstakt: I henhold til ERTMS implementeringsplanen skal dagens signalanlegg skiftes ut i perioden 2015 til 2030. Det legges opp til en fleksibel utbyggingstakt der strekningene defineres som egne prosjekter. Flexibiliteten ivaretas blant annet ved revisjon av implementeringsplanen i forbindelse med rulleringen av NTP, hver 4 år. I denne revisjonen vurderes/justeres utbyggingstakten i lys av anleggenes alder og tilstand, økonomiske forhold, teknisk utvikling, tilegnede erfaringer og forholdet til andre planer for utvikling av jernbanenettet med mer.

Erfaringsstrekn. Selv om ERTMS etter hvert er i bruk i mange europeiske jernbaneforvaltninger vil det allikevel være fornuftig med en erfaringsstrekning i Norge. De nye signalsystemene innbære endringer i forskriftene, nye tekniske krav og nye trafikkregler. Hensikter med en erfaringsstrekning vil blant annet være å få erfaringer med togframføring i henhold til de nye trafikkreglene, spesielt at de utvendige optiske signalene fjernes. Det er også viktig å høste erfaringer med teknologi, utbyggingsmetoder og kostnader.

ERTMS nivå 2 vil ha ombordsignalering og kan benyttes for høyhastighetsbaner.

Konseptet vil også gi sanntidsinformasjon til bruk i SIS-sammenheng, noe som vil kunne gi betydelig bedre nøyaktighet i informasjon til de reisende.



Figur 15: ERTMS nivå 2

7.2.8 G: ERTMS nivå 3

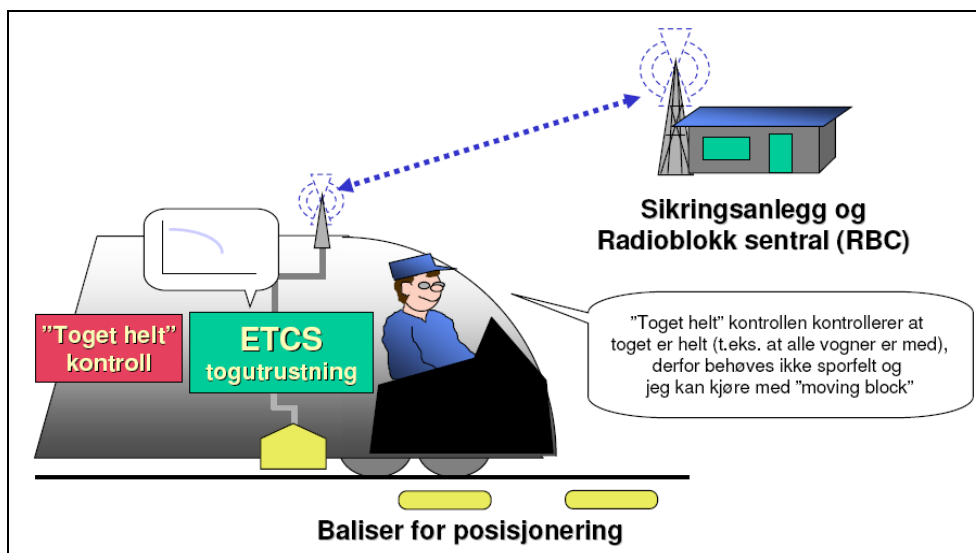
ERTMS nivå 3 er en videreføring av ERTMS nivå 2. Hovedforskjellen mellom ERTMS nivå 2 og ERTMS nivå 3 er at ERTMS nivå 3 har funksjonaliteten "moving block". Dette betyr at avstanden mellom togene er dynamisk og relativ i forhold til hastigheten. Togene vil derved kunne kjøres i kø som bilene på veien, selv om avstanden mellom hvert tog på grunn bremseavstand må være betydelig større enn for biler på veien.

ERTMS nivå 3 vil derfor gi ytterligere muligheter for å forbedre kapasiteten på dobbelsporet jernbane. I ERTMS nivå 3 vil togdeteksjonssystemer (sporfelter eller akseltellere) utelates, noe som medfører en ytterligere reduksjon av komponenter i infrastrukturen. ERTMS programvare vil beregne sikkerhetsavstanden til forankjørende tog. Det er imidlertid et krav i løsningen at toget kan selv fortelle at det er helt (togintegritet³). System for togintegritet er foreløpig ikke standardisert. Det er sannsynlig at en oppgradering fra ERTMS nivå 2 til ERTMS nivå 3 vil kunne utføres uten betydelige endringer i infrastrukturen. Det er imidlertid usikkert hvilke ombygginger kravet til togintegritet vil bety for togene.

Det arbeides i dag ikke med å utvikle ERTMS nivå 3, og det foreligger ingen fremdriftsplaner som jernbanesektoren kan forholde seg til. Offisiell organer og signalindustrien fokuserer ressursene på videreutvikling av ERTMS nivå 2 og dette arbeidet vil minst pågå frem til at ERTMS nivå 2, versjon 3.0.0 er tilgjengelig i markedet i 2015. Basert på erfaringer med ERTMS nivå 2, kan det ikke forventes at ERTMS nivå 3 er godt utviklet og utstrakt bruk før tidligst i 2025-2030.

I og med at ERTMS nivå 3 ikke er spesifisert er det vanskelig å vurdere kostnadene og nytten for Jernbaneverket. Det kan imidlertid forventes at kostnadsreduksjonen ved å slippe å bygge togdeteksjon vil kompenseres ved økte programvarekostnader. Det er sannsynlig at motivasjonen for å bygge ERTMS nivå 3 vil være å øke kapasiteten på dobbeltsporede strekninger med høy utnyttelsesgrad.

³ "Toget helt" kontrollen kontrollerer at toget er helt (for eksempel at alle vogner er med), derfor behøves ikke sporfelt og toget kan kjøres med "moving block". Systemet er ikke ferdigutviklet.

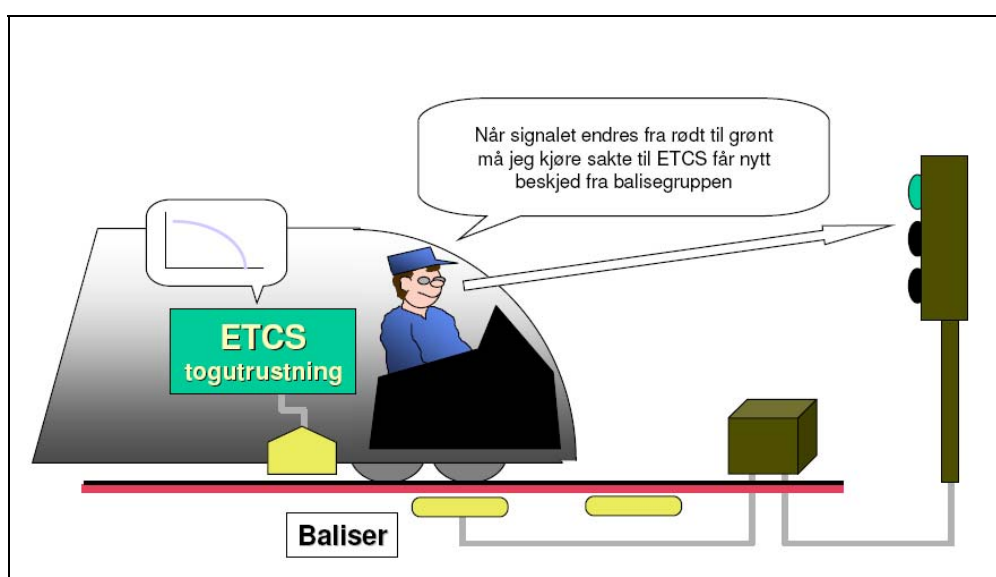


Figur 16: ERTMS nivå 3

7.2.9 H: ETCS Limited Supervision

ETCS limited supervision stopper tog som kjører forbi et stoppsignal. Det er ikke et hastighetsovervåkingssystem og imøtekommer ikke kravene i sikkerhetsforskriften fordi det ikke er FATC. Det kan benyttes for enkel ombygging av infrastrukturen for at tog med ERTMS/ETCS ombordutrustning kan kjøre på strekningen. Konseptet er foreløpig ikke spesifisert i CR-TSI-CCS. Det forventes at det kan komme dit, men tidspunktet er uklart.

Det er den sveitsiske jernbaneforvaltningen (SBB) som arbeider for å etablere dette konseptet i systemspesifikasjonene. Utgangspunktet for konseptet er at SBB ikke har samme behov for fornyelse av infrastrukturen som eksempelvis Jernbaneverket. Landets sentrale geografiske plassering i Europa medfører stor internasjonal trafikk. SBB har vedtatt å bygge om infrastrukturen for å oppnå teknisk samtrafikkevne snarest mulig. ETCS limited supervision gir raskt teknisk samtrafikkevne med lave investeringer.



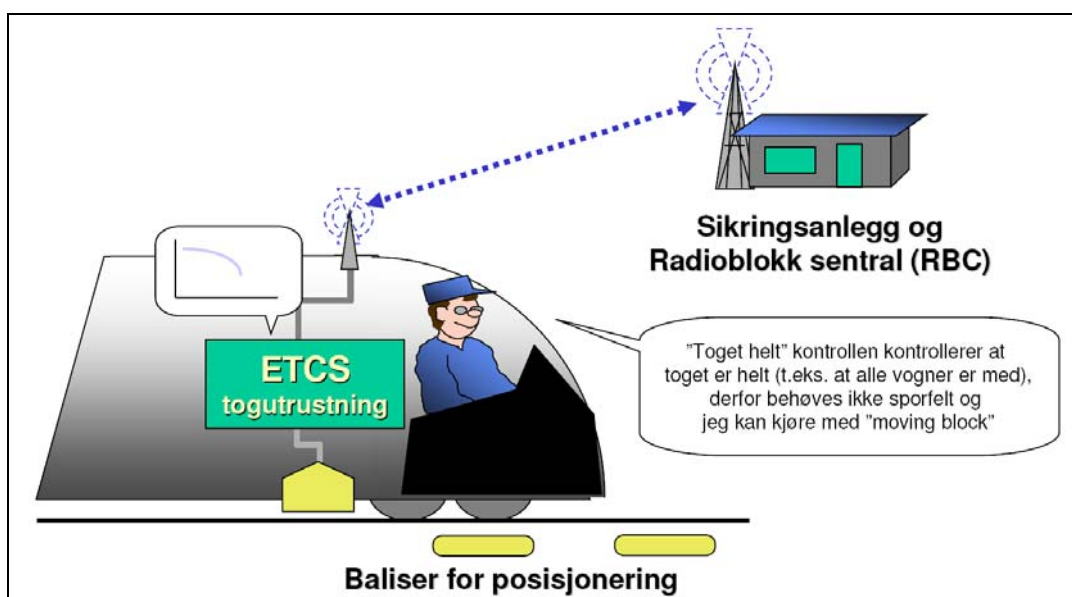
Figur 17: ETCS limited supervision

7.2.10I: ERTMS Regional

ERTMS Regional kan være en kostnadseffektiv løsning for baner med lav trafikk. GSM-R benyttes for overføring av ordre/status til/fra objekt kontrollene (som styrer sporveksler etc.) langs sporet. Sentrale delsystemer (som radioblokkentral, sikringsanlegg og fjernstyring) er integrert. Funksjonelt er det ikke så stor forskjell på Regional og ERTMS nivå 3, men sikkerhetsnivået (Safety Integrity Level⁴) er lavere. Togintegriteten ivaretas av manuelle prosedyrer eller av ikke standardiserte systemer.

Systemet kan være relevant på lavtrafikkerte strekninger.

Løsningen er ikke ferdig utviklet, derfor er ikke systemkravspesifikasjonene tilgjengelige som åpne standardiserte spesifikasjoner. Det er Banverket som i samarbeid med UIC og Bombardier som leverandør arbeider med å utvikle konseptet. Første system skal være tilgjengelig i 2010.



Figur 18: ERTMS regional

7.3 Første evaluering og siling av konseptene

En detaljert gjennomgang og vurdering av konsepter foretas i kapittel 8. Forut for denne gjennomgangen, skal de alternative konseptene siles. Konsepter som ikke innfrir de absolutte kravene skal ikke vurderes videre i kapittel 8.

Konseptene skal oppfylle de absolutte kravene som er vist i kapittel 6:

Absolutte krav:

- Signalsystemenes bidrag til infrastrukturens ytelse skal minst opprettholdes
- Sikkerhetsforskriften skal innfris
- Samtrafikkforskriften skal innfris

⁴ Safety Integrity Level angir teknisk sikkerhetsnivå i henhold til standarden EN 50126 der null er det laveste og fire det høyeste.

Konseptene som passerer denne grovsilingen vil bli evaluert og analysert i forhold til de øvrige kravene i kapittel 6. Denne evalueringen er vist i kapittel 8.

7.3.1 A: Redusere jernbanenettet

Samtrafikkforskriften pålegger Jernbaneverket å innføre ERTMS når større forbedringer og fornyelse av signalsystem skal gjennomføres. Ved verdibevarende og forebyggende vedlikehold, i hovedsak på enkeltkomponenter, samt feilretting slår ikke pålegget om ERTMS/ETCS inn (jf. juridisk vurdering i kapittel 2). Driften på jernbanenettet kan derfor opprettholdes uten innføring så lenge det ikke er behov for større utskiftinger, fornyelser eller nyinvestering av signalsystemene.

Alternativet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges ettersom strekninger med for lav sikkerhet legges ned. Det kommer også forbi kravet om samtrafikkvegne, ettersom det ikke gjøres større endringer i infrastrukturen som medfører at samtrafikkforskriften treer inn. Krav om ytelse oppnås ikke, siden infrastrukturen reduseres.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8.

7.3.2 B: Redusere krav til signalsystemet og akseptere en høyere feilprosent

Alternativet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges, fordi signalsystemene er designet slik at enkeltfeil identifiseres og medfører at anlegget går over i en mer restriktiv (sikker) tilstand. Kravet om samtrafikkvegne kommer ikke til anvendelse ettersom det ikke gjøres større endringer i infrastrukturen. Fordi opptiden går ned passerer ikke konseptet krav til ytelse.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8.

7.3.3 C: Forny signalsystemene uten å endre funksjonalitet (0+)

Alternativet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges, ettersom sikkerhetsnivået ikke endres. Kravet om samtrafikkvegne i samtrafikkforskriften kommer til anvendelse ettersom konseptet innebærer omfattende fornyelse. Samtrafikkforskriften krever ved fornyelse at ERTMS/ETCS innføres. Kravet til ytelse oppnås ettersom opptiden opprettholdes.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8. Samtrafikkforskriften innfris ikke.

7.3.4 D: Bygge ut nytt system uten ERTMS

Dette alternative konseptet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges ettersom det bygges nytt og sikkerhetsforskriften skal følges ved nybygging. Kravet om samtrafikkvegne kommer til anvendelse ettersom det gjøres større endringer i infrastrukturen. Samtrafikkforskriften krever ved nybygging at ERTMS innføres. Kravet til ytelse oppnås ettersom det bygges nytt og gamle komponenter erstattes av nye. Fornyelse av jernbanens signalanlegg basert på dette konseptet ble kostnadsberegnet i signalstrategien, og kom dyrere ut enn ERTMS nivå 2.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8. Samtrafikkforskriften følges ikke.

7.3.5 E: ETCS nivå 1

Dette alternative konseptet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges ettersom det bygges nytt og sikkerhetsforskriften skal følges ved nybygging. Kravet om samtrafikkvegne kommer til anvendelse ettersom det gjøres større endringer i infrastrukturen. Samtrafikkforskriften krever ved nybygging at ERTMS/ETCS innføres. Kravet til ytelse oppnås ettersom det bygges nytt og gamle komponenter erstattes av nye.

Alternativet videre til evaluering i kapittel 8 fordi ERTMS innføres og samtrafikkforskriften følges.

7.3.6 F: ERTMS nivå 2

Dette alternativet vil på lik linje med ETCS nivå 1 (Alt. F) passere de absolutte kravene.

Alternativet videre til evaluering i kapittel 8.

7.3.7 G: ERTMS nivå 3

Dette alternativet vil for på lik linje med ETCS nivå 1 (Alt. F) og ERTMS nivå 2 (Alt. G) passere de absolutte kravene.

ERTMS nivå 3 forventes ikke å være kommersielt tilgjengelig før ca. 2025 og vil da kunne være et aktuelt konsept for Jernbanelivet. ERTMS nivå 2 kan oppgraderes til dette nivået., og en utbygging av ERTMS nivå 2 vil dermed ikke være et hinder for en senere oppgradering. Konseptet inneholder foreløpig ikke en standardisert løsning for togintegritet. På grunn av disse momentene er det ikke et reelt valgbart konsept og mulig å analysere konseptet økonomisk i denne konseptvalgutredningen. Vi velger derfor å ikke ta dette alternativet med videre.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8. ERTMS nivå 3 er ikke utviklet og kommersielt tilgjengelig og dermed ikke et reelt valgbart konsept.

7.3.8 H: ETCS limited supervision

Dette alternative konseptet passerer ikke absolutt krav om at sikkerhetsforskriften følges fordi det i § 12-6 kreves FATC. Kravet om samtrafikkveier kommer til anvendelse ettersom det gjøres større endringer i infrastrukturen. Samtrafikkforskriften innfris ettersom det er ERTMS/ETCS som innføres. Kravet til ytelse oppnås ettersom det bygges nytt etter gjeldende bestemmelser.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8. Alternativet bryter sikkerhetsforskriften.

7.3.9 I: ERTMS Regional

Dette alternative konseptet passerer absolutt krav om at sikkerhetsforskriften skal følges ettersom det bygges nytt og sikkerhetsforskriften skal følges ved nybygging. Basert på foreliggende informasjon så langt er krav til sikkerhet antakeligvis lavere enn sikkerhetsforskriftens krav til sikkerhet. Kravet om samtrafikkveier kommer til anvendelse ettersom det gjøres større endringer i infrastrukturen. Samtrafikkforskriften krever ved nybygging at ERTMS innføres. Kravet til ytelse oppnås ikke. Det er kun på svært få baner at dette konseptet kan anvendes.

Alternativet ikke videre til evaluering i kapittel 8.

7.4 Oppsummering av siling

En oppsummering er gitt i tabellen under.

Konsept	Passerer siling	Bidrag til ytelse opprettholdes	Sikkerhetsforskriften innfris	Samtrafikkforskriften innfris
A: Redusere Jernbanenettet	Nei	0	X	X
B: Redusere krav til signalsystemet og akseptere en høyere feilprosent eller mer nedetid	Nei	0	X	X
C: Fornye uten å endre ytelse og funksjonalitet	Nei	X	X	0
D: Bygge nytt system uten ERTMS	Nei	X	X	0
E: ETCS nivå 1	Ja	X	X	X
F: ERTMS nivå 2	Ja	X	X	X
G: ERTMS nivå 3	Nei	X	X	X
H: ETCS limited supervision	Nei	X	0	X
I: ERTMS Regional	Nei	0	X	X

Tabell 5: Oppsummering av siling

Konseptene E og F går videre til evalueringen i kapittel 8

8. Konseptanalyse

8.1 Innledning

Alle de alternative konseptene (A-I) ble i foregående kapittel silt mot de absolutte kravene. De tre konseptene som kom gjennom silingen blir vurdert videre i dette kapitlet. To av de tre konseptene blir analysert i den forenklete samfunnsøkonomiske analysen. Videre undersøkes de tre ulike konseptenes kravoppnåelse i forhold til viktige krav og andre krav slik som de er definert i kapittel 6.

Til slutt i dette kapitlet er det en anbefaling av konsept for videre arbeid med investeringer og fornyelser av Jernbaneverkets signalsystem.

8.2 Forenklet samfunnsøkonomisk sammenstilling av konseptene

Det er gjort en samfunnsøkonomisk nyttekostnadsanalyse for ERTMS nivå 1 og nivå 2. Alle prissatte konsekvenser er neddiskontert til beregningsåret 2014 med en kalkulasjonsrente på 4,5 %. Alle verdier er i 2008-kr.

Analysen omfatter følgende prissatte elementer, strukturert etter hvilke aktører/grupper som påvirkes:

Aktør/gruppe	Prissatt konsekvens
Trafikanter	<ul style="list-style-type: none">• Forsinkelseskostnader
Trafikkutøvere	<ul style="list-style-type: none">• Ombordutrustning investering
Offentlige organer	<ul style="list-style-type: none">• Investeringer infrastruktur• Vedlikeholdskostnader• Indirekte idriftsettelseskostnader• Opplæring• Trafikkekspeditor-bemannning• Restverdi• Skattekostnader

Tabell 6: Fordeling prissatte konsekvenser på aktører

Enkelte virkninger av å innføre ERTMS er ikke prissatt. Blant annet gjelder dette:

- Trafikkvekst som følge av forbedret punktlighet
- Muligheter for redusert kjøretid og/eller økt togtilbud som følge av økt kapasitet
- Sikkerhet
- Samtrafikkevne
- Miljø

8.2.1 Forutsetninger

Det forutsettes i alternativ 0 at levetiden på dagens signalanlegg kan strekkes mye lenger enn det man tidligere har sett for seg. Det er ikke lagt inn noen investeringer i nye signalsystemer i beregningsperioden.

Jernbaneverket har gjort en kostnadsvurdering av ERTMS erfaringsstrekningen (feb. 2009). Dette kostnadsoverslaget er noe høyere enn budsjettprisene i signalstrategien. Dette kan skyldes et vesentlig mindre anskaffelsesvolum, det er imidlertid usikkert hvordan dette påvirker prisene. Banverket i Sverige og BaneDanmark har gjennomført kostnadsoverslag for respektive forvaltningers jernbanenett. Forskjellige beregningsmodeller gjør det vanskelig å sammenligne priser med disse. Investeringskostnader i ERTMS-alternativene er derfor basert på budsjettpriser som ble innhentet fra leverandørene i forbindelse med signalstrategien i 2004[2], og usikkerhetsanalysen til ERTMS implementeringsplan fra 2007. I denne konseptvalg-utredningen er flere kostnadselementer tatt med, som akseltellere, drivmaskiner, føringsveier, strømforsyning og fjernstyring. Samlet kostnad for hele landet er estimert til 17,9 milliarder kroner for ERTMS nivå 2.

Forsinkelsestimer registrert med årsak signal i 2007 danner utgangspunkt for beregning av forsinkelseskostnader, i tillegg er det tatt hensyn til følgeforsinkelser og del- og helinnstilte avganger. Dersom man ikke investerer i ERTMS, forutsettes en viss økning i forsinkelsestimer med tiden. Ved innføring av ERTMS nivå 1 og nivå 2 forutsettes en reduksjon på forsinkelsestimer på henholdsvis 54 og 62 %. Gevinsten er forutsatt å tilfalle trafikantene.

Ombordutrustning for ERTMS er i gjennomsnitt forutsatt å koste 1 120 000 kroner per tog. Med 600 tog gir dette en total kostnad på 672 millioner kroner.

For øvrig vises til omtalen av de enkelte nytte- og kostnadselementene i vedlegg 1.

8.2.2 Resultater

Tabellen nedenfor oppsummerer hovedtallene fra nyttekostnadsanalysen. Alle tall er i millioner 2008-kr, neddiskontert til 2014 og eksklusiv mva. Tallene viser differanse i forhold til referansealternativet (Alternativ 0). Positive tall angir høyere nytte eller lavere kostnader enn referansealternativet.

