

GSM-R i Jernbaneverket

**Effekt av investeringen med fokus på
sikkerhet**

Jernbaneverket
Biblioteket

Oslo, 28.11.2001

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	SAMMENDRAG	3
2	INNLEDNING	4
2.1	GENERELT	4
2.2	ARBEIDSGRUPPENS MANDAT	4
2.3	ARBEIDSGRUPPENS MEDLEMMER	4
3	DAGENS RADIOSYSTEMER I JERNBANEVERKET	5
4	KRAV TIL RADIO I JERNBANEVERKET	5
4.1	KRAVFORSKRIFTENS §5D	5
4.2	GSM-R SOM NYTT RADIOSYSTEM I JERNBANEVERKET	6
4.3	JERNBANEVERKETS FORPLIKTELSER PÅ GSM-R	7
5	RISIKOVURDERING AV GSM-R	7
6	SIKKERHETSMESSIG EFFEKT AV GSM-R INVESTERINGENE	8
6.1	SIKKERHETSINVESTINGER I JERNBANEVERKET	8
6.2	SIKKERHETSMESSIG VIRKNING AV GSM-R	8
6.3	ØKONOMISK VIRKNING AV GSM-R	11
6.4	DEN SAMLEDE VIRKNING AV GSM-R	11
7	SIKKERHETSMESSIG PRIORITERING AV GSM-R UTBYGGINGEN I JERNBANEVERKET	11

Bilag:

Bilag 1: Endringsanalyse ved innføring av GSM-R, HolteProsjekt.

Bilag 2: Analyse av mobile radio- og telefonsystemer, JBV.

1 Sammendrag

De sikkerhetsmessige analysene av GSM-R systemet viser helt klart at fullt utbygd og implementert GSM-R forbedrer sikkerheten i togframføringen. Dette gjelder både på strekninger som i dag er utstyrt med togradio og i enda høyere grad på strekninger som ikke har togradio. Forbedringen skyldes først og fremst følgende forhold:

- Brukerne får kun ett radiosystem å forholde seg til.
- Systemet bygges ut for å gi full radiomessig dekning.
- Systemet har høy tilgjengelighet.
- Systemet har betydelig bedre responstider, som blant annet gir kortere svartid på nødalarmer enn dagens togradiosystem.

Det har ikke vært mulig å foreta tallfestede virkningsberegninger for innføring av GSM-R i Jernbaneverket. På bakgrunn av dette er det ikke utført en prioritering av sikkerheten ved GSM-R sett opp mot andre investeringer i sikkerhet. Det er imidlertid foretatt en vurdering av sikkerhetseffekten ved de forskjellige tiltak opp mot mulige ulykkeshendelser/topphendelser i forbindelse med togframføring. Denne viser at den sikkerhetsmessige effekten av GSM-R investeringen er fullt på høyde med, eller større enn mange planlagte investeringer i sikkerhet.

Foruten den sikkerhetsmessige effekt, vil innføring av GSM-R ha følgende virkninger for Jernbaneverket:

- GSM-R gir betydelig økonomisk gevinst i form av lavere drifts- og vedlikeholdskostnader for Jernbaneverkets og trafikkutøvers radioanlegg.
- GSM-R kan generelt være en kommunikasjonsbærer for kontroll og styring av tekniske anlegg i Jernbaneverket som har betydning for sikkerheten. I tillegg vil trafikkutøver ha stor nytte av systemet til tjenester om bord på togene.

Den samlede virkningen av GSM-R med hensyn til sikkerhet, økonomi og som kommunikasjonsbærer for andre sikkerhetssystemer, tilsier at GSM-R må prioriteres for utbygging i kommende 4-års periode.

