



Notat

15.06.2018

## ERTMS versioner, signalsystemernes funktion og forenelighed

### Resume

Der er blevet spurgt til, om Banedanmark implementerer en gammel, ikke-interoperabel version af ERTMS.

Hovedkonklusionen er, at:

- De facto implementerer Banedanmark den seneste færdige version af ERTMS i infrastrukturen (3.4.0), men Thales mangler det formelle certifikat, for at løsningen kan kaldes 3.4.0. Dette har ingen funktionel betydning.
- Ombordudstyret kan understøtte kørsel på ERTMS i Danmark, dog skal der ske en opdatering af funktionaliteten, når der implementeres ERTMS på Københavns Hovedbanegård i 2029/2030. Togene kan ikke køre i udlandet. Fremtidens tog og lokomotiver kommer med nyeste version er ERTMS og både køre til Københavns Hovedbanegård og i udlandet uden yderligere opgraderinger.

Ovenstående udbydes i dette notat.

Banedanmark implementerer signalssystemer med ERTMS 2 på basis af produkter fra Alstom, Thales og Alstom onboard. Disse produkter er resultatet af leverandørernes igangværende produktopdatering og er derfor ikke baseret på præcis samme udgave af ERTMS standarden. Banedanmarks udbudsspecifikation og testfase sikrer, at systemerne er forenelige trods de små forskelle overfor ERTMS standarden. ERTMS produkterne udgør omkring 5% af signalsystemet, og hovedparten af de funktionelle elementer ligger således i andre dele af systemet.

Det planlægges, at der gennemføres opdatering af signalsystemernes software efter idriftsættelsen af første strækning for at rette fejl og mangler, samt udbygge anlæggenes funktionalitet med funktioner der kræves på efterfølgende strækninger. Der er ikke identificeret noget behov for funktionsopdatering af ERTMS systemerne i infrastrukturen i forhold til det, der idriftsættes på de første strækninger. Der udestår dog en opdatering af dokumentationen for ERTMS infrastrukturen fra Thales, men dette indebærer ikke nogen funktionel ændring i ERTMS systemerne.

ERTMS udstyret i det rullende materiel skal opdateres til version 3.6.0 inden Københavns Hovedbanegård udrustes med ERTMS af hensyn til GSM-R kapaciteten i området Valby-København-Østerport. Det er alene i området omkring København H, at der er dette kapacitetsmæssige behov (ETCS over GPRS – forklaret nærmere nedenfor).

### ERTMS baselines og versioner

ERTMS standarden for togkontrol- og togradio-systemer blev indført som gældende grundlag for nybygning og fornyelse af signalssystemer i 2001 med direktiv 2001/16. Standarden var på daværende tidspunkt kun i drift på højhastighedsstrækninger, og der manglede en række funktioner, som var nødvendige for at anvende ERTMS på almindelige jernbaner som den danske. I 2008 blev den konsoliderede udgave af specifikationerne kaldet "2.3.0d" udgivet i direktiv 2008/57, samtidig med at arbejdet med at tilføje de manglende funktioner i næste udgave, kaldet baseline 3, blev startet.

### Versionerne 3.3.0 og 3.4.0

I slutningen af 2012 blev version 3.3.0 af baseline 3 specifikationerne udgivet, denne version manglede ved udgivelsen en af de centrale detailspecifikationer, og der blev ret hurtigt fundet enkelte

Signalprogrammet  
Operations Management  
Office  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

Telefon  
8234 0000

Direkte  
82340604

jhm@bane.dk  
banedanmark.dk

Journalnr.

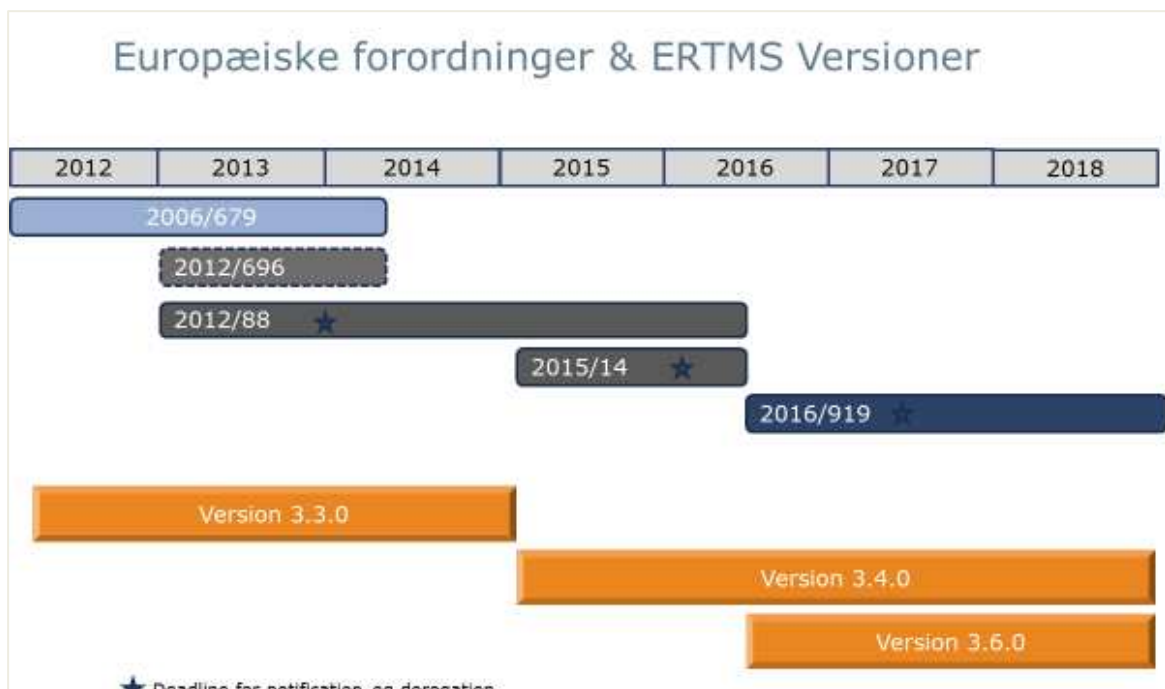
Version

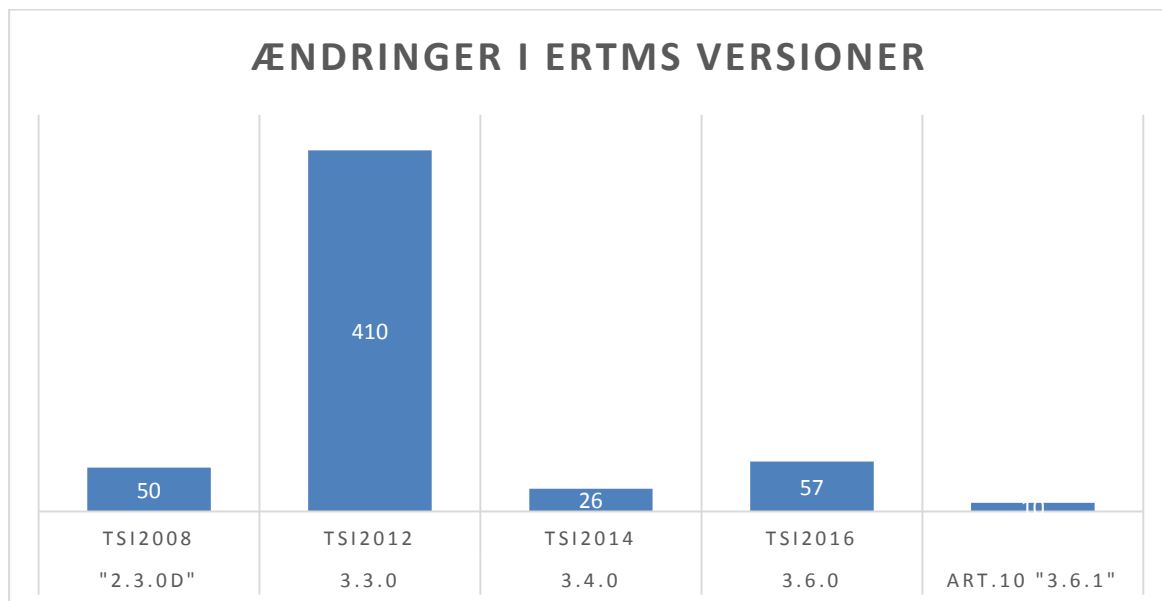
Notatskabelon 1.0  
Side 1(6)

fejl og mangler, der førte til en opdatering til version 3.4.0 i 2014. På dette tidspunkt var de danske kontrakter indgået, og designet var sat i gang, men rettelserne til specifikationerne blev indarbejdet i leverandørernes systemer så vidt muligt. Version 3.4.0 erstattede version 3.3.0, som derfor ikke længere indgår i standarden. Igangværende projekter kan fortsat anvende version 3.3.0 med henvisning til Interoperabilitetsdirektivets artikel 9 (derogation procedure).

#### Version 3.6.0

I 2016 blev den seneste opdatering af specifikationerne til version 3.6.0 udgivet, i denne version indgår hele den funktionalitet, der blev udbudt i Signalprogrammet, herunder kommunikationsløsningen for store stationer (ETCS over GPRS) og IT sikkerhedsløsningen (Online Key Management). Forskellen mellem 3.4.0 og 3.6.0 er 57 ændringer, der stort set alene vedrører onboard. Ændringerne er analyseret i forhold til de danske Fjernbaneprojekter og vurderes ikke at påvirke disse, idet online key management allerede er implementeret i de danske projekter og ETCS over GPRS alene medfører ændringer i onboard. Næste version af specifikationerne forventes i 2022, men det må forudses, at der udgives enkelte fejlrettelser i de mellemliggende år (iht. Interoperabilitetsdirektivets artikel 10).





#### Forenelighed

For de første versioner af specifikationerne til og med "2.3.0d" var der behov for mange funktionelle justeringer for at implementere ERTMS produkter i et projekt, dette omtales også som nationale løsninger og skyldtes, at ERTMS specifikationerne manglede en del funktionalitet og havde en del uklarhed. Dette kan også ses af antallet af rettelser indført ved opdateringen til første udgave af baseline 3 (version 3.3.0). For at sikre investeringerne i de første strækninger og stabiliteten fremadrettet, blev der indført en ny funktion og styringsproces fra og med version 3.3.0, denne funktion er "System Version Management". Processen sikrer, at nye versioner af specifikationen er forenelig med alle gyldige tidligere versioner og med nye versioner af baseline 3.

Foreneligheden mellem versioner i toget og versioner i infrastrukturen illustreres i følgende tabel.

		Ombordsudrustning			
		"2.3.0d"	3.3.0	3.4.0	3.6.0
Infrastruktur	"2.3.0d"	Ja*	Ja*	Ja*	Ja*
	3.3.0	Nej	Ja	Ja	Ja
	3.4.0	Nej	Ja*	Ja	Ja
	3.6.0	Nej	Ja*	Ja	Ja

Ja\* betyder, at foreneligheden forudsætter projektspecifik analyse og test. For projekter baseret på "2.3.0d" var dette normen. Da version 3.3.0 blev erstattet af 3.4.0 gælder dette også version 3.3.0, men da antallet af rettelser mellem 3.3.0 og 3.4.0 er lavt (26 rettelser) er analysen og testen meget begrænset.

### *Anvendte ERTMS versioner*

Produktudviklingen hos de tre leverandører er på lidt forskellige stader, hvilket medfører, at deres produktcertifikater er baseret på enten version 3.3.0 med derogation eller version 3.4.0 med derogation. Derogation-processen er nødvendig, da produktcertifikater alle er udstedt mod tidligere udgaver af direktivet. Alstom har anvendt et opdateret produkt, der har certifikat mod den gældende version 3.4.0 men efter direktiv 2015/14, hvor Thales har anvendt deres gamle 3.3.0 produkt med alle rettelser op til version 3.4.0 tilføjet, men hvor certifikatet stadig er mod 2012/696.

Område	Produktcertifikat til	Implementeret funktionalitet
Fjernbane Øst (Alstom)	3.4.0	3.4.0
Fjernbane Vest (Thales)	3.3.0	3.4.0
Onboard (Alstom)	3.3.0	3.3.0 + udvalgte ændringer fra 3.4.0 og 3.6.0

I forbindelse med planlagte softwareopdateringer vil ERTMS produkterne på Fjernbane Vest og Onboard blive certificeret til de gældende versioner, det vil sige at Fjernbane vest vil blive certificeret til version 3.4.0 i 2019. For ombordsystemet er der en kontraktuel uenighed mellem Banedanmark og Alstom, idet version 3.4.0 ifølge Banedanmark er inkluderet i Alstoms kontrakt uden meromkostning for Banedanmark, hvorimod Alstom hævder dette ikke er tilfældet. Alstoms nuværende produkt (SW2.4.4) lever ikke fuldt op til kontraktens krav og vil således under alle omstændigheder skulle opdateres under kontrakten. Det er Banedanmarks vurdering, at dette ikke kan ske uden at Alstom samtidig gennemfører produktcertificering til en af de fuldgældige versioner 3.4.0 eller 3.6.0.

Det nuværende ombordsystem er foreneligt med infrastrukturen, men er baseret på en 4 år gammel Alstom produktversion, som Banedanmark har midlertidigt accepteret af hensyn til fremdriften i infrastrukturprojekterne. Når infrastrukturen i hovedstadsområdet skal fornyes med ERTMS i anden halvdel af 2020'erne, er der behov for version 3.6.0 i togenes ombordudstyr af hensyn til kommunikationskapaciteten omkring København H. Alstom har leveret nyere produkter baseret på version 3.4.0 i andre projekter og planlægger at levere produkter efter version 3.6.0 i England i slutningen af 2019. Norge har ligeledes indgået kontrakt om levering af onboard version 3.6.0 fra Alstom. Banedanmark har indarbejdet 90 mio. DKK i den nyligt gennemførte rebudgettering til opdateringen til Onboard version 3.6.0 senest i midten af 20'erne. På det tidspunkt må det forventes, at den konsoliderede version er udviklet og i drift mange steder. Opdatering af ombordsudrustningen til version 3.6.0 består primært i installationen af en opdateret produktsoftware, men på grund af ændringerne til datakommunikationen vil der også skulle ske en opdatering af dataradioen.

### *Eftervisning af forenelighed*

Uanset om der anvendes ERTMS versioner, hvor specifikationen er dokumenteret forenelig eller ej, vil der være behov for gennemføre test af leverandørens produkter og deres integration med andre systemer. Dette sikres i Banedanmark ved gennemførelse af produkt- og systemintegrations-test. Disse test omfatter hele signalsystemet og ikke kun ERTMS systemerne. Testforløbet starter med leverandørens fabrikstest, der verificeres af leverandørens bemyndigede organ (S-NoBo), det fortsætter i Banedanmarks integrationstestlaboratorium (JTL) og afsluttes på de første ERTMS strækninger med verifikation af Banedanmarks bemyndigede organ (G-NoBo). ERTMS forenelighedstesten vises med grønt i følgende testproces.



(PICO=komponenttest efter installation, SIT=korrespondancetest, SCO=overvåget drift)

Når nye softwareversioner indføres i ERTMS infrastrukturen eller onboard, skal testprogrammet gennemføres for alle elementer berørt af ændringerne. Dette gælder ligeledes, når nye onboard-systemer indføres f.eks. med DSBs nye eltogsæt og ellokomotiver.

### Europæiske erfaringer

Strækninger, der har været i drift i flere år, er generelt bygget på basis af 2.3.0d med nationale tillæg, tog er de seneste år udrustet med baseline 3 (enkelte version 3.3.0 men hovedsageligt version 3.4.0). Strækninger, der er sat i drift med 2.3.0d, er indtil videre ikke blevet opdateret til baseline 3, idet der ikke er store funktionelle gevinster, når de nationale tillæg er etableret og det er eftervist at baseline 3 tog kan køre på strækningerne. Sverige har dog besluttet at opdatere deres 4 idriftværende 2.3.0d strækninger til version 3.6.0.

Infrastrukturprojekter udbydes i dag efter version 3.4.0 (f.eks. Tyskland) eller 3.6.0 (f.eks. Norge, Sverige, Italien og Storbritannien). Ombordprojekter udbydes i dag hovedsageligt efter version 3.6.0 (f.eks. Norge, Sverige, Storbritannien, Italien, Spanien), fra 2019 vil det i henhold til interoperabilitetsdirektivet ikke længere være lovligt at levere ombordudstyr efter version 2.3.0d.

Følgende oversigt viser europæiske strækninger med signalsystemer baseret på ERTMS 2, der driftsmæssigt er sammenlignelige med fjernbanen.

Land	Strækninger	Længde	Version	Tog version	Status
Nederlandene	Rotterdam - Zevenaar,	93 km	2.3.0d	2.3.0d	I drift
	Amsterdam - Utrecht	30 km	2.3.0d		I drift
	Lelystadt - Zwolle	70 km	2.3.0d		I drift
	Resten af jernbanenettet	4000 km	3.6.0		Plan
Schweiz	Mattstetten-Rothrist,	45 km	2.3.0d	2.3.0d, 3.3.0 og 3.4.0	I drift
	Lötschberg tunnelen (Spiez - Brig)	35 km	2.3.0d		I drift
	Gotthard tunnelen (Erstfeld - Bodio)	57 km	2.3.0d		I drift
	Lausanne – Villeneuve	30 km	2.3.0d		I drift
Norge	Sarpsborg-Ski	80 km	2.3.0d	2.3.0d 3.6.0	I drift
	Resten af jernbanenettet	4000 km	3.6.0		Kontrakt
Storbritannien	Shrewsbury-Aberrystwyth/Pwllheli	215 km	2.3.0d	2.3.0d, 3.3.0/ 3.4.0 3.6.0	I drift
	Thameslink core (Sct. Pancras-Blackfriars)	8 km	3.4.0		I drift
	London Paddington - Bristol	300 Km	3.6.0		Plan
	London Kings Cross - Doncaster	290 km	3.6.0		Plan
	London Euston - Hanslope Junction	90 km	3.6.0		Plan
	London St. Pancras – Loughborough	180 km	3.6.0		Plan

Sverige	Nyland - Umeå	190 km	2.3.0d	2.3.0d	I drift
	Boden - Haparanda	161 km	2.3.0d		I drift
	Sundsvall - Nyland	130 km	2.3.0d		I drift
	Repbäcken – Malung	130 km	2.3.0d		I drift
	Riksgränsen – Boden - Luleå	473 km	3.6.0		3.6.0
	Resten af jernbanenettet	9.500 km	3.6.0	3.6.0	Plan
Østrig	Wien – St. Pölten,	60 km	2.3.0d	2.3.0d	I drift
	Kundl – Baumkirchen,	40 km	2.3.0d	2.3.0d	I drift
	Kufstein – Brenner	108 km	2.3.0d	2.3.0d	I drift
Italien	Milano - Chiasso	51 km	3.6.0	3.6.0	Kontrakt
	Milano -Treviglio	32 km	3.6.0		Kontrakt
	Rome Termini - Casilina/Ciampino	15 km	3.6.0	Plan	
	Milan Porta Garibaldi - Lambrate	5 km	3.6.0	Plan	

Som det fremgår, er der kun i England – og snart også i Danmark – ERTMS 2 baseline 3 systemer i drift. De lande, der har en større etableret ERTMS infrastruktur, har naturligvis etableret denne på basis af 2.3.0d (eller ældre udgaver), der var gældende, da de blev idriftsat, men nye projekter sker hovedsageligt ved brug af baseline 3. Undtagelsen er lande, hvor jernbanemateriel udrustet med onboard 2.3.0d, uden en kontrakt om softwareopdatering, blokerer for opdatering af infrastrukturen til baseline 3 (f.eks Belgien, Østrig og delvist Schweiz).