MNOK 2008-kr	ETCS nivå 1	ERTMS nivå 2
Trafikantnytte	1 027	1 110
Trafikkoperatører	-349	-362
Offentlig nytte	3 059	3 506
Restverdi	4 606	3 897
Brutto nytte	8 343	8 151
Investeringer	-14 740	-12 467
Netto nytte eks. skattekostnader	-6 397	-4 316
Skattekostnader	-2 335	-1 792
Netto nytte	-8 732	-6 108

Tabell 7: Oppsummering beregninger

ETCS nivå 1 gir negativ nytte på 8,7 milliarder kr i forhold til referansealternativet. Økt trafikantnytte som følge av bedret punktlighet og lavere vedlikeholdskostnader for det offentlige monner lite i forhold til den høye investeringskostnaden.

ERTMS nivå 2 gir en negativ netto nytte på 6,1 milliarder kr. ERTMS nivå 2 er likevel klart bedre enn ETCS nivå 1 først og fremst som følge av lavere investeringskostnader.

8.2.3 Følsomhetsberegning

Nytten som er vist i foregående kapittel er basert på et sett av forutsetninger med varierende grad av usikkerhet. Følsomheten for endringer i de mest sentrale parametere er beregnet for å se om det er mulig å oppnå positiv netto nytte. Alle beregningene er gjort for ERTMS nivå 2 og viser nytte i forhold til referansealternativet.

MNOK	Endring	ERTMS nivå 2
Hovedberegning		-6 108
Utvikling vedlikeholds- og forsinkelseskostnader	Fra "Sannsynlig" til "Verste fall"	-458
Investeringskostnader	-30 %	-2 789
Kalkulasjonsrente	Fra 4,5 % til 3,5 %	-5 415
Implementering forskjøvet 5 år fram		-3 179
Implementeringsperiode 25 år		-3 965
Implementering forskjøvet 5 år fram + redusert investeringskostnader	-30 %	-982
Implementering forskjøvet 5 år fram + Utvikling vedlikehold og feil	"Verste fall"	2 471

Tabell 8: Følsomhetsanalyse

Dersom utvikling av forsinkelser og vedlikeholdskostnader følger "verste fall"- scenariet viser beregningene bare 500 mill i negativ nytte. Man får da omtrent like mye igjen som man investerer.

Utsatt implementering og implementering over en lengre periode slår veldig positivt ut i beregningene og øker nåverdien med 2 til 3 milliarder.

Forsinket implementering og forsinkelses- og vedlikeholdsutvikling ihht. "verste fall"- scenariet gir positiv nåverdi på 3,5 milliarder, og en netto nåverdi per budsjettkrone på 0,75.

8.2.4 Vurdering av resultatene

Når det gjelder valg av konsept, så er det liten tvil om at ERTMS nivå 2 er overlegen i forhold til ETCS nivå 1. ERTMS nivå 2 kommer klart best ut både for de prissatte konsekvenser, og for ikke prissatte konsekvenser.

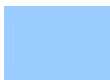

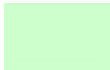
I disse beregningene forutsettes det at man kan leve med dagens sikringsanlegg i lang tid framover, med en viss økning i vedlikeholdskostnader med tiden. Dette utgangspunktet gir samfunnsøkonomisk ulønnsomhet for en implementering av ERTMS fra 2015. Beregningene antyder at man bør strekke levetiden på dagens anlegg, og vente med implementering av ERTMS.

Det er viktig å sørge for en fleksibilitet som gjør at man kan implementere ERTMS til andre tidspunkt i en annen rekkefølge enn det som implementeringsplanen tilsier. Andre teknologiske konsepter, som ERTMS regional og ERTMS Nivå 3, må også vurderes etter hvert som erfaringene og tilgjengelig informasjon øker.

Kapasitet, sikkerhet, miljø og samtrafikkevne er ikke prissatt i analysen og kan tillegges noe vekt i en vurdering. Her er det spesielt kapasitet som kan gi en gevinst på noen strekninger. Mulig kapasitetsgevinst bør inngå som et evalueringskriterium når man skal evaluere rekkefølge for implementering.

8.3 Vurdering av de alternative konseptenes kravoppnåelse

I tabellene nedenfor er det nyttet fargekoder for å skille kravoppfyllelse:

	Delvis oppfylt eller ikke mulig å evaluere
	Ikke oppfylt
	Oppfylt

8.3.1 0-alternativet

Viktige krav:	Vurdering:
Sikkerhet: Alle anlegg skal kunne håndtere alle krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk	OK i henhold til teknisk regelverk og sikkerhetsforskriften på eksisterende anlegg. Hvis det bygges nytt oppfylles ikke lenger sikkerhetsforskriften.
Sikkerhet: Kompetanse til å drifte systemet er tilgjengelig	Kompetanse knyttet til å drifte dagens ATC og reléanlegg vil være utfordrende å skaffe på sikt.
Kapasitet: Signalsystemene skal gi en optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor	Nei. Gir ikke optimal kapasitetsutnyttelse.
Oppetid: Signalsystemene skal bidra til at jernbanens oppetid bedres	Nei. Oppetiden vil gå ned på grunn av økt alder.
Kostnadseffektivitet og samtrafikkevne: Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning	Ikke relevant siden dette er dagens løsning.
Kostnadseffektivitet og samtrafikkevne: Teknisk og operasjonell interoperabilitet	Nei. Ingen interoperabilitet i henhold til samtrafikkforskriften.
Kostnadseffektivitet og samtrafikkevne : Det skal velges kjent og etablert teknologi i henhold til internasjonale standarder	Dagens relésikringsanlegg er kjent teknologi, men er ikke bygget i henhold til internasjonale standarder.
Andre krav:	Vurdering:
Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon.	Dagens system kan bare i begrenset grad gi sanntidsinformasjon
Implementeringen skal være miljøvennlig.	Dagens system antas å være miljøvennlig, øvrige nye komponenter er ikke nødvendig.

Tabell 9: 0-alternativet- vurdering av kravoppnåelse

0-alternativet vurderes her for å vise forskjellene mellom dagens situasjon og de alternative konseptene.

Oppetiden på signalsystemene vil etter hvert gå ned der det ikke bygges nytt eller blir vesentlig ombygd. Det er vanskelig å anslå feilutviklingen på dagens systemer. 0-alternativet tilfredsstiller eksisterende forskrifter så lange det ikke gjøres større endringer. Før eller senere vil et investeringsprosjekt utløse kravene i samtrafikkforskriften og i sikkerhetsforskriften. Det betyr at den aktuelle strekningen må bygges ut med ERTMS/ETCS og øvrige krav i forskriftene må følges. Interoperabilitet oppnås på disse strekningene. Punktvis utbygging av ERTMS fører til ulike signalsystem og differensiering i operasjonelle regler. Vi får altså relativt korte strekninger med ERTMS - noe som igjen gir et uheldig driftsmønster.

Vedlikeholdskostnadene vil på et tidspunkt bli så store at en nyinvestering vil være mest lønnsomt. Tilgang på kompetanse og reservedeler er relativt begrenset allerede i dag og vil bli en betydelig utfordring framover.

8.3.2 E: ETCS nivå 1

Viktige krav:	Vurdering:
Sikkerhet: Alle anlegg skal kunne håndtere alle krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk	Konseptet forutsetter at alle komponenter skiftes og at det bygges etter de nyeste kravene
Sikkerhet: Kompetanse til å drifte systemet er tilgjengelig	Ja, systemet er basert på moderne teknologi.
Kapasitet: Signalsystemene skal gi en optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor	Full redesign av sikringsanleggene muliggjør optimalisering av blokk lengder.
Oppetid: Signalsystemene skal bidra til at jernbanens oppetid bedres	Design etter de nyeste kravene vil gi en bedre oppetid.
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning	Det gjøres en investering på utvendig anlegg
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Teknisk og operasjonell interoperabilitet	Ikke operasjonell interoperabilitet
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Det skal velges kjent og etablert teknologi i henhold til internasjonale standarder	Ja
Andre krav:	Vurdering:
Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon.	Dagens system kan bare i begrenset grad gi sanntidsinformasjon
Implementeringen skal være miljøvennlig.	Flere utvendige komponenter som belaster miljøet, (graving/materiell)

Tabell 10: ETCS nivå 1 – vurdering av kravoppnåelse

Konseptet forutsetter at både utvendige og innvendige komponenter i signalsystemet skiftes på grunn av aldrende anlegg. Når alt byttes vil nye systemer kunne designes i henhold til de nyeste kravene. Oppetiden vil bli vesentlig bedre enn i dag. Moderne systemer kan testes i laboratorium før det overføres til den aktuelle installasjonen. Dette gjør det mulig å ha kort utetid på signalanleggene i forbindelse med ombygging.

Konseptet gir høye investeringskostnader. Omfanget av utvendige komponenter blir større enn for eksisterende systemer siden ETCS nivå 1 må bygges slik at det gir full hastighetsovervåking. Konseptet benytter ikke GSM-R som kommunikasjonsbærer. Selv med store investeringer vil man ikke få vesentlig høyere funksjonalitet enn i eksisterende systemer. Konseptet gir ikke operasjonell interoperabilitet. Kapasitetsutnyttelsen av tilgjengelig spor kan optimaliseres ved

bygging av nytt signalanlegg. Det forventes at moderne systemer vil gi betydelig bedret tilgang på kompetanse - på et annet vis enn hva som er tilfelle med dagens nasjonale systemer.

Konseptet kan egne seg i kombinasjon med et annet konsept. Nivå 1 kan fungere som levetidsforlengende tiltak på eksisterende systemer eller der det operasjonelt blir utfordrende med andre konsepter.

8.3.3 F: ERTMS nivå 2

Viktige krav:	Vurdering:
Sikkerhet: Alle anlegg skal kunne håndtere alle krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk	Ja. Full redesign ved å bytte hele systemet i henhold til sikkerhetsforskriften og teknisk regelverk.
Sikkerhet: Kompetanse til å drifte systemet er tilgjengelig	Ja
Kapasitet: Signalsystemene skal gi en optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor	Muligheter for høyere kapasitetsutnyttelse – særlig på dobbeltspor
Oppetid: Signalsystemene skal bidra til at jernbanens oppetid bedres	Med færre komponenter blir påliteligheten bedre - oppetiden øker
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning	GSM-R er bygget ut og vil kunne utnyttes bedre. Betydelig færre utvendige komponenter enn foregående alternativer. Aldrende sikringsanlegg blir byttet samtidig.
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Teknisk og operasjonell interoperabilitet	Ja
Kostnadseffektivitet og samtrafikkvegne: Det skal velges kjent og etablert teknologi i henhold til internasjonale standarder	Konseptet tilrettelegger for full teknisk og operasjonell interoperabilitet. TSI med underliggende dokumenter omfatter ikke alle funksjoner som anses dekkende for enkeltsporet drift med planoverganger etc. Ny versjon SRS 3.0.0 skal være tilgjengelig 2012
Andre krav:	Vurdering:
Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon.	Ja
Implementeringen skal være miljøvennlig.	Et lavere antall komponenter (enn nivå 1) som belaster miljøet, (graving/materiell).

Tabell 11: ERTMS nivå 2 – vurdering av kravoppnåelse

Konseptet forutsetter at både utvendige og innvendige komponenter i signalsystemet skiftes ut på grunn av aldrende anlegg og på grunn av teknologiforskjellen. Når alt byttes vil nye systemer kunne designes i henhold til de gjeldende krav, herunder prosessstandardEN 50126. Oppetiden vil bli vesentlig bedre enn i dag. Dette forutsetter tilstrekkelig tilgjengelighet på GSM-R-nettet, og godt håndverk i design av øvrig kommunikasjonsløsning og system. Konseptet gir mulighet for lav utetid ved ombygging eller nybygging. Færre utvendige komponenter og utskifting av togdeteksjonssystem og sporvekseldrivmaskiner vil også virke positivt på oppetiden.

Konseptet gir lavere investeringskostnader enn nivå 1 fordi det innebærer færre installasjoner i sporet. Kapasitetsutnyttelsen kan økes på dobbeltspor.

En forholdsvis lang strekning må bygges med dette konseptet for at den operasjonelle interoperabiliteten skal få effekt. Det er vanskelig å opprettholde sikkerheten ved å ha korte strekninger med driftsmønster ulikt resten av nettet.

Konseptet fremstår som prøvet, men er samtidig under fortsatt internasjonal utvikling. Dette gjelder både spesifikasjonene og de tekniske løsningene. Når den norske erfaringsstrekningen på

Østre linje er ferdig bygd må man anta at standarden er langt mer moden. Det er en fordel at utviklingen skjer strukturert og kontrollert av et felleseuropeisk organ (ERA). Løsningene blir standardiserte, og leverandørmarkedet blir stort.

8.4 Sammenstilling

Viktige krav:		Konsept		
		0	Nivå 1	Nivå 2
Sikkerhet:	<ul style="list-style-type: none"> Alle anlegg skal kunne håndtere alle krav i sikkerhetsforskriften og relevante krav i teknisk regelverk. 	0	+	+
Sikkerhet:	<ul style="list-style-type: none"> Kompetanse til å drifte systemet er tilgjengelig 	0	+	+
Kapasitet:	<ul style="list-style-type: none"> Signalsystemene skal gi en optimal kapasitetsutnyttelse i forhold til tilgjengelig spor. 	-	+	+
Oppetid:	<ul style="list-style-type: none"> Signalsystemene skal bidra til at jernbanens oppetid bedres. 	-	+	+
Kostnads-effektivitet og samtrafikkevne:	<ul style="list-style-type: none"> Valgt løsning skal være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning. 	0	0	+
Kostnads-effektivitet og samtrafikkevne:	<ul style="list-style-type: none"> Teknisk og operasjonell interoperabilitet. 	-	-	+
Kostnads-effektivitet og samtrafikkevne:	<ul style="list-style-type: none"> Det skal velges kjent og etablert teknologi iht. internasjonale standarder. 	0	+	+
Andre krav:				
	<ul style="list-style-type: none"> Systemet skal gi tilgang til sanntidsinformasjon. 	-	-	+
	<ul style="list-style-type: none"> Implementeringen skal være miljøvennlig. 	+	-	+

Tabell 12: Sammenstilling av alternativer

9. **Anbefaling og videre arbeid**

Etterskrift mai 2010:

Oppsummering, anbefaling og videre arbeid er drøftet med Samferdselsdepartementet. Det er besluttet at det ikke er behov for å behandle KVVU for ERTMS/ETCS (KVVU for teknologivalg) videre i en KS1-prosess. KVVUens anbefalinger om en overgang til ERTMS/ETCS er i tråd med Samferdselsdepartementets og Statens jernbanetilsyns vurderinger av handlingsrommet for valg av teknologisk plattform for fremtidens signalanlegg.

Videre er det besluttet at det skal utarbeides en KVVU for overgang til ny teknologisk plattform (ERTMS/ETCS). KVVUen for teknologivalg (foreliggende KVVU) vil være et viktig forarbeid for dette arbeidet.

Definisjoner og forkortelser

Arbeidsverksted	Workshop. Et verktøy for arbeid i mindre eller større grupper
ATC	Automatic Train Control. Jernbaneverkets hastighetsovervåkingssystem. Griper inn via togets bremsesystem dersom lokomotivfører ikke følger anvisninger fra signaler/hastighetsskilt.
ATP	Automatic Train Protection. Annet begrep på ATC
Baliser	Den tekniske ETCS/ATC-komponent i skinnegangen som overfører informasjon til ETCS/ATC-utrustningen på toget.
Blokkstrekning	Strekning som er avgrenset av to nabostasjoner, to naboblokkposter eller en stasjon og en naboblokkpost på strekning med fjernstyring. På strekning uten fjernstyring er blokkstrekningen avgrenset av de to nærmeste stasjonene som er betjent
Cab signalering	Signalering til lokomotivfører via et førerromspanel. Dette gir blant annet informasjon om kjørtillatelse, tillatt hastighet og stoppunkt
CR-TSI CCS	Technical specification for interoperability relating to the control-command and signalling subsystem of the trans-European conventional rail system
CR-TSI OPE	Technical specification of interoperability relating to the subsystem 'Traffic Operation and Management' of the trans-European conventional rail system
DATC	Delvis utrustet ATC-strekning. Overvåker hovedsakelig togs passasje av signaler. Fortrinnsvis en varslings- og uhellskonsekvensreducerende systemvariant.
DSI-reléer	Reléer fra dansk signalindustri
Ebicab 700	Produktnavnet på ATC systemet som blant andre benyttes i Norge
EN50126	European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC, har produsert mange standarder. En av dem er EN 50126 og har tittelen: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
ERA	European Railway Agency
ERTMS	European Rail Traffic Management System, et standardisert teknisk system for signalering og trafikkstyring. ERTMS = ETCS + GSM-R
ERTMS nivå 2-system	Signalsystem som inkluderer ERTMS nivå 2 og sikringsanlegg.
ETCS	European Train Control System. Standardisert europeisk togkontrollsystem.
EU	European union
EØS	Europeisk økonomisk samarbeid
FATC	Fullstendig utrustet ATC – strekning. Overvåker alle hastighetsbegrensninger i infrastrukturen. Anses som en god barriere mot lokomotivførers feilhandlinger, forutsatt at toget har bestemte bremseegenskaper.
FD	Finansdepartementet

Fjernstyring	System som styrer sikringsanlegg på stasjoner og strekninger (setter togveier og stiller signaler). Fjernstyringssystemet er tilknyttet en sentral der trafikken kan styres på flere strekninger.
GSM-R	Global System for Mobile communications – Rail. Radiosystem som i ERTMS – sammenheng anvendes til overføring av informasjon som hastighet og signalering
Infrastrukturforvalter	Ethvert organ eller foretak som er ansvarlig særlig for å opprette og vedlikeholde jernbaneinfrastrukturen eller deler av denne som angitt i direktiv 91/449/EØF artikkel 3; dette kan også omfatte forvaltning av kontroll- og sikkerhetssystemer for infrastrukturen. Infrastrukturforvalters oppgaver på et nett eller en del av et nett kan tildeles forskjellige organer eller foretak,
Interoperabilitet	Samtrafikkevne
JBV	Jernbaneverket
Jernbaneforetak	Ethvert offentlig eller privat foretak hvis hovedvirksomhet er transport av gods og/eller passasjerer med jernbane, der foretaket forplikter seg til å sørge for trekkraften, herunder foretak som bare sørger for trekkraften,
Jernbanevirksomhet	Virksomhet som driver gods- og persontransport, infrastruktur og/eller trafikkstyring,
KS1	Kvalitetssikring 1
KVU	Konseptvalgutredning
LED	Light Emitting Diode. Lysende dioder her satt sammen i matriser for optisk signalgiving for tog. Kan benyttes isteden for lypærer i signaler.
LEU	Lineside Electronic Unit, en komponent som avkjenner lampestrøm og overfører varierende signalinformasjon til baliser i sporet
NHO	Næringslivets hovedorganisasjon
Linjeblokk	Den delen av signalanlegget som på strekning med fjernstyring sikrer at det bare kan vises kjørsignal til en blokkstrekning for ett tog om gangen. Linjeblokken kan være integrert i sikringsanlegget
NTP	Nasjonal transportplan
Omformerstasjoner	Transformatorstasjoner som omformer frekvens og spenning i det konvensjonelle strømmettet til jernbanens frekvens og spenning (på kontaktledningsnettet)
Overbygning	Pukk, sviller og skinner
Parallellkodere	En komponent som omformer lampestrøm til et parallelt digitalt format som overføres til ATC-balisene i sporet (styrte baliser)
PLS	Programmerbar logisk styring (PLS) (på engelsk: Programmable logic controller (PLC)) er en datamaskin som brukes i industrien for å automatisere oppgaver som produksjon og kontroll av for eksempel nivåer i siloer/tanker. PLSen har tatt over oppgavene som hundrevis eller tusenvis av reléer gjorde i industrien før og kan programmeres til å gjøre det samme.

RBC	Radio Block Centre. En enhet som jobber sammen med sikringsanlegget for å kontrollere togbevegelse. Mottar stedsinformasjon via radio fra tog og sender movement authority via radio til tog.
Rådegrav	Område mellom to sviller i en sporveksel der ballastlaget er fjernet for å gi plass til drivanordningen.
Samtrafikkvevne	Jernbanens samlede evne til å fremføre tog over landegrensene
SD	Samferdselsdepartementet
Signalanlegg	Felles betegnelse for fjernstyring, sikringsanlegg og hastighetsovervåkningssystem
Sikringsanlegg	Det tekniske system som sikrer at kjøretillatelse bare gis dersom bestemte krav er oppfylt.
SINTEF	Skandinavias største uavhengige forskningsorganisasjon (Historisk: Selskapet for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole)
SIS	Sanntidsinformasjonssystem som kan gi informasjon om blant annet togets posisjon, hastighet og egenskaper.
SJT	Statens jernbanetilsyn
Skjøteløse sporfelt	Sporavsnitt med elektrisk skjøt. Togdeteksjonsløsning hvor de enkelte sporavsnitt kan skilles fra hverandre uten fysisk brudd i skinnegangen.
Sporfelt	En elektrisk krets hvor skinnene i en seksjon av sporet er en del av kretsen, vanligvis med strømkilde tilkopleet i den ene enden og et sporfeltrelè i den andre.
Sporvekselvarme	Oppvarming av sporveksler slik at disse ikke skal påvirkes av is eller snø.
STM	Specific Transmission Module. Enhet plassert om bord i toget som "oversetter" informasjon fra nasjonale systemer i infrastrukturen (f.eks. ATC-balisering) til ETCS informasjon.
TEN	Trans European Network. Er jernbanestrekninger som i EØS avtalen er definert som en del av det Europeiske jernbanenettet.
Togleder	Person som styrer trafikken sentralt fra en fjernstyringssentral. Fra sentralen kan flere strekninger fjernstyres.
TSI	Tekniske Spesifikasjoner for Interoperabilitet (samtrafikkvevne), tekniske løsninger som skal sikre at de vesentlige interoperabilitetskrav oppfylles.
TXP	Togekspeditør (Txp) er den som har ansvaret for å overvåke og sikre togfremføringen på egen betjent stasjon og tilgrensende blokstrekninger.
TØI	Transportøkonomisk institutt
UIC	Den internasjonale jernbaneunionen
Underbygning	Grunnlaget som pukk, sviller og skinner legges på. Inneholder drenering, føringsveier, fundamenter og bærelag.
UNISIG	En sammenslutning av 6 store signalleverandører i Europa: Alstom Transport, Ansaldo STS, Bombardier Transportation, Invensys Rail Group, Siemens TS and Thales.

Vedlegg

1. Samfunnsøkonomisk analyse

Referanseliste

Ref.	Dokument	Dato
[1]	Utredning av Jernbaneverkets behov for vedlikehold og fornyelser 2007 – 2040 BSL Management Consultants GmbH & Co	15.12.2006
[2]	Jernbaneverkets signalstrategi. Revisjon 002.	09.05.2007
[3]	Teknisk regelverk JD5xx	01.04.2008
[4]	Forskrift 19. desember 2005 nr. 1621 om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsforskriften)	19.12.2005
[5]	Forskrift 10. april 2006 nr. 411 om samtrafikkevnen i det konvensjonelle jernbanesystemet (samtrafikkforskriften). Erstatter forskrift 5. februar 2003 nr. 137	10.04.2006
[6]	Prosesstandarden EN 50126	15.12.1999
[7]	ATC i Jernbaneverket – levetidsvurdering S.800185-00 versjon 000	23.06.2006
[8]	E-post fra Bombardier 2006 Svar på spørsmål levetid ATC produkter	2006
[9]	Oppsummering av prosess og resultater ved KS1 verksted Jernbaneverkets ERTMS- prosjekt	2008
[10]	Jernbaneverkets overordnede teknologiske strategi	November 2007
[11]	LCC-analyse von Gleisfreimelde-Einrichtungen", versjon 3.0	21.06.2002
[12]	Jernbaneverkets budsjett og virksomhetsprosess, rammer og føringer for 2009	13.05.2008
[13]	Jernbaneverkets miljøhåndbok	15.12.2006
[14]	Jernbaneverkets virksomhetsplan 2009	