



28.12.2006

Rataverkko-osasto / Ratatietoyksikkö
Aki Härkönen
aki.harkonen@rhk.fi

Versio 1.0

EUROOPPALAISEN RAUTATIELIIKENTEEN HALLINTAJÄRJESTELMÄN (ERTMS) SUOMEN KANSALLINEN TOTEUTTAMISSUUNNITELMA

1 Sisällysluettelo

1 Sisällysluettelo	1
2 Tiivistelmä	3
3 Lyhenteet.....	4
4 Taustaa kansallisen suunnitelman luonnille.....	4
4.1 Vuoden 2004 suunnitelma.....	4
4.2 Suunnitelman luomisesta v. 2006	5
5 Kohderadat.....	6
5.1 GSM-R-verkko puheen siirtoon.....	6
5.2 GSM-R-verkko datatiedonsiirtoon tasoa 2 varten.....	6
5.3 ERTMS/ETCS-radat	8
6 Tekniset vaatimukset	10
6.1 ERTMS/ETCS:n toiminnalliset tasot.....	10
6.1.1 Yleistä.....	10
6.1.2 ERTMS/ETCS taso 1.....	11
6.1.3 ERTMS/ETCS taso 2.....	12
6.1.4 ERTMS/ETCS taso 3.....	12
6.2 Vähäliikenteiset radat ja mahdollinen ERTMS Regional -konseptin käyttö	13
6.3 Veturilaitteet.....	13
6.3.1 Olemassa olevan kaluston vaatimukset	13
6.3.2 Uuden kaluston vaatimukset.....	14
7 Käyttöönnoton strategia ja suunnittelu	15
7.1 Käyttöönnottoon valmistautuminen koulutuksella eri organisaatioissa.....	15
7.1.1 Koulutus veturilaitteisiin	15
7.2 Käyttöönottosuunnitelma	16
7.2.1 Ratalaitteet.....	16
7.2.2 Veturilaitteet	16
7.2.3 Sm5 (Flirt-junat) rautatieyrittys Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy	17
7.2.4 Ratatyökoneet	18
7.2.5 Kalustotyypikohtaiset hyväksynnät.....	18
7.2.6 Sarja-asennukset	18
8 Siirtymästrategia	18
8.1 STM-kehitystyö (STM-E, "European Supervision").....	19

061228_ERTMS_Suomen_toteuttamissuunnitelma_v_1.0_AkH.doc

Postiosoite/Postadress
PL 185, 00101 Helsinki
PB 185, FI-00101 Helsingfors

Käyntiosoite/Besöksadress
Keskuskatu 8, 7. krs
Centralgatan 8, 7 tr

Puhelin/Telefon
(09) 5840 5111
+358 9 5840 5111

Fax
(09) 5840 5100
+358 9 5840 5100

Sähköposti/E-post
kirjaamo@rhk.fi
info@rhk.fi

Kotisivu/Hemsida
www.rhk.fi



RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

RHK RAO Rty /AKH

ERTMS-
TOTEUTTAMIS-
SUUNNITELMA

2 (25)

28.12.2006

8.2 STM-kehityksen tuleva polku (STM-N, ”kansallinen STM”).....	19
8.3 Vetureiden kalustus STM- ja ETCS-laitteilla	19
8.4 Vetureiden kalustus GSM-R-radiolla.....	20
8.5 Vetureiden kalustus GSM-R:llä ERTMS tasoa 2 varten.....	21
8.6 Luokan B järjestelmän ATP-VR/RHK korvaaminen ETCS tasolla 1	21
8.7 ETCS tason 2 valmistautuminen eli asetinlaitteiden valmius radiosuojastuskeskusten (RBC) liittämiseen	22
9 Mahdolliset rajoitukset.....	22
9.1 Nykyisen luokan B järjestelmän ATP-VR/RHK taloudellinen käyttöikä, ratalaitteet.....	22
9.1.1 Veturilaitteet	24
10 Taloudellisten vaikutusten arviointi.....	24
10.1 EU-tuesta.....	24
10.2 Veturilaitteiden kustannusarviot	25
10.3 Ratalaitteiden kustannusarviot	25



28.12.2006

2 Tiivistelmä

Tämä kansallinen toteutussuunnitelma on toteutettu kuvaamaan Suomen kansallista tahotilaa ja kykyä eurooppalaisen rautatieliikenteen hallintajärjestelmän toteuttamiseen.

Suomi ottaa käyttöön nykyisen analogisen linjaradion asemesta rautateiden GSM-R-radiopuhelimen, jonka radioverkkorakentaminen on aloitettu ja joka rakennetaan käyttövalmiiksi vuosien 2006–2009 välisenä aikana. Radioiden veturiasennukset toteutetaan vuosina 2008–2012.

Junakulunvalvontapuolella on Suomessa käynnissä veturilaitteissa ns. sovitustiedonsiirtomoduulin (STM) kehitystyö, jonka avulla luotavalla tuotteella ja ETCS-veturilaitteilla asennetuilla junilla voidaan liikennöidä sekä nykyisen junakulunvalvonnan että tulevan eurooppalaisen junakulunvalvonnan ratalaitteilla varustetuilla radoilla. STM-kehitystyö on ollut käynnissä vuodesta 2003 ja jatkuu siten, että kaluston varustaminen STM- ja ETCSveturilaitteilla olisi mahdollista vuodesta 2013 alkaen.

Ratalaittepuolella on nykyisen junakulunvalvonnan suhteellisen vähäisen teknisen käyttöiän vuoksi syytä hyödyntää nykyasennuksia pitkälle 2010-luvulle. Ensimmäiset ETCS-radat toteutetaan vuosina 2019–2025, kun kriittinen massa veturilaitteita on asennettu ETCS:n ja STM:n yhdistelmillä, jotka takaavat junien liikennöintikyvyn koko rataverkolla. Tulevissa turvalaittehankinnoissa varaudutaan ETCS tason 1 ja 2 ratkaisujen mahdollisuuteen jälkiasennuksena (esiasennus).

Tekniset edellytykset sekä GSM-R:ssä, että ETCS:ssä ovat yhä vuonna 2006 osin puutteellisia ja suomalainen käyttöönotto on siksi suhteellisen varovaista ja riskejä välttävää ja kustannuksia lykkäävää. Vuonna 2006 esiin tulleet ongelmat STM-kehityksessä ovat oleellisesti lykänneet suomalaista ERTMS-toteutusta myöhäisemmäksi.



28.12.2006

3 Lyhenteet

Tässä dokumenteissa käytettyjen lyhenteiden selitykset:

ATP-VR/RHK	nykyisen junakulunvalvonnan (JKV) kansainvälinen nimi
ERTMS	Eurooppalainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä (eng. European Rail Traffic Management System)
ETCS	eurooppalainen junakulunvalvontajärjestelmä (engl. European Train Control System)
GSM-R	Rautateiden GSM (engl. Global System for Mobile Communication – Railways)
JKV	junakulunvalvonta
RBC	radiosuojastuskeskus (engl. Radio Block Center)
RHK	Ratahallintokeskus (valtion virasto, radanpitoviranomainen)
RVI	Rautatievirasto (valtion virasto, rautatieturvallisuusviranomaisen)
STM	sovitustiedonsiirtomoduuli (engl. specific transmission module)
VRO	VR Osakeyhtiö (rautatieyrittäjä)
VRR	VR-Rata Oy (radanrakennusyrittäjä)

4 Taustaa kansallisen suunnitelman luonnille

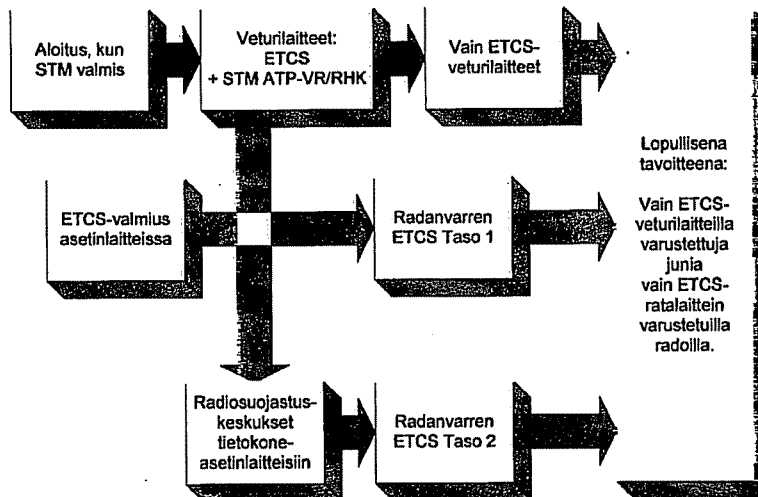
4.1 Vuoden 2004 suunnitelma

Vuoden 2004 suunnitelma korosti valitun sovitustiedonsiirtomoduulin (STM) kehittämiseen perustuvaa veturilaitestrategiaa, jonka mukaisesti v. 2003 on solmittu laitetoimittaja Ansaldo Signal Sweden AB:n ja RHK:n välinen kehityssopimus. Kun STM-kehitys on saatu valmiiksi, voidaan aloittaa vetureiden asentaminen ja siten luoda valmius ratalaitesennusten hyödyntämiseen.

Vuoden 2004 suunnitelmassa Vantaalla sijaitsevalle Suomen päälentokentälle rakennettava uusi Kehärata olisi ollut eräs ETCS-pilottiradoista.



28.12.2006



Kuva 1: Kehityspolku alkaa STM-kehityksen tuottaman STM:n ja ETCS-veturilaitteiden asennuksilla ja etenee ratalaitevalmiuksien luonnilla.

4.2 Suunnitelman luomisesta v. 2006

Suomen kansallisen ERTMS-toteuttamissuunnitelman luontiin vuoden 2006 toisella puoliskolla ovat osallistuneet:

Aki Härkönen	Ratahallintokeskus (RHK), ratatietoyksikön päällikkö (pj.)
Markku Nummelin	RHK, tekninen johtaja
Veli-Matti Kantamaa	RHK, turvalaite- ja sähköyksikön päällikkö
Laura Järvinen	RHK, ylitarkastaja
Markku Voutilainen	RHK, ylitarkastaja
Seppo Salo	RHK, ylitarkastaja
Juha Inkilä	VR Osakeyhtiö (VRO), suunnittelupäällikkö
Paavo Nikula	VRO VR Engineering, elektroniikka- ja sähkötekniikkaryhmän päällikkö
Erkki Airaksinen	VRO VR Engineering, projekti-insinööri
Lassi Matikainen	Oy VR-Rata Ab (VRR) Kunnossapidon liiketoiminta, johtaja
Seppo Taskinen	VRR Rautatiesuunnittelu, turvalaiteryhmän päällikkö
Pekka Pirttikoski	Rautatievirasto (RVI), johtava asiantuntija
Matti Vesanen	Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy, projektijohtaja

Suunnitelma toteutettiin tekstikatkelmien kirjoitusvastuuta jakaen.



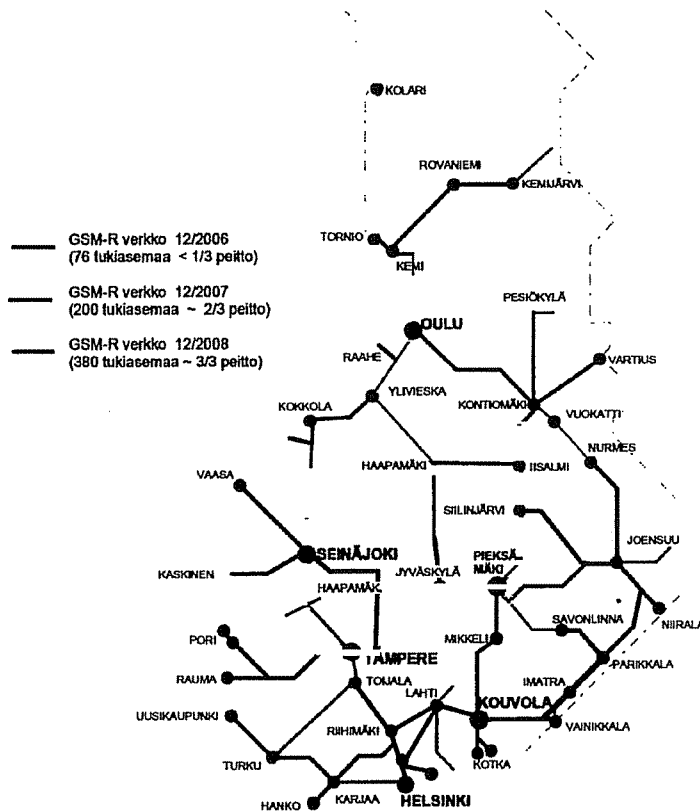
28.12.2006

5 Kohderadat

5.1 GSM-R-verkko puheen siirtoon

Pääsääntöisesti kaikki rataverkon radat tullaan varustamaan GSM-R verkolla, lukuun ottamatta joitakin vähäliikenteisiä rataosia. GSM-R-verkon piti olla alun perin valmis vuoden 2006 loppuun mennessä mutta sen tulee viivästymään. Valmistumisaika on tällä hetkellä arvioitu junaliikenteelle vuodeksi 2009.

GSM-R-verkko on edellytys ratojen ERTMS/ETCS tason 2 varustamiseen. Nyt GSM-R-verkkoon ei tule tason 2 edellyttämiä ominaisuuksia, mutta GSM-R-verkossa pyritään tason 2 valmiuteen, vaikka joillakin rataosilla käyttöön tulee taso 1.



Kuva 2: GSM-R-verkon peittoalueet ja rakentamisaikataulu sinisellä <1/3 peitto (76 tukiasemaa, 12/2006), punaisella ~ 2/3 peitto (200 tukiasemaa, 12/2007), vihreällä ~3/3 peitto (380 tukiasemaa, 12/2008).

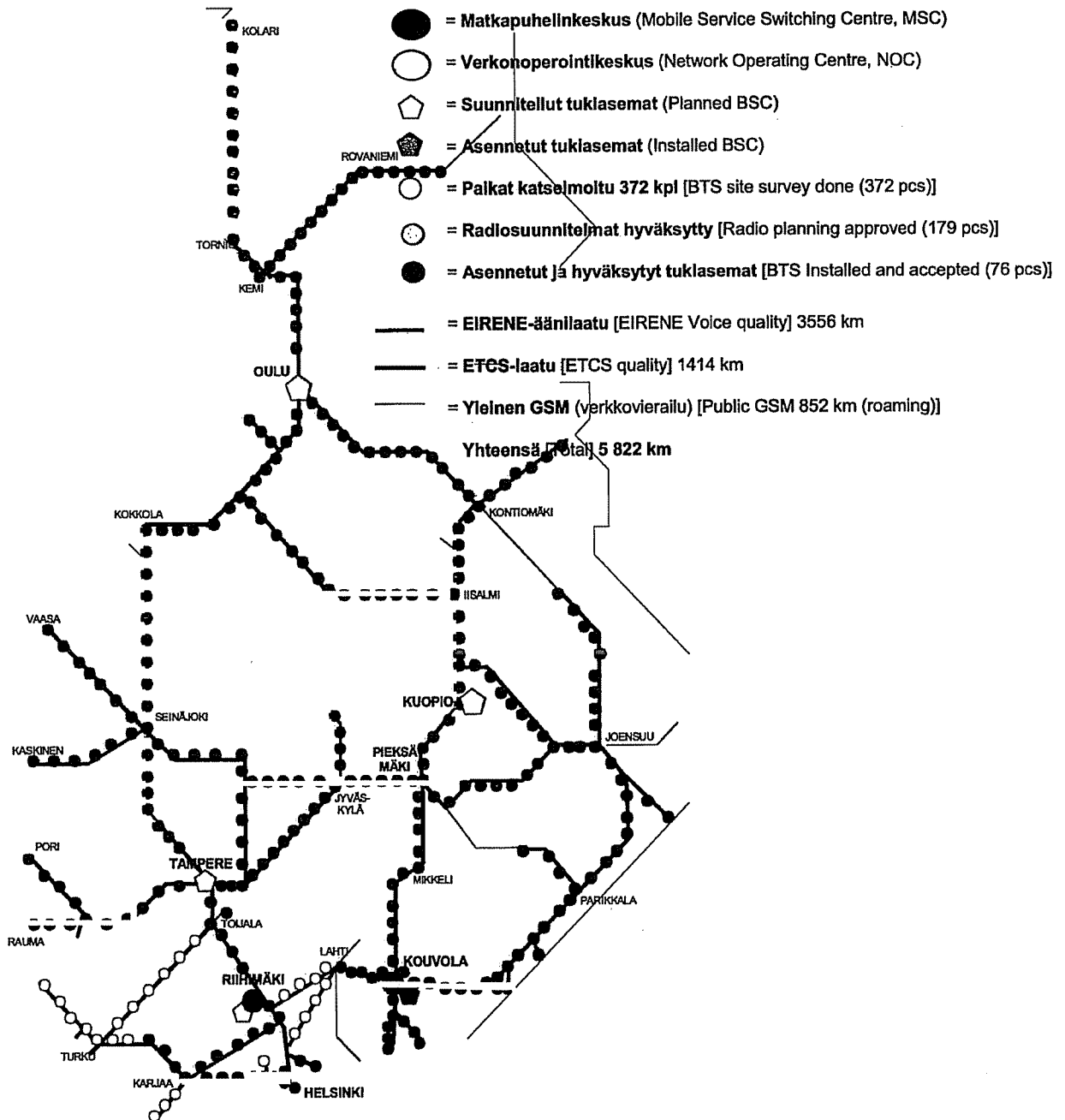
5.2 GSM-R-verkko datatiedonsiirtoon tasoa 2 varten

ETCS tason 2 ei pitäisi tuoda mitään lisävaatimuksia radioverkon peittoon niille rataosille, jotka on rakennettu tai rakennetaan ETCS vaatimuksien mukaisiksi (ks. kuva 3).



28.12.2006

ETCS:n signaalien siirron käytettävyyksvaatimukset voivat kuitenkin edellyttää GSM-R verkon laitteiden kahdennuksia.



Kuva 3: GSM-R-verkon rakentamistilanne (10/2006)



28.12.2006

Helsingin alueella GSM-R-radioverkon kapasiteetti (käytävissä olevat taajuudet) eivät tämän hetken näkemyksen mukaan riitä kaikkeen suunniteltuun käyttöön, varsinkin jos ETCS toteutetaan suunnitellun pakettikytkentäisen asemesta nykyisen ratkaisun mukaisesti piirikytkentäisenä:

- junaliikenteen ohjaus
- saattoliikenne
- vaihtotyö
- kunnossapito
- ETCS
- muu käyttö (hallinnollinen)

5.3 ERTMS/ETCS-radat

Vuonna 2004 tehdyssä strategiassa on tutkittu ja määritelty ensimmäiset rataosat, jotka varustettaisiin ETCS-ratalaitteilla. Perusteet rataosien muutoksiin eivät ole ratkaisevasti muuttuneet ja käyttöönottosuunnitelmaan on otettu samoja rataosia. Aikatauluja on kuitenkin siirretty hieman eteenpäin. Tämä johtuu pitkälti siitä, että halutaan odottaa mihin suuntaan markkinat kehittyvät ja että saatavilla on toimivia tuotteita, jotka on testattu ja otettu käyttöön jossain muualla.

Lisäksi uusina rataosina on otettu mukaan Kerava–Lahti–Luumäki–Vainikkala.

Ensimmäiset radat toteutetaan ETCS:lle vuosien 2019–2025 välisenä aikana:

- Kehärata (esiasennus tai kaksoiskalustus radalla)
- Helsinki-Tikkurila-Kerava
- Kouvola-Kotka-Hamina
- Parikkala-Joensuu
- Pieksämäki-Iisalmi
- Luumäki-Lappeenranta
- Lahti-Luumäki-Vainikkala
- Kerava-Lahti



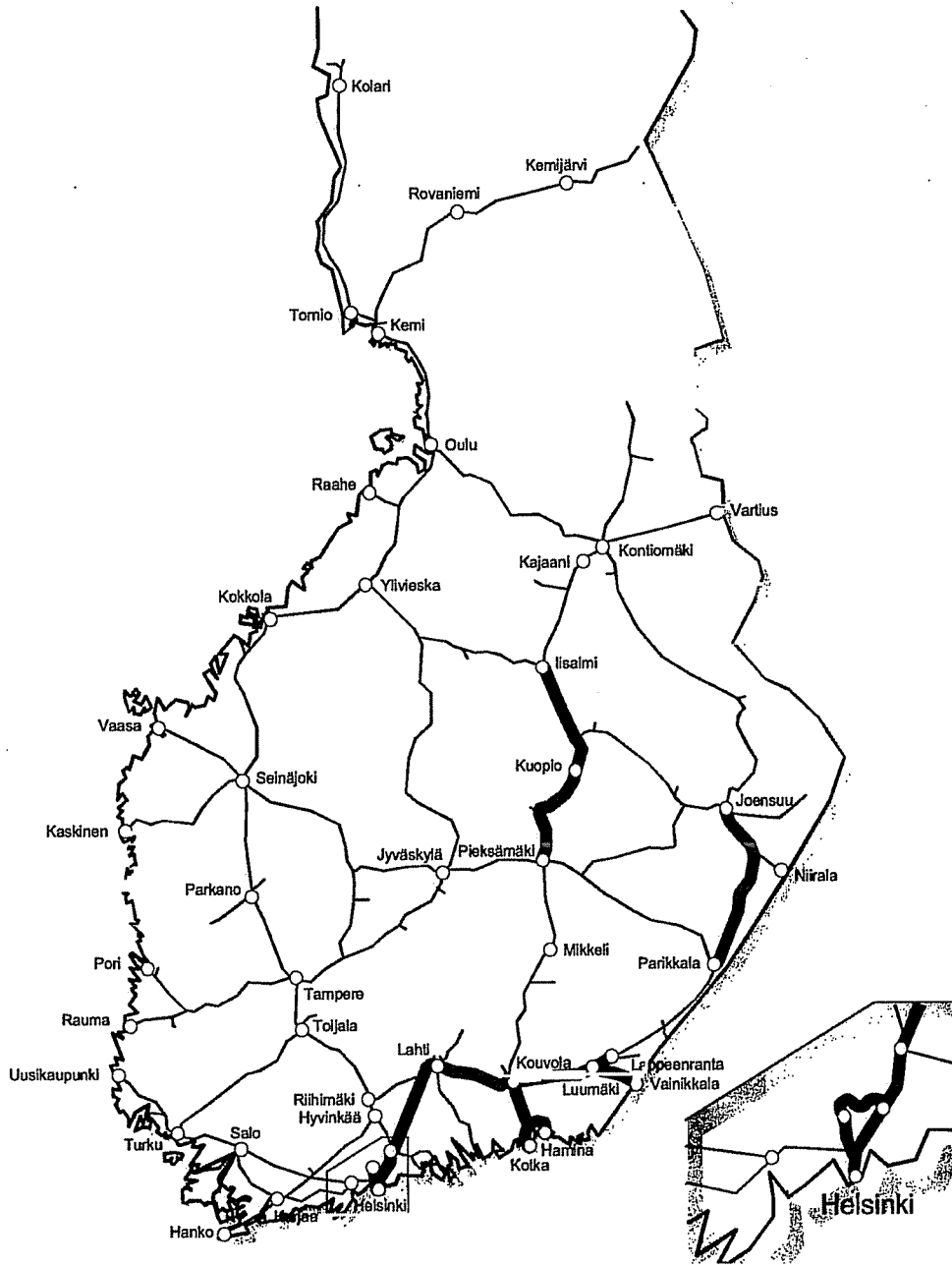
RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

RHK RAO Rty /AKH

ERTMS-
TOTEUTTAMIS-
SUUNNITELMA

9 (25)

28.12.2006



Kuva 4: Mahdolliset ETCS-radat (pilottiradat punaisella, aloitusverkko sinisellä)



6 Tekniset vaatimukset

6.1 ERTMS/ETCS:n toiminnalliset tasot

6.1.1 Yleistä

ETCS laskee jarrutuskäyrän infrastruktuurista välitettyjen tietojen sekä ETCS-järjestelmään syötettyjen tai RBC:n kautta välitettyjen junatietojen perusteella. Jarrutuskäyrään vaikuttavat useat eri tekijät, kuten kelitieto, vaihteiden asento yksikölle varmistetulla kulkutiellä ja etäisyys seuraavaan nopeutta rajoittavaan tekijään.

Jarrutuskäyrään vaikuttavat tekijät tulee määritellä tarkoin maakohtaista sovellusta kehitettäessä, koska jarrutuskäyrään vaikuttavia tekijöitä ei ole määritelty tarkoin ERTMS-spesifikaatioissa, joten jokaisessa ERTMS-sovelluksessa tekijät voivat vaihdella maakohtaisten tarpeiden mukaan. Vähimmäisvaatimuksena toiminnallisuuden säilyttämiseksi nykyisellä JKV:n tarjoamalla tasolla on, että vähintään JKV:n huomioon ottamat tekijät huomioidaan myös ERTMS:n jarrukäyrän laskemisessa. Näiden lisäksi on huomioitava ERTMS:ltä edellytetyn toiminnallisuuden vaatimat jarrutuskäyrään liittyvät tekijät.

ERTMS-spesifikaatioissa ei ole huomioitu käyttöjarrutusta, vaan ETCS-järjestelmä laskee ainoastaan hätäjarrutuskäyrän. Mikäli hätäjarrutuskäyrän suurin sallima nopeus olisi vaikka vain hetkellisesti ylitetty, tarvitsee yksikön pysähtyä aina kokonaan ennen matkan jatkamista. Hätäjarrutuksen ollessa ensimmäinen ETCS-järjestelmän suorittama väliintulo ongelmia aiheutuu käytettävyyteen, koska hätäjarrutuksen aikana jarrutusta ei voida irtottaa kesken, vaikka nopeus olisi laskenut alle junalle sallitun nopeuden. Tämä ja jarrutuksen voimakkuus saattaa aiheuttaa haittoja liikenteen sujuvuudelle sekä ylimääräisiä kustannuksia lovipyörien vuoksi.

Oheisesta taulukosta näkyy eri ETCS-tasojen tarvittavat laitteet kalustossa ja radassa:

ETCS taso	veturilaitteet		ratalaitteet			
	junan yhtenäisyyden valvonta	tiedon-siirto	koodaimet (LEU)	näkyvät opastimet	raide-osuuksien vaapaanalon ilmaisu	radio-suojatuskeskukset (RBC)
1	ei	baliisit +silmukat (optio)	kyllä	kyllä	kyllä	ei
2	ei	baliisit + radio	ei	ei	kyllä	kyllä
3	kyllä	baliisit + radio	ei	ei	ei	kyllä



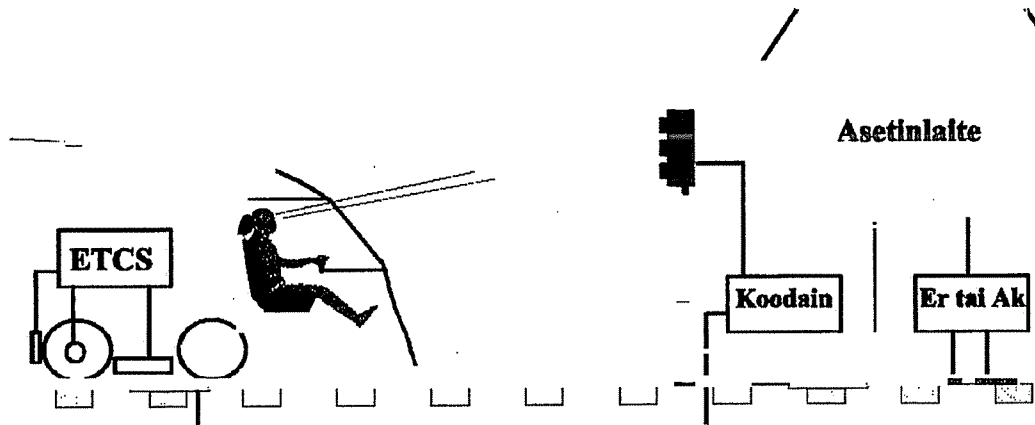
28.12.2006

Ratalaitteissa ETCS taso 1 soveltuu hyvin radoille, joissa on jo olemassa näkyvät opastimet ja jossa on järkevää tuottaa tieto koodaimille kunkin opasteen kohdalla. ETCS taso 2 on oikea vaihtoehto niissä tapauksissa, missä ei ole käytettävissä opasteita ja jossa tieto voidaan lähettää radiosuojastuskeskuksen kautta GSM-R verkon välityksellä. Ratalaitteiden rakenteen erilaisuuden vuoksi ei ole mahdollista muuttaa tason 1 laitteita tasolle 2.

ETCS taso 3 on jatkokehitys ETCS-tasolle 2. Tällä tasolla juna määrittelee paikkansa radion ja radiosuojastuskeskuksen avulla ja junan yhtenäisyys valvotaan junassa olevan laitteiston avulla. Sen vuoksi radassa ei tarvita laitteita radan vapaana olon ilmaisuun. Tämä vaihtoehto yksinkertaistaa merkittävästi ratalaitteita.

6.1.2 ERTMS/ETCS taso 1

ERTMS/ETCS taso 1 on pistemäinen kulunvalvonta, jossa veturilaitteen laskemaa jarruskäyrää päivitetään koodaimen kautta ohjattavien eurobaliisien kautta. Taso 1 vaatii näkyvät opastimet sekä raideosuuksien vapaanaolon ilmaisuun, miltä osin ERTMS/ETCS taso 1 on hyvin samankaltainen nykyisin käytössä olevan junakulunvalvonnan (JKV) kanssa, joka on kehitetty Ebicab 900 -kulunvalvontajärjestelmästä. Veturilaitteiden kulunvalvontatietoa voidaan päivittää eurobaliisilta, eurosilmukasta tai GSM-R -verkon kautta saatavan lisäajotiedon perusteella, mikä mahdollistaa sujuvamman liikennöinnin.



AKH 2002

Kuva 5: Havainnekuva ETCS Taso 1

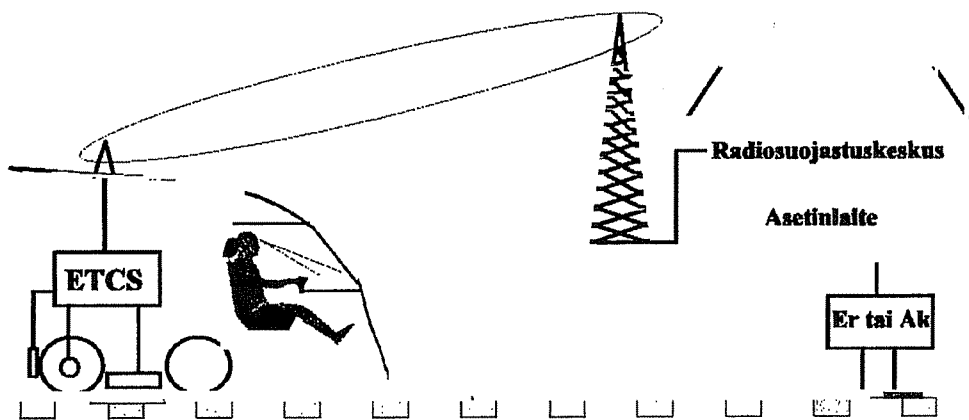
[* Tiedonsiirto: eurobaliisit välittävät yksisuuntaisesti ja pistemäisesti tiedot junaan (opastinkäsitteet, nopeustiedot jne.)

- * radan varressa opastimet ja veturissa veturilaite (nopeudenvälvonta)
- * asetinlaite, raidevirtapiirit, akselinlaskenta ja linjasuojastus
- * mahdollisuus lisäajotietoon silmukoilla tai radoilla]



6.1.3 ERTMS/ETCS taso 2

ERTMS/ETCS tasolla 2 ajolupa välitetään radiosuojastuskeskuksesta (RBC) veturiin GSM-R -verkon kautta. Tasolla 2 ei tarvita näkyviä opastimia, mutta raideosuuksien vapaanaolon ilmaisu on edelleen tarpeen. Ainostaan kiinteästi koodattuja eurobaliiseja tarvitaan rataverkolle. Eurobaliisit toimivat tasolla 2 referenssipisteinä, jotta junan tarkka sijainti voidaan määrittää.



AKH 2002

Kuva 6: Havainnekuva ETCS taso 2

[* Tiedonsiirto: kaksisuuntainen GSM-R-radorajapinta

* eurobaliisit ”kilometripylväinä”

* ei radan varren opastimia, vain veturilaitteen opasteet

* raiteen vapaailmaisuus raidevirtapiireillä ja akselinlaskennalla

* linjasuojastus]

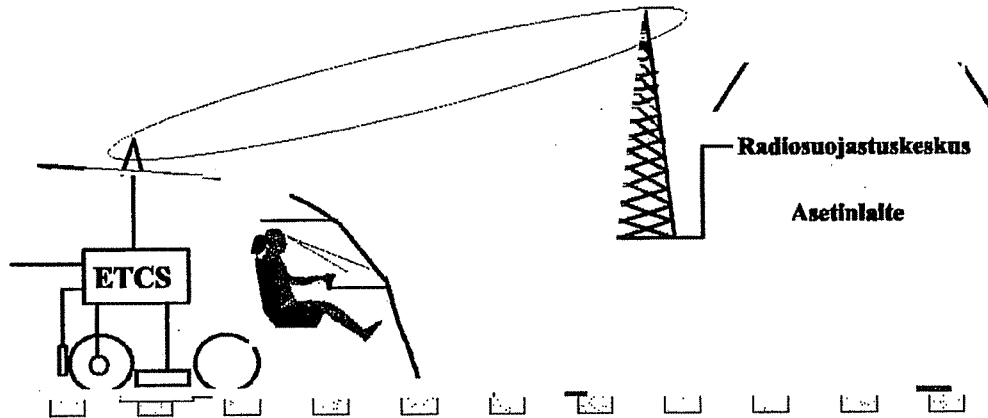
6.1.4 ERTMS/ETCS taso 3

ERTMS/ETCS tasolla 3 käytetään GSM-R -verkkoa sekä ajoluvan välittämiseen että junan sijainnin määrittämiseen. Raideosuuksien vapaanaolon ilmaisua ei tarvita, koska junan sijainnin määrittäminen hoidetaan GSM-R -verkon kautta ja junan kokonaisuuden tarkastus on junassa oleva järjestelmä. ERTMS/ETCS taso 3 tuo mahdollisuuden liikkuvaan suojaväliin, jossa liikenteessä olevien junien väliset turvallisuuden vaatimat minimietäisyydet määräytyvät junien ominaisuuksien sekä junien nopeuksien perusteella.

Tason 3 ratkaisut ovat tulevaisuuden kehitystä, jossa tekniikkaa siirtyy enenevässä määrin ratalaitteista juniin ja sen käyttöönotto edellyttää tulevaisuudessa melkoisia investointeja kalustoon. Tason 3 ratkaisujen käyttöönotto Suomessa ei ole näköpiirissä.



28.12.2006



AKH 2002

Kuva 7: Havainnekuva ETCS taso 3

[* Tiedonsiirto: kaksisuuntainen GSM-R-radorajapinta

* eurobaliisit ”kilometripylväinä”

* ei radan varren opastimia, vain veturilaitteen opasteet

* raiteen vapaailmaisuus junan paikan ja junan kokonaisuudenvälvönnän perusteella

* suojastus kiinteä, virtuaalinen tai liikkuva

* ETCS-junat]

6.2 Vähäliikenteiset radat ja mahdollinen ERTMS Regional -konseptin käyttö

Koska suuri osa Suomen rataverkkoa on vähäliikenteisiä, tulee ERTMS-varustuksessa pyrkiä ko. vähäliikenteisten rataosien varustuksessa soveltamaan erilaisia räätälöityjä ratkaisuja, jotka eivät edellytä raskaiden asetinlaitteiden ja täyden ratalaittevarustuksen rakentamista, vaan soveltamalla erikoisratkaisuja, voidaan toiminnallisesta turvallisuudesta tinkimättä ylläpitää vähäliikenteistä rataverkkoa ja varustaa se ETCS-yhteensopivalla junakulunvalvonnalla, joka veturilaitteiden kannalta on samanlainen kuin muu veturikalustus.

UIC:n kehittämä ja Ruotsin ratahallinnon pilotoima ERTMS Regional -konsepti perustuu GSM-R-radion hyödyntämiseen ja poikkeustilanteissa käyttösääntöihin – ei tekniikkaan – ja sen avulla voidaan ratalaittevarustus pitää riittävän edullisena, niin että ko. ratojen sulkeminen ei kiihdy ERTMS:n vaatiman turvalaitteiden liian korkeiden kustannusten vuoksi. Konseptin pilottikokemukset ja sen markkinakelpoisuus osoittavat, voidaanko ko. järjestelmää soveltaa Suomen rataverkolla.

6.3 Veturilaitteet

6.3.1 Olemassa olevan kaluston vaatimukset

ETCS tuo tullessaan tutkan uutena tapana mitata nopeutta. Tutkan avulla saadaan ympäri-lyönnistä tai luistosta riippumaton nopeus. Tutkasta ei kuitenkaan ole kokemuksia pohjoi-



28.12.2006

sen rankemmissa olosuhteissa (lumi, jää, ym.). Saatujen tietojen mukaan ongelmia talviolosuhteissa on esiintynyt myös Keski-Euroopassa. Ennen laajempaa käyttöä tulee saada käyttökokemuksia tutkan soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin.

Alla on lueteltu tyypillisiä teknisiä reunaehdoja, jotka on huomioitava:

- vetokalustosta saatava akustojännite
- pulssitakometri, jossa on mahdollista käyttää useampia antureita fyysisesti samassa takometrissä.
- mahdollisuus vain yhteen (1) antenniin, esim. kallistuvakorinen Sm 3 juna.

Ensisijaisena tavoitteena muuhunkin kalustoon on yhden antennin käyttö ts. että ETCS antenni pystyy lukemaan (STM moduulin välityksellä) sekä nyt RHK:n radalla olevia ATP-VR/RHK baliiseja sekä uusia ETCS baliiseja. Mikäli näin ei ole, tarvitaan järjestelmään kahdennettu antennijärjestelmä, STM:lle oma ja ETCS:lle oma antenninsa.

ETCS järjestelmään on sisällyttävä laitteisto (adapteri), joka pystyy ohjaamaan kaluston jarrujärjestelmää.

Koska Suomessa käytetään samoja vetureita sekä nopeassa henkilöliikenteessä että hitaammassa tavaraliikenteessä, on ETCS käyttöjarrutuksen pohjauttava kahteen jarruvoimakkuuteen. Tavarajunissa ei ole kiskojarraja, joten ensin jarrutetaan käyttöjarrutus yhden barin paineenalenuksella ja hätäjarrutus on sitten täysvoimainen jarrutus (=kaksi jarrutusporrasta). Henkilöjunissa taas käyttöjarrutus on jo suoraan täysvoimainen jarrutus ja hätäjarrutuksessa jarruvoimaa lisätään kiskojarrailla.

Junatietojen normaalisyytön lisäksi on oltava mahdollisuus myös ns. nopeutetulle junatietojen syötölle, ts. junayksiköiden ollessa kyseessä ei tarvitse syöttää maksiminopeutta, painoa, pituutta jne. Riittää, kun syöttää junayksikön tyyppin ja yksiköiden lukumäärän.

6.3.2 Uuden kaluston vaatimukset

Uudessa vetokalustossa on liityntöjen osalta huomioitava mm. ko. kaluston ohjaus- ja jarrujärjestelmä. Liityntöjä saattaa jatkossa olla mahdollista toteuttaa myös standardoitujen väylien (esim. MVB) kautta, jollaisia toteutuksia löytyy jo maailmalta.

Liityntöjen pitämiseksi mahdollisimman yksinkertaisina ja vakioratkaisuina kannattaa ainakin alkuvaiheessa suosia jo käytännössä toimivaksi havaittuja nykyisen kaltaisia suoria liityntätapoja toimilaitteisiin.

ETCS tuo tullessaan tutkan uutena tavan mitata nopeutta. Tutkan avulla saadaan ympäri-lyönnistä tai luistosta riippumaton nopeus. Tutkasta ei kuitenkaan ole kokemuksia pohjoisen rankemmissa olosuhteissa (lumi, jää, ym.). Saatujen tietojen mukaan ongelmia talviolosuhteissa on esiintynyt myös Keski-Euroopassa. Ennen laajempaa käyttöä tulee saada käyttökokemuksia tutkan soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin.



28.12.2006

Uudessa vetokalustossa, johon asennetaan nykyisin käytössä oleva JKV-laitteisto, on huomioitava ETCS -valmius mahdollisuuksien mukaan (ETCS-laitteiden paikat, kaapelointi, ym.). Varsinkin JKV kuljettajaneelin ja nopeusmittarin sijoitteluun on varattava isompi asennustila, johon tulevaisuudessa mahtuu myös ETCS:n DMI.

7 Käyttöönoton strategia ja suunnittelu

7.1 Käyttöönottoon valmistautuminen koulutuksella eri organisaatioissa

Käyttöönottoon valmistautuminen edellyttää rata- ja veturilaittepuolella kehitysprojekteja ja pilotointeja, joista on aloitettu STM-kehitys. STM-kehitykseen kuuluu oleellisena osana myös ETCS-koeradon asennukset.

Koulutuksellisesti tulee varmistua radanpitoviranomaisen, erilaisten palvelutoimittajien yms. organisaatioiden kyvystä toteuttaa ETCS:n suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyviä projekteja niin rata- kuin veturilaittepuolella.

7.1.1 Koulutus veturilaitteisiin

Seuraaville henkilöryhmille on annettava koulutusta veturilaitteista ennen ensimmäisten veturilaitteasennusten alkua:

- järjestelmäsuunnittelijat: mekaniikka-, sähkö-, ja paineilmajärjestelmät
- asennuksista vastaavat
- kunnossapitovastaavat
- asentajat

Koulutuksen sisältö:

- järjestelmän yleiskuvaus
- veturilaitteiston toiminnan kuvaus
- veturikytkennät, virtapiirikaaviot
- veturiasennusten suorittaminen
- laitesijoittelu
- asennusalustat, kaapelointi
- liittymät veturin järjestelmiin
- vikojen käsittely
- tietojen rekisteröinti
- kunnossapito

Seuraaville henkilöryhmille on annettava koulutusta veturilaitteista ennen koeajojen alkua:

- koeajokuljettajat
- koeajohenkilöstö



28.12.2006

Koulutuksen sisältö:

- järjestelmän yleiskuvaus
- veturilaitteiston toiminta lohkokaavio tasolla
- veturilaitteiston osien fyysiset sijainnit
- järjestelmän näytöt
- toiminta vikatapauksissa
- turvallisuusnäkökohtien huomioonottaminen

Ennen kuin järjestelmä otetaan testiajojen jälkeen käyttöön, on koulutettava tarpeellinen määrä asentajia jokaisessa kunnossapitopisteessä sekä tarpeellinen määrä veturin kuljettajia.

Koulutuksesta huolehtii kaluston omistava tai asennustoiminnasta ja kunnossapidosta vastaava yritys.

7.2 Käyttöönottosuunnitelma

Käyttöönoton suunnittelua ohjaavat ensisijaisesti tarve ja kyky nykyisen junakulunvalvonnan ratalaitteiden korvaamiseen ETCS-ratalaitteilla ja vetureiden uudelleenvarustamiseen ETCS- ja STM-veturilaitteilla.

7.2.1 Ratalaitteet

Ratalaitteiden käyttöönotto edellyttää vuosina 2007–2013 pilottiprojekteja, joissa toteutetaan ETCS tason 1 ja 2 valmiuden luominen liitännöineen valittuihin asetinlaitteisiin riittävän kattavan asennusvalmiuden saavuttamiseksi. Kun erilaisten asetinlaitteiden tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet ETCS-liityntöihin ovat tunnettuja, voidaan arvioida käytännöllisesti ETCS:n käyttöönoton pakottamat ennakkoasetinlaitteiden uudistukset ja siten radanpitoviranomaisen taloudellinen kyky laajempaan ETCS-ratalaiterakentamiseen 2010-luvun lopulla.

7.2.2 Veturilaitteet

VR osakeyhtiöllä on 30.10.2006 tilanteen mukaan JKV-veturilaitteilla varustettua kalustoa seuraavasti:

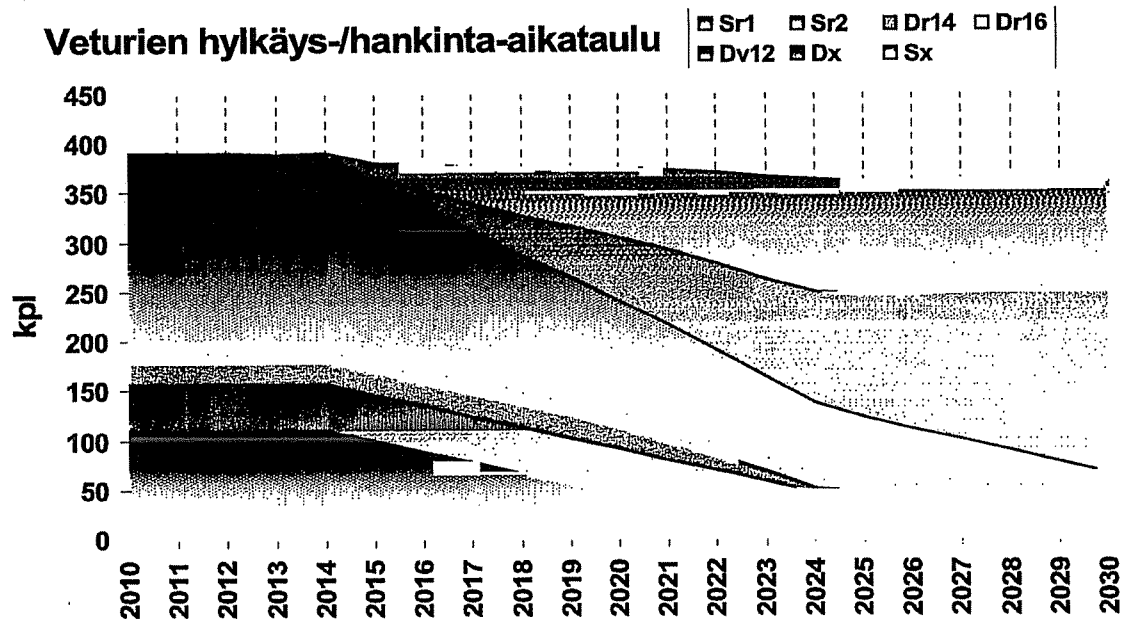
	määrä	nopeus	käyttöönottovuodet
Sähköveturit:			
Sr1	110	140	1974–1984
Sr2	46	210	1995–2003
Dieselveturit:			
Dr16	19	140	1986–1992
Dr14	13	75	1969–1972
Dv12	192	125	1964–1984
Sähkömoottorijunat:			



28.12.2006

Sm1	50	120	1968–1973
Sm2	50	120	1975–1981
Sm3	18	220	1994–2006
Sm4	30	160	1998–2004
Moottorijunat			
Dm12	16	120	2005–2006

Sm1- sarjan käyttö on suunniteltu päättyvän noin v.2015 ja Sm2-sarjan noin v.2025. Vetureiden alustavien elinkaarisuunnitelmien mukainen vanhan kaluston poisto- ja uuden hankinta-aikataulu on oheisen kaavion mukainen. Muun kaluston osalta käyttö jatkuu vuoden 2025 jälkeen.



Kuva 8: Rautatieyrittäjä VRO:n vetureiden hylkäys- ja hankinta-aikataulu 2010–2030

STM- ja ETCS-laitteiden kehitystyö tulee olla valmis noin vuoteen 2013 mennessä, jotta laitteistojen vaatimukset voidaan kaikilta osin huomioida uushankinnoissa.

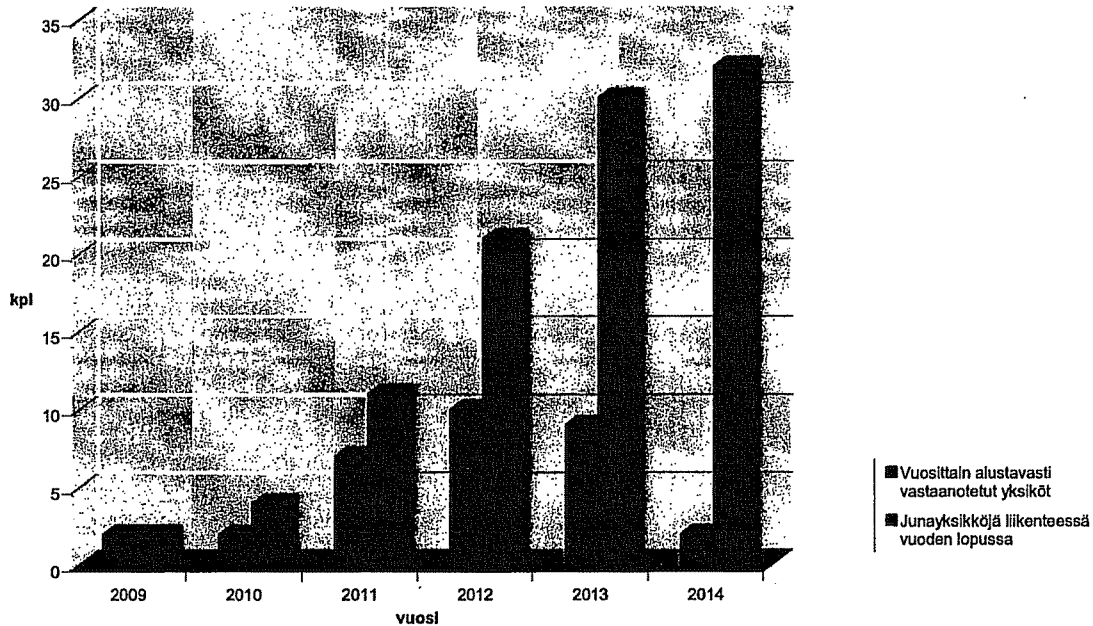
7.2.3 Sm5 (Flirt-junat) rautatieyrittäjä Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy

Uusiin Sm5-juniin ei asenneta ETCS-veturilaitteita, koska STM-kehitys ei ehdi valmistua luotettavalla aikataululla toimitussarjan alkuun ja ko. junien pääasiallisena alueena olevat radat on varustettu perinteisellä JKV:lla. Juniin tehdään asennusvalmius (tilavaraus, kaapelireitit yms. valmius), jotta myöhemmässä vaiheessa voidaan ETCS-veturilaitteiden asennus toteuttaa.



28.12.2006

Sm5 junayksiköiden toimitus vuosina 2009-2014



Kuva 8: Rautatieyrittäjä Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy:n junatoimitukset vuosina 2009–14

7.2.4 Ratatyökoneet

Suomessa on myös monet ratatyökoneet (noin 170 kpl) varustettu junakulunvalvonnan veturilaitteilla. Ratatyökoneissa tulee toteuttaa verkolla liikennöinnissä tarpeellinen ETCS:än siirtyminen omana prosessinaan.

7.2.5 Kalustotyyppikohtaiset hyväksynