

Banestyrelsens implementering af Europæiske radio- og togkontrolsystemer (STRATO-projektet)

Niels Brejnbjerg Buch

Projektleder

Banestyrelsen, Planlægningsdivisionen

Indledning

I løbet af 2001 og 2002 har Banestyrelsen arbejdet med udarbejdelsen af en strategi for indførelse af ny radio- og togkontrol, kaldet STRATO.

Formålet med STRATO har været at opstille en strategi for opfyldelse af kravene for radio og togkontroланlæg jvf. de udarbejdede tekniske specifikationer for interoperabilitet (TSI), der er udmøntet af EU's interoperabilitetsdirektiver.

Dette indlæg vil gennemgå rammerne for den europæiske interoperabilitet. Herefter beskrives grundlaget for Banestyrelsens strategi for indførelse af fælleseuropæiske radio- og togkontrolsystemer. Selve strategien gennemgås og de forskellige muligheder for overgangsløsninger fra de eksisterende systemer til de nye fælleseuropæiske beskrives.

De europæiske rammer for interoperabilitet

Indledning

De lovmæssige rammer for interoperabilitet er nedfældet i direktiver og tekniske specifikationer for interoperabilitet (TSI). Til at understøtte TSI'erne udarbejdes endvidere harmoniserede standarder eller normer. I modsætning til direktiver og TSI'er er det dog frivilligt om man vil overholde/anvende standarderne, med mindre standarden er direkte nævnt i en TSI.

Der findes i dag to interoperabilitetsdirektiver, et for højhastighedsbaner/tog og et for konventionelle baner/tog.

Højhastighedsdirektivet

Dette direktiv (96/48/EF) beskriver de overordnede krav til det europæiske net af højhastighedsbaner. Heri er bl.a. fastslået at direktivet kun omhandler persontog og at der er

tale om strækninger, der ved nybygning skal udstyres til hastigheder på 250 km/t eller derover (ved opgradering dog kun til omkring 200 km/t). I den forbindelse er det vigtigt at bemærke at i henhold til TSI'erne og direktiverne har Danmark ved tiltræden af direktivet påtaget sig en række forpligtigelser vedr. fremtidig teknisk udrustning, bl.a. er Banestyrelsen forpligtiget til at installere interoperabelt udstyr på stationer og strækninger der er placeret på TEN-kortet i forbindelse med nybygninger og opgraderinger.

TSI'er

Direktivet er suppleret med et antal Tekniske Specifikationer for Interoperabilitet (TSI'er) på højhastighedsbanerne. Disse beskriver mere detaljeret hvilke krav der stilles til banerne. Så snart TSI'erne er vedtaget, er Danmark som tidligere nævnt forpligtiget til at opfylde disse ved nyanlæg og større opgraderinger. Det forventes at TSI'erne vedtages i løbet af 2002.

TSI'erne er opdelt i følgende dele:

- Control Command (omhandler togkontrolanlæg og radio)
- Infrastructure
- Rolling stock
- Operation
- Energy
- Maintenance (vedligeholdelsesfaciliteter for rullende materiel)

Direktiv for konventionelle baner

I 2001 blev direktivet for konventionelle baner (01/16/EU) vedtaget.

Direktivet for de konventionelle baner gælder også for lokomotivtrukne person- og godstog (og ikke kun for togsæt som højhastighedsdirektivet). Dette direktiv forpligtiger Banestyrelsen til ikke kun at installere interoperabelt udstyr ved nybygninger og opgraderinger som ved højhastighedsdirektivet, men også ved alm. vedligehold.

TSI'er

På baggrund af dette direktiv, vil der også blive udarbejdet TSI'er for konventionelle baner. På flere punkter vil disse TSI'er blive mere vidtrækkende end dem der gælder for højhastighedsbanerne. I modsætning til højhastighedsdirektivet vil der for de konventionelle baner gælde at TSI'erne også skal overholdes ved reinvesteringer (og ikke kun ved nyanlæg og opgraderinger). Der vil blive flere TSI'er for de konventionelle baner bl.a. fordi lokomotivfremførte persontog og godstog nu også skal være indeholdt. Det tilstræbes at TSI'en for Control command til konventionelle baner, vil ligne den der gælder for højhastighedsbaner, så det vil være muligt for højhastighedstog at køre på en konventionel bane og omvendt.

Harmoniserede standarder

Til at understøtte TSI'erne udarbejdes der Europæiske standarder eller normer (EN-normer) af de bemyndigede standardiseringsorganer, CEN (på mekaniske installationer, ved jernbaner skinnerne og køretrådsanlæggene) og CENELEC (de elektriske installationer, ved jernbaner signalanlæg og forsyningsanlæg til køretrådsanlæggene) og ETSI på radio.

TEN-kortet

Strækningerne der er omfattet af direktiverne fremgår af EU-beslutning 1692/96, der bl.a. indeholder det såkaldte TEN-kort (Trans European Network). Kortet indeholder ud over jernbaner også veje, indre vandveje og lufthavne.

Den danske del af jernbanekortet indeholder følgende strækninger:

- Øresund – København – Odense – Fredericia – Esbjerg
- Aalborg – Århus – Fredericia – Padborg
- Ringsted – Rødby Færge
- Aalborg – Frederikshavn
- Hjørring – Hirtshals (tilhører Nordjyske Jernbaner)
- Nykøbing F – Gedser

Trafikministeriet har indstillet at alle banerne skal kategoriseres som konventionelle baner.

ERTMS (European Rail Traffic Management System)

For at kunne opfylde målet med et interoperabelt højhastighedsnet (og senere også et net af interoperable konventionelle baner) er det nødvendigt at harmonisere de europæiske baners tekniske systemer. Specielt på signal- og togkontrolområdet har de enkelte baner opbygget egne systemer og regler, hvilket gør det særdeles vanskeligt at krydse grænser med tog. Et godt eksempel på dette er Øresundsforbindelsen hvor togene skal skifte mellem dansk og svensk togkontrol, radio, signalreglementer, kørestrømssystemer og sprog. Togene der krydser Øresundsbroen skal være udstyret med begge landes systemer og togets personale skal kende begge landes regler og til en vis grad også sprogene i begge lande.

Andre steder i Europa er tog der krydser grænser sågar udstyret med endnu flere landes systemer (mest kendt er nok Eurostar mellem Paris/Bruxelles og London). Sådanne løsninger er særdeles bekostelige og teknisk set vanskelige at implementere, de kræver godkendelse af myndighederne i de berørte lande, for slet ikke at tale om de fysiske problemer der er med at få plads til de forskellige landes udrustning i det rullende materiel herunder i førerrummet.

Som en væsentlig brik i harmoniseringen af de tekniske installationer ved de europæiske baner, indgår derfor et fælleseuropæisk togkontrol- og radio-system, med fællesbetegnelsen ERTMS. ERTMS består af ETCS, der er togkontroldelen, og GSM-R, der er togradiodelen.

GSM-R (GSM-Railways)

GSM-R er det fælleseuropæiske togradio-system hovedsageligt baseret på almindelig GSM-teknologi svarende til den kendte mobiltelefon teknologi, men med en række ekstra egenskaber, der er nødvendige for jernbanerne. En af disse er, at man skal kunne foretage opkald til et tognummer i stedet for et telefonnummer. Samme telefon skal med andre ord kunne kaldes op med forskellige numre alt efter togets nummer i henhold til køreplanen.

Ud over funktioner som togradio, vil GSM-R også kunne udnyttes som datatransmissionssystem for de øvrige tekniske delsystemer som f.eks. sikringsanlæg og

dermed ETCS. I forbindelse med ETCS niveauerne 2 og 3 er GSM-R en nødvendig byggesten til disse, da kommunikationen mellem tog og infrastruktur delvist (niveau 2) eller helt (niveau 3) sker v.hj.a. GSM-R.

ETCS (European Train Control System)

ETCS er den fælleseuropæiske udgave af togkontrol-systemer, som det danske ATC-system. Dvs. togkontrollsystemet består af en infrastrukturel bestående af baliser forbundet til signaler mv., samt et mobilanlæg placeret i togene, som modtager data fra baliserne, behandler disse og viser information for lokomotivføreren i et førerrumssignal og griber ind i togets fremføring hvis lokomotivføreren ikke reagerer korrekt på denne visning. ETCS kan etableres på et af 3 niveauer:

Niveau 1: Svarer til det danske ATC-system, idet baliserne og telegraminformationen mellem infrastruktur og tog dog er standardiserede i henhold til europæiske standarder. Det vil f.eks. sige at balisen er placeret i midten af sporet (ved dansk ATC er den placeret til højre i forhold til køreretningen). Kør-tilladelser overføres til toget via disse baliser i sporet. Der skal stadig være ydre signaler til rådighed.

Niveau 2: I forhold til niveau 1 overføres kør-tilladelser til toget via radio (GSM-R). Baliser i sporet overfører kun sted-identifikation til at understøtte togets egen sted-identifikation (eksempelvis via vejmåler). Ydre signaler er ikke længere nødvendige, mens der stadig skal være udstyr i sporet til at detektere toget.

Niveau 3: I forhold til niveau 2 overføres nu også togets placering til sikringsanlægget v.hj.a. radio (GSM-R). Dette betyder, at der skal etableres et system i toget der garanterer at toget er helt (ikke har tabt vogne), idet man ellers ikke vil opdage, at toget har tabt en vogn grundet den manglende togdetektering i sporet. Baliser benyttes stadig til at understøtte togets egen sted-identifikation. Ydre signaler anvendes ikke længere. I forhold til de to andre niveauer giver niveau 3 en kraftig forøgelse af kapaciteten på den aktuelle strækning (op til 20 %, afhængig af strækningshastigheden), da man ikke længere er bundet af faste togdetekteringsafsnit.

I UIC regi (UIC; international jernbaneorganisation) arbejdes der på at skabe en fælles specifikation for en version af ETCS der hovedsageligt er egnet til sidebaner med begrænset trafik, ERTMS Regional. I forhold til ETCS er der kun ændringer i infrastrukturen, den mobile udrustning svarer helt til den der kræves til ETCS niveau 3.

Da ERTMS Regional som system også indeholder funktioner der i dag er indeholdt i sikringsanlæg, vil indføringen af ERTMS Regional kræve at alle sikringsanlæg skal udskiftes på den aktuelle strækning. Systemet forventes ikke at være aktuelt på TEN-strækningerne, hvorfor det ikke vil blive yderligere her.

Grundlag for Strategi

STRATO baserer sig på flere faktorer. Disse er: Interoperabilitetsdirektiverne, Behov for fornyelse, strategiske projekter, politiske aftaler, markedet, kapacitet, effektivisering samt

migration. Disse vil blive beskrevet i det følgende. I sagens natur er det ikke muligt at tage hensyn til alle emner indenfor de forskellige faktorer, hvorfor disse er blevet vægtet i forbindelse med udarbejdelsen af strategien.

Interoperabilitetsdirektiverne (96/48/EF og 01/16/EU)

Principperne og baggrunden for direktiverne er beskrevet tidligere.

Behov for fornyelse

Behovet for fornyelse, er nært sammenhængende restlevetid for de eksisterende sikrings- og ATC-anlæg.

Banestyrelsens sikringsanlæg er mellem ½ og 70 år gamle og opbygget teknologisk set meget forskellige, lige fra elektromekaniske over relæ-baserede til fuldelektroniske (computerstyrede) sikringsanlæg. Gennemsnitsalderen for sikringsanlæggene er omkring 25 år. Både alder og forskellige teknologier gør det meget vanskeligt og dyrt at vedligeholde sikringsanlæggene.

Det danske ATC-anlæg til fjernbanerne er mellem 2 og 7 år gammelt, og står ikke umiddelbart foran udskiftning. Kontraktmæssigt er leverandøren ikke forpligtiget til at kunne levere ækvivalente/kompatible enheder til det nuværende ATC-system længere end til 1/1 2011.

Strategiske projekter

Der er pt. ingen anlægsprojekter der har grænseflader til STRATO, men kommende anlægsprojekter på førnævnte Europæiske net af højhastighedsbaner som f.eks. Fehmern-bælt og København – Ringsted vil skulle opfylde krav fra direktiver og TSI'er.

Politiske aftaler

Introduktionen af ETCS og/eller GSM-R vil kræve betydelige investeringer. En kapital, der skal anvendes over en længere årrække.

Den i 2001 indgåede aftale om togsikkerhed skal indgå i STRATO.

Markedet (operatørernes og leverandør interesser)

Markedets, dvs. operatørernes, behov har stor indflydelse på STRATO. Antallet af operatører stiger og interessen for at kunne køre uden for landets grænser vokser. Det nuværende togradio-system i Danmark er ikke egnet til flere operatører, specielt hvis operatørerne skal rangere med godstog på stationerne.

Godsoperatørernes kunder ønsker også hurtigere transporter, og i visse tilfælde overvejer disse kunder selv at stå for transporten og dermed blive operatør (eksempelvis IKEA).

Ved planer om store leverancer af rullende materiel, har det stor økonomisk og teknisk betydning, om der skal leveres nationalt udstyr eller fælleseuropæisk. Migrationsplanen har stor betydning for operatøren, og det er her vigtigt også at tænke på den trafikale afvikling.

Udlisering af kørsel på banerne kan også have indflydelse på dette emne.

På leverandørmarkedet vil der ske en åbning af det danske marked for nye leverandører ved anvendelse af fælleseuropæiske systemer.

Kapacitet

Specielt på strækningen mellem København og Roskilde (og Ringsted) har kapaciteten været brugt op, hvilket har gjort det umuligt at opfylde kundernes ønsker om flere togafgange.

Specielt i forbindelse med ETCS niveau 3 vil STRATO kunne give en gevinst med hensyn til ekstra kapacitet på det eksisterende banenet idet der her kan indføres såkaldt ”flydende blok”. Indirekte vil indførelsen af ETCS også kunne medføre indførelse af flere blokafsnit på eksisterende strækninger hvor kapaciteten er brugt op, da de fælleseuropæiske systemer med tiden burde blive billigere i anskaffelse end de tilsvarende danske.

Effektivisering

Indførelsen af de fælles europæiske systemer skal have en effektiviseringsgevinst ud fra et helhedssyn. Hvis dette ikke er muligt vil der blive søgt om dispensation fra TSI’erne og dermed direktivet. Som ovenfor nævnt forventes de fælleseuropæiske systemer med tiden at blive billigere end de nationale. En følge af teknologiskiftet vil være, at vedligeholdelsesudgifterne også bliver lavere end ved den eksisterende teknologi, og der vil komme større indtægter fra operatører ved nedbrydning af grænsebarriererne.

Migrationsplaner

Selv om der i de foregående afsnit er blevet refereret til direktiverne for højhastighed og for konventionelle baner, er det også nødvendigt at se på de baner i Danmark, der ikke er omfattet af direktiverne med henblik på en migrationsplan. Eksempelvis vil indførelse af en ny togradio baseret på GSM-R ikke kun begrænse sig til TEN-strækningerne, men også strække sig ud på alle øvrige baner.

Da Banestyrelsen allerede har funktionsduelige togradio- og togkontrol-anlæg, vil planlægningen af en overgang fra disse anlæg til de fælles europæiske meget afhænge af de eksisterende systemers restlevetid og mulighederne for at anskaffe reservedele, vores nabolandes migrationsplaner samt de enkelte delsystemers afhængighed til hinanden.

En migrationsplan kan også være geografisk bestemt. F.eks. ud fra ønsket om at øge konkurrencen ved udlisering af driften på visse baner, idet det må kunne forventes, at interessen fra udenlandske operatører for at byde på kørsler på strækninger, der er udstyret med fælles europæiske systemer, er større, end hvis der var tale om rent danske systemer. Det

vil nemlig betyde, at rullende materiel vil kunne anvendes flere steder end i Danmark, og det vil være mindre besværligt at få udenlandsk rullende materiel godkendt til kørsel i Danmark. Endvidere kan en migrationsplan også blive bestemt af operatørernes planer om indkøb af rullende materiel. Da fælles europæiske systemer efter al sandsynlighed vil være billigere end eksisterende danske systemer, vil der kunne blive opnået en betragtelig besparelse i anskaffelsespris, hvis man fra starten kan installere fælles europæiske systemer i togene. Migrationsplaner for GSM-R og ETCS vil blive gennemgået i forbindelse med strategien for de to systemer.

Strategi og implementering af fælleseuropæisk togradio (GSM-R)

- Beslutning om overgang til GSM-R i hele landet skal ske hurtigst muligt
- GSM-R skal forberedes for ERTMS niveau 2 og 3 på TEN-strækningerne
- Banestyrelsen deltager i Nordisk Signalteknisk Samarbejde vedr. ERTMS

Implementering af GSM-R

Da der i Danmark er et aktuelt behov for at introducere en ny togradio og GSM-R togradioen i modsætning til ETCS er under etablering i flere europæiske lande, herunder Sverige (bl.a. på Øresundsforbindelsen) og Tyskland, og dermed ikke kan siges at være på forsøgsstadiet, vil det være nærliggende at lade det være dette system, der introduceres først. Da GSM-R endvidere er en af byggestenene til ETCS niveau 2 og 3, vil en introduktion af GSM-R understøtte en senere indførelse af ETCS.

Er der først truffet en beslutning om indførelse af GSM-R i Danmark, vil den umiddelbart bedste migrations strategi være at etablere infrastrukturen for et landsdækkende net. Dette vil tage ca. 4 år (2 år til planlægning, projektering, EU-udbud og kontraktforhandlinger + 2 år til installation og idriftsætning). Herefter udskifter DSB (og andre operatører) de nuværende togradioer med GSM-R radioer. De gamle radiosystemer slukkes efter yderligere 2 år (evt mindre - ved at vælge 1 år vurderes det at der kan spares driftsudgifter på over 40 Mkr, der er dog ikke taget højde for afledte omkostninger ved en hurtigere implementering).

Strategi og implementering af fælleseuropæisk togkontrol (ETCS)

- Strækninger der er medtaget på TEN-kortet (som højhastigheds baner eller konventionelle baner) skal udrustes med ETCS. Fra 2008 vil dette i princippet kunne være hele jernbanenettet (se afsnit om TEN-kort).
- Ved nyanlæg af strækninger (eksempelvis Femern-bælt) bør disse etableres med ERTMS niveau 2 eller 3
- Ved etablering af nye sikrings- og signalanlæg på TEN-strækninger, bør anlæggene udstyres med ERTMS niveau 2 og evt. 3 (og dermed være forberedte for disse).

- Indføring af ETCS i Danmark baserer sig foreløbigt på ERTMS niveau 1 grundet eksisterende sikrings- og signalanlæg.
- Der skal foretages en vurdering af hvilke strækninger der skal dobbelt udrustes med ERTMS/ETCS og dansk ATC
- Der startes et dansk pilotprojekt for ERTMS op.
- Banestyrelsen deltager i Nordisk Signalteknisk Samarbejde vedr. ERTMS, pilotprojekter og STM-udvikling

Implementeringsløsninger for ETCS

Overgangsløsninger

For at indføre ETCS, vil der være en periode, hvor både det nationale og det fælleseuropæiske system skal kunne fungere. I det følgende gennemgås forskellige muligheder for overgangsløsninger.

BTM-løsningen (Balise Transmission Module):

Schweiz, der ligesom Danmark er et vigtigt transit-land, har valgt som overgangsløsning at tilpasse BTM'n, der indgår som standard udrustning i lokomotiver der er udstyret med ETCS. I denne løsning genanvendes den nationale ATC-udrustning i så stort omfang som muligt, således anvendes den centrale og sikkerhedskritiske ETCS-udrustning ikke. BTM'n udnytter en særlig del af data der sendes fra ETCS-balisen. Denne del indeholder et nationalt "ATC-telegram" der af BTM'n konverteres til brug i den nationale ATC-udrustning i det rullende materiel.

Fordelen ved denne løsning er, at der ikke skal godkendes et nyt førerrumssignal af de nationale myndigheder, og i eksisterende materiel skal der kun tilføjes (gøres plads til) en BTM. Når BTM'er er indbygget i det rullende materiel, vil Banestyrelsen kunne begynde at installere Eurobaliser i sporene. I forbindelse med etablering af nye sikringsanlæg, vil leverancen af ATC og ETCS ikke længere være forbeholdt en leverandør.

Ulemperne er, at der skal udvikles en BTM for danske lokomotiver: BTM'en kan muligvis kun udvikles af en leverandør, nemlig leverandøren af det danske ATC-system der i øvrigt også er leverandør af det schweiziske.

STM-løsningen (Specific Transmission Module):

En anden migrationsplan er at lade det rullende materiel udruste med antenner, der kan aflæse både de "danske telegrammer" og ETCS-telegrammerne fra baliserne. Førerrumssignalet skal i den situation være det fælleseuropæiske. Man kan så få sine informationer fra den normale ETCS mobil-udrustning eller fra en "konverter", der konverterer danske telegrammer fra dansk ATC til ETCS-telegrammer. Denne konverter kaldes en STM. En sådan løsning vil eksempelvis være en fordel at anvende ved nyanskaffelse af rullende materiel, da det så vil være fremtidssikret, men samtidigt være funktionsdueligt på eksisterende infrastruktur.

Fordelen ved denne migrationsplan er, at infrastrukturen kan ændres løbende fra dansk ATC til ETCS. Udstyret i det rullende materiel vil leve op til ETCS-kravene fra første dag, og vil umiddelbart kunne anvendes ved alle 3 niveauer af ETCS.

Ulemperne er, at der givetvis kun findes en leverandør af en ZUB123-STM til dansk ATC, og at det danske marked måske vil være for lille til, at man for en rimelig pris vil kunne få udviklet denne ZUB123-STM. Da funktionaliteten af det danske ATC-system til en vis grad er større end ETCS, vil en ZUB123-STM i realiteten skulle bestå af en næsten total ZUB123 installation. Det fælleseuropæiske førerrumssignal skal godkendes af lokomotivpersonalet, og af Jernbanetilsynet. I eksisterende materiel med kun dansk ATC skal der ske en udskiftning af førerrumssignalerne med tilhørende udstyr til ETCS udrustningen.

Infrastruktur-løsningen:

En tredje migrationsplan kan bestå i at lade de aktuelle strækninger udruste med både danske ATC-baliser og ETCS-baliser i en overgangsfase, således at både rullende materiel med fælleseuropæisk udstyr og eksisterende dansk ATC-udstyr kan benytte strækningerne. Med andre ord flytter man dobbeltudrustningen fra det rullende materiel til de faste installationer. Denne løsning vil muligvis også kunne lade sig gøre med ERTMS niveau 2, hvor tog med dansk ATC får kør-informationer fra ATC-baliserne mens tog med ERTMS får informationen via GSM-R.

Fordelen ved løsningen med dobbeltudrustning af infrastrukturen er, at operatører, der allerede har investeret i dansk ATC, fortsat vil kunne køre på den aktuelle strækning, selv om den er udstyret med ETCS. Specielt på strækninger der fungerer som tilbringerlinier for tog til en anden bane (eksempelvis Esbjerg-Bramming eller Århus-Skanderborg) kan det vise sig at være en fordel at anvende dobbeltudrustning.

Ulempen vil være prisen for infrastrukturen, der forventes at blive høj i forhold til baner med kun ATC eller kun ETCS.

Det skal bemærkes, at man sagtens kan forstille sig flere af de viste overgangsløsninger praktiseret på samme tid. Det vil f.eks. være muligt at have eksisterende dansk rullende materiel udstyret med BTM kørende samtidigt med, at man anskaffer nyt europæisk rullende materiel, der har ZUB123-STM.

Implementeringsrækkefølge (geografisk)

Som nævnt i strategien vil Banestyrelsen gennemføre et pilotprojekt for udvikling af en LEU og gerne også en BTM. Dette pilotprojekt forventes gennemført i løbet af 2003 og 2004.

Med Danmarks placering i Europa som transitland mellem Skandinavien og Centraleuropa, vil det være naturligt at starte implementeringen af ETCS på transitstrækningen mellem Øresund og Padborg. En mulig gennemførelse af dette ville umiddelbart kunne ske efter ovennævnte pilotprojekt og med følgende overordnede tidsplan:

2005: Øresund – København H
2006-07: (København H) – Fredericia
2008: (Fredericia) – Padborg

Det skal dog pointeres at der pt. ikke er bevillinger til en implementering af ETCS på den nævnte strækning.

Med hensyn til videre udbygning kunne en prioritering være som følger:

1. Århus – Aalborg – Frederikshavn/Hirtshals
2. Lunderskov – Esbjerg
3. Ringsted – Rødby Færge
4. Nykøbing F - Gedser

Med hensyn til strækningen Ringsted – Rødby Færge vil en beslutning om en fast forbindelse over Fehmarn Belt kunne ændre prioriteringen for denne strækning.