Rapporten omfatter også en prioritering av utbyggingen på de enkelte banestrekninger for å vurdere hvilke strekninger Jernbaneverket, av rene sikkerhetsmessige hensyn, først bør bygge ut. Som underlag for prioriteringen er det benyttet en analyse av mobile radio- og telefonsystemer i Jernbaneverket. Analysen følger vedlagt som bilag 2. Konklusjonen er at strekninger med dieseldrift først bygges ut da disse strekninger i dag ikke har togradio. De første strekningene som foreslås å bygges ut er strekninger på Nordlandsbanen. Kapittel 7 viser det utbyggingsprogram som ut fra disse vurderingene antas å være det mest optimale.

2 Innledning

2.1 Generelt

I brev til departementet av 29.06.01 har Jernbaneverket gitt svar på en del spørsmål om GSM-R som ble stilt av departementet i møte mellom departementet og Jernbaneverket den 07.06.01. Hovedspørsmålet var hvorfor Jernbaneverket ønsket å bygge GSM-R framfor å benytte det eksisterende offentlige GSM-system.

Departementet stilte også spørsmål om den sikkerhetsmessige effekten av investeringer i GSM-R i forhold til annen investering i sikkerhet i Jernbaneverket, og ba om en risikobasert vurdering av utbyggingen som sikret at Jernbaneverket først bygger ut de strekninger som gir størst økning i sikkerheten. Dette dokument besvarer de utestående spørsmål fra Samferdselsdepartementet.

Det ble videre nedsatt en arbeidsgruppe i Hovedkontoret for å foreta en risikobasert vurdering av GSM-R-utbyggingen som grunnlag for svar til departementet.

2.2 Arbeidsgruppens mandat

Arbeidsgruppens mandat er å foreta de vurderinger av GSM-R-utbyggingen som departementet etterspør. I samsvar med departementets spørsmål skal følgende vurderinger utføres:

- Vurdere den sikkerhetsmessige effekten av investeringer i GSM-R i forhold til annen investering i sikkerhet i Jernbaneverket.
- Foreta en risikobasert vurdering av GSM-R-utbyggingen som sikret at Jernbaneverket først bygger ut de strekninger som gir størst økning i sikkerheten.

2.3 Arbeidsgruppens medlemmer

Arbeidsgruppen har hatt følgende sammensetning:

Kjetil Gjønnes	JS
Per Pedersen	JRP
Terje Eidsmoen	JFBP
Børre Kristiansen	JBST
Sigmund Fallang	JBST
Odd Erik Olsen	JBST

3 Dagens radiosystemer i Jernbaneverket

For å få et helhetsbilde av situasjonen er det i det etterfølgende listet opp eksisterende radiosystemer i Jernbaneverket og tilhørende bruker- og sikkerhetsfunksjoner:

Radiosystemer	Brukerfunksjon	Sikkerhetsfunksjon
Togradio med posisjonskontroll.	Samband mellom tog og togledelse for framføring av tog.	Ordre om forbi kjøring av rødt lys når signalanlegget er ute av drift. Nødstopppordre/nødmelding i kritisk situasjon.
Vedlikeholdsradio.	Hjelpemiddel for vedlikeholdspersonalet langs sporet.	Ingen sikkerhetskritiske funksjoner for togframføringen, men varsling til personalet om toggangen.
Skifteradio.	Ordregiving mellom skifteleder og skiftelokomotiv under skifting på en skiftestasjon.	Ordregivning må være sikker. Sikkerheten ligger i kontroll med at sambandet er operativt.
Stasjonsradio.	Kommunikasjon mellom lokomotiv og togekspeditør.	Ingen sikkerhetskritiske funksjoner for togframføringen.
Konduktørradio	Kommunikasjon mellom lokfører og konduktør.	Det gis sikkerhetsmelding til lokfører om avgang.

Ovennevnte systemer er i hovedsak installert på alle elektrifiserte hovedstrekninger med CTC/ATC. Alle systemer er analoge, og er både driftsmessig og teknologisk modne for utskifting. Togradiosystemet som i sin tid ble spesialutviklet for NSB/Jernbaneverket, er tatt ut av produksjon hos leverandør, og er dermed uaktuelt med videre utbygging av togradio.

4 Krav til radio i Jernbaneverket

4.1 Kravforskriftens §5d

I forskrift av 22. juli 1994 nr. 746 om krav til anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane med mer §5d, heter det:

"Trafikkledelsen skal ha velegnet utstyr for å overvåke trafikken samt kommunisere med togbetjening og stasjoner innen driftsområdet. Ved nødsituasjoner skal det være gjensidig mulighet for rask kontakt mellom togbetjening og trafikkledelse".

I dagens situasjon forutsetter Jernbaneverket at det kun er Jernbaneverkets togradiosystem som tilfredsstillende disse kravene fullt ut, både dekningsmessig og med mulighet for nødansrop begge veier. Dette togradiosystemet er kun

bygget ut på de elektrifiserte hovedstrekninger med CTC/ATC, ca 2500 banekilometer. På de øvrige strekningene er man radiomessig avhengig av den dekning som finnes i de offentlige mobiltelefonnettene (NMT/GSM), og ovennevnte kravforskrifters §5d tilfredsstilles derved ikke fullt ut.

En søknad er oversendt Statens jernbanetilsyn om tidsbegrenset dispensasjon fra kravforskriftens §5d på de banestrekninger som i dag ikke har togradio. Tidsbegrensningen er forutsatt til ferdig utbygget GSM-R i 2005. Nødvendig risikoanalyse er i denne forbindelse utarbeidet av Jernbaneverket og oversendt Statens jernbanetilsyn. Analysen vurderer den sikkerhetsmessige betydningen av mobile radio- og telefonsystemer ved hver enkelt topphendelse i forbindelse ved fremføring av tog. Analysen vurderer både "før" og "etter" situasjonen i forbindelse med en ulykke.

For hver topphendelse vurderes også relevante scenarier på den enkelte banestrekning med hensyn på trafikkbilde, geografi og andre faktorer.

Et endelig svar på søknaden ventes i løpet av desember 2001.

Risikoanalysen følger vedlagt som bilag 2. Se også kap. 7.

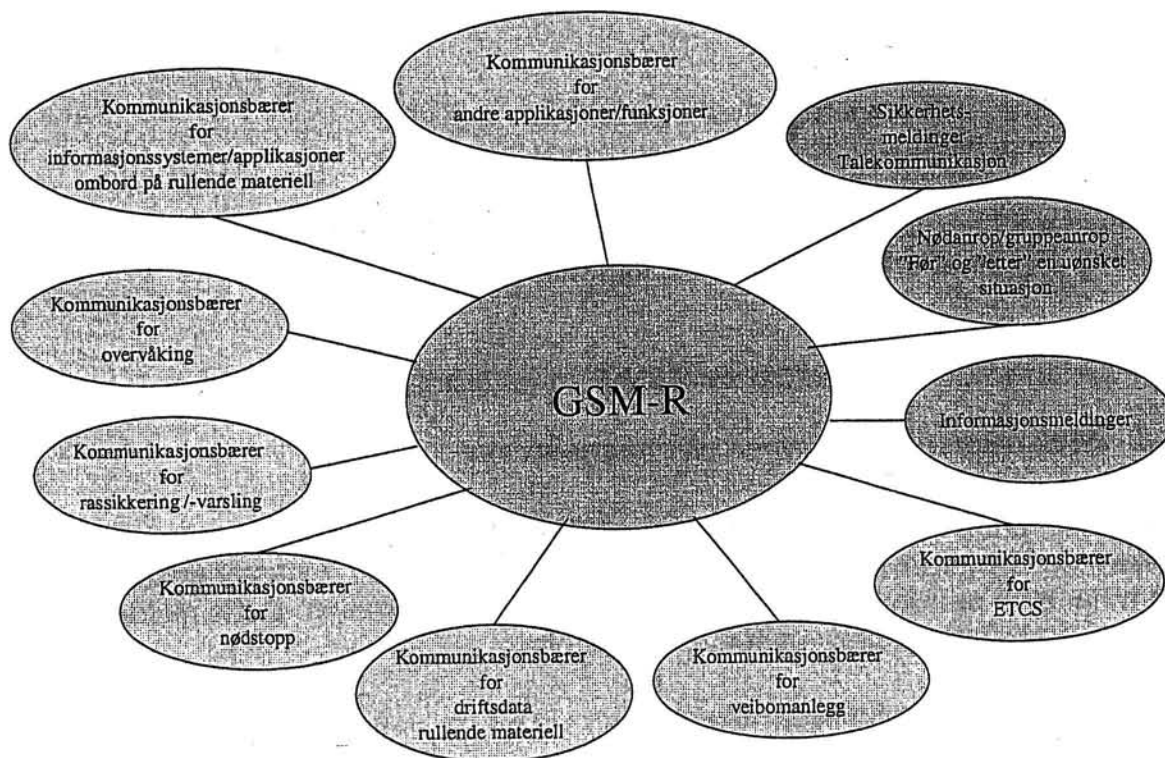
4.2 GSM-R som nytt radiosystem i Jernbaneverket

GSM-R (GSM-Rail) er det nye digitale radiosystemet for det europeiske jernbanenettet. Systemet er utviklet av den internasjonale jernbaneunionen UIC sammen med EU som en egen standard for jernbanene i Europa. Systemet forutsettes å erstatte alle eksisterende analoge radiosystemer hos jernbanene, samt dekke det framtidige behov for radio. GSM-R ivaretar de sikkerhetsmessige og funksjonelle krav som er nødvendig for jernbaneformål.

For Jernbaneverket vil dette først og fremst være følgende behov og krav:

- Eget frekvensbånd/lukket nett:
GSM-R er et lukket nett for Jernbaneverket og trafikktøverne, og det skal ikke benyttes for kommersielle funksjoner i konkurranse med de offentlige mobiloperatørene.
- Posisjonskontroll:
For å oppnå nødvendig sikkerhet for togets posisjon, overføres togposisjonen via GSM-R nettet ved anrop til togleder.
- Nødanrop med kort svartid:
GSM-R nettet kan prioritere anrop. Det vil si at nødanrop til/fra tog har en garantert framkommelighet uansett trafikk på nettet.
- Øvrige prioriterte anrop, gruppeanrop, fellesanrop (kringkasting):
Disse ivaretar blant annet sikkerhet ved skifting og kan gi varsling i spesielle nødsituasjoner.
- Neste generasjon togkontroll/styring av signalanlegg:
GSM-R er utviklet for å være en kommunikasjonsbærer for det nye europeiske system for togkontroll (ETCS/ERTMS).

GSM-R kan generelt være en kommunikasjonsbærer for kontroll og styring av tekniske anlegg i Jernbaneverket som har betydning for sikkerheten. I tillegg vil trafikkutøver ha stor nytte av systemet til tjenester om bord på togene.



Figur 1: Skisse over mulige applikasjoner og funksjoner i GSM-R.

4.3 Jernbaneverkets forpliktelser på GSM-R

Jernbaneverket har, sammen med 31 andre europeiske jernbaneadministrasjoner, underskrevet et "Memorandum of Understanding" (MOU) som forplikter administrasjonene til å benytte GSM-R ved anskaffelse av nye radiosystemer for togframføring. I tillegg har de samme administrasjonene i en "Agreement on Implementation" (AoI) forpliktet seg til å starte planlegging av implementering senest i 2001, samt treffe vedtak om en utbyggingsplan senest i 2003. Siden dagens togradiosystem ikke lenger kan leveres, vil ovennevnte forpliktelser bety at GSM-R blir det nye radiosystemet i Jernbaneverket.

5 Risikovurdering av GSM-R

Jernbaneverket har foretatt en egen endringsanalyse av GSM-R systemet. Analysen er utført for å vurdere sikkerhetsmessige konsekvenser og kartlegge de sikkerhetskritiske funksjoner ved innføring av GSM-R for framføring av tog.

Analysen er utført av konsulentfirmaet HolteProsjekt AS, og følger vedlagt som bilag 1.

Hovedkonklusjonen i analysen er at fullt utbygd og implementert GSM-R forbedrer sikkerheten i jernbanen. Forbedringen skyldes først og fremst følgende forhold:

- Brukerne får kun ett radiosystem å forholde seg til.
- Systemet bygges ut for å gi full radiomessig dekning.
- Systemet har høy tilgjengelighet.
- Systemet har betydelig bedre responstider, som blant annet gir kortere svartid på nødansrop enn dagens togradiosystem.

6 Sikkerhetsmessig effekt av GSM-R investeringene

6.1 Sikkerhetsinvesteringer i Jernbaneverket

Jernbaneverkets handlingsprogram for 2002-2005 angir programområde for sikkerhet. I programområdet har Jernbaneverket samlet de investeringstiltak som har som primært formål å bedre eller ivareta sikkerheten. Dette gjelder følgende sikkerhetstiltak i uprioritert rekkefølge:

- GSM-R landsomfattende utbygging
- CTC/ATC på ikke fjernstyrte strekninger
- Planoverganger
- Akustisk alarm
- Nødstoppsystem
- Tunnelsikkerhet
- Rassikring
- Deteksjonssystemer

6.2 Sikkerhetsmessig virkning av GSM-R

Arbeidsgruppen har foretatt en vurdering av sikkerhetsmessig effekt som de ovennevnte sikkerhetstiltak i handlingsprogrammet har på ulykkeshendelser/topphendelser definert i Jernbaneverkets sikkerhetshåndbok (1B-Si). Dette er gjort for å kunne vurdere sikkerhetstiltakenes effekt opp mot ovennevnte tophendelser.

De sikkerhetsmessige effektene er satt opp i tabellform for hver enkelt tophendelse og vurdert både i en "før-situasjon" og en "etter-situasjon" for hvert enkelt sikkerhetstiltak. Det vises til tabeller på de påfølgende sider.

"-" i tabellene betyr at systemet ikke anses å ha noen betydning for tophendelsen.

Vurdering av effekten av sikkerhetstiltak på bakgrunn av topphendelser definert i 1B-Si ("Sikkerhets håndboken")

Topphendelse	Avsporing		Sammenstøt tog - tog		Sammenstøt tog - objekt	
	11% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon	14% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon	8% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon
Sikkerhetstiltak						
GSM-R landsomfattende utbygging	Før-situasjon Svært liten betydning. Varsling av ras eller annet som kan forårsake avsporing.	Etter-situasjon Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap	Før-situasjon Delvis stor betydning på stasjoner ifm. Kryssing m/deteksjonssystem (akustisk alarm) Stor betydning. Ved tog ukontrollert i drift. Eneste (1.) barriere	Etter-situasjon Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap	Før-situasjon Liten betydning. Tog kan bli varslet og unngår sammenstøt	Etter-situasjon Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap
CTC/ATC på ikke fjernstyrte strekninger	Liten betydning, skinnbrudds deteksjon kan avverge hendelse	-	Stor betydning. Teknisk barriere nr. 1.	-	-	-
Planoverganger	-	-	-	-	Stor betydning, her er sannsynligheten for hendelsen størst	-
Akustisk alarm	-	-	Stor betydning dersom et tog har kjørt mot rødt lys.	-	-	-
Nødstoppsystem	Liten betydning. Togleders mulighet til å redusere skade ved deteksjon	-	Stor betydning M/ deteksjonssystem (akustisk alarm)	-	Liten betydning. Togleders mulighet til å redusere skade ved deteksjon	-
Tunnelsikkerhet (bl.a. nødtelefon, belysning, skilting)	-	Stor betydning for evakuering	-	-	-	Stor betydning for evakuering
Rassikring	Stor betydning. Gir mulighet til å avverge hendelse	-	-	-	Stor betydning. Gir mulighet til å avverge hendelse	-
Deteksjonssystemer (varmegang, hjulslag, aksellast, profil)	Stor betydning. Gir mulighet til å avverge hendelse	-	-	-	-	-

* Kalkulert risiko i strekningsanalysene, uttrykt i PLL (Potential Loss of Life)

Topphendelse	Brann		Personer skadet i tog		Passasjerer skadet på plattform	
	3% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon	0% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon	3% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon
Sikkerhetsiltak						
GSM-R landsomfattende utbygging	-	Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap	-	Stor betydning for varsling av redningsmannskap	Liten betydning	Stor betydning for varsling av redningsmannskap
CTC/ATC på ikke fjernstyrte strekninger	-	-	-	-	-	-
Planoverganger	-	-	-	-	-	-
Akustisk alarm	-	-	-	-	-	-
Nødstoppsystem	-	-	-	-	-	-
Tunnelsikkerhet (bl.a. nødtelefon, belysning, skilting)	Stor betydning, redusere brannbelastning	Stor betydning for evakuering	-	-	-	-
Rassikring	-	-	-	-	-	-
Deteksjonssystemer (varmegang, hjulslag, aksellast, profil)	Stor betydning (hindre brann)	-	-	-	-	-

Topphendelse	Personer skadet ved planoverganger (PLO)		Personer skadet i spor	
	39% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon	22% (andel av kalkulert risiko)*	Etter-situasjon
Sikkerhetsiltak				
GSM-R landsomfattende utbygging	-	Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap	Svært liten betydning	Stor betydning for varsling av andre tog på linjen og redningsmannskap
CTC/ATC på ikke fjernstyrte strekninger	-	-	-	-
Planoverganger	Stor betydning. For å hindre påkjørsel	-	-	-
Akustisk alarm	-	-	-	-
Nødstoppsystem	-	-	-	-
Tunnelsikkerhet (bl.a. nødtelefon, belysning, skilting)	-	-	-	Stor betydning, pga. kommunikasjon i tunnel
Rassikring	-	-	-	-
Deteksjonssystemer	-	-	-	-

* Kalkulert risiko i strekningsanalysene, uttrykt i PLL (Potential Loss of Life)

Matrisen viser klart at kommunikasjon er helt avgjørende for "etter" –situasjoner når det gjelder å varsle redningsmannskaper eller å få informasjon ut til tog på linjen. Sammenligningen viser for øvrig at innføring av GSM-R er ett av de tiltak som har størst sikkerhetsmessig effekt.

Et annet moment det er viktig å nevne er at i en redningssituasjon eller evakueringssituasjon så vil de offentlige mobiltelefonnettene ofte være overbelastet av publikum eller andre, slik at det blir vanskelig for redningspersonale å benytte disse.

6.3 Økonomisk virkning av GSM-R

Konsulentfirma Arthur D. Little har foretatt en detaljert beregning av lønnsomheten ved innføring av GSM-R i Jernbaneverket framfor drift og videre utbygging av dagens analoge radiosystemer. Beregningene har tatt utgangspunkt i at dagens togradio kunne bygges videre ut på de strekninger som i dag ikke har togradio. Dette har i ettertid vist seg ikke å være mulig, da leverandøren skriftlig har meddelt Jernbaneverket og NSB at systemet er tatt ut av produksjon.

De lønnsomhetsberegninger som konsulentfirmaet har foretatt av anskaffelsen viser at innføring av GSM-R vil være ca 20% billigere enn å videreføre dagens analoge systemer. Konklusjonen er at overgang til GSM-R vil gi en betydelig økonomisk gevinst for Jernbaneverket/trafikkutøver i form av lavere drifts- og vedlikeholdskostnader.

6.4 Den samlede virkning av GSM-R

Det er den samlede virkningen som må vektlegges når Jernbaneverket prioriterer utbygging av GSM-R i kommende 4-års periode. Kort oppsummert er denne effekten følgende:

- GSM-R øker sikkerheten i betydelig grad på strekninger som i dag ikke har togradio. Dette gjelder i stor grad i en "etter-situasjon" ved en topphendelse i noe mindre grad i en "før-situasjon".
- GSM-R gir høyere sikkerhet enn dagens togradio.
- Innføring av GSM-R gir betydelig økonomisk gevinst i form av lavere drifts- og vedlikeholdskostnader for Jernbaneverkets og trafikkutøvers radioanlegg.
- GSM-R kan generelt være en kommunikasjonsbærer for kontroll og styring av tekniske anlegg i Jernbaneverket som har betydning for sikkerheten. I tillegg vil trafikkutøver ha stor nytte av systemet til tjenester om bord på togene. Se kap. 4.

Konklusjon:

Den samlede virkningen av GSM-R tilsier at systemet må prioriteres for utbygging i kommende 4-års periode.

7 Sikkerhetsmessig prioritering av GSM-R utbyggingen i Jernbaneverket

Med bakgrunn i beregninger, vurderinger og anbefalinger fra ekstern konsulent Arthur D. Little har Jernbaneverket utarbeidet en egen strategiplan for den framtidige GSM-R utbyggingen. Strategiplanen anbefaler at hele jernbanenettet bygges ut med GSM-R i perioden 2002-2005 med følgende 2 faser:

- Fase 1
I første halvdel av perioden bygges GSM-R ut på de dieseldrevne banestrekninger. Disse strekningene har i dag ikke togradio.
- Fase 2
I siste halvdel av perioden bygges GSM-R på de øvrige strekninger.

Begrunnelsen for dette er i første rekke å dekke det sikkerhetsmessige behovet for togradio på banestrekninger uten slik kommunikasjon i dag. Et annet forhold er at disse strekningene har dieseldrift med trekraftmateriell som i dag ikke er utstyrt med mobile togradioenheter. Installasjon av mobile GSM-R radioenheter kan derfor starte parallelt med utbyggingen på strekningene og settes i drift etter hvert som banestrekningene blir utbygd. Fase 1 vil være uavhengig av den videre utbygging i fase 2.

Strategiplanen anbefaler videre at de øvrige banestrekningene under fase 2 settes i drift samtidig, etter at utbyggingen er avsluttet. Dette gjøres for å unngå kostbare dobbeltsystemer av mobile togradioenheter (nåværende togradio og GSM-R) på trekraftmateriellet.

På bakgrunn av de relevante scenarier som er vurdert i bilag 2 (ref. kap. 4.1 "Kravforskriftens §5d") har arbeidsgruppen kommet frem til følgende prioritering for utbygging av GSM-R under fase 1:

1. Mosjøen-Bodø
2. Grong-Mosjøen
3. Trondheim-Grong
4. Hamar-Røros-Støren-Trondheim
5. Støren-Dombås-Åndalsnes
6. Leangbanen
7. Hell-Storlien

Arbeidsgruppen har i sin prioritering lagt vekt på at de to øverste banestrekningene på ovennevnte liste er strekninger som i dag har dårlig eller ingen GSM/NMT 450 dekning på store deler av strekningene. I tillegg har arbeidsgruppen tatt hensyn til at store deler av disse banestrekningene geografisk er lagt i øde områder og områder som spesielt er utsatt for ras.

Classic DFS, 1.5 mm for 1-15 sheets 320
www.bindomatic.com

20. 07. 2004

Jembaneverket
Biblioteket



09TU09276

71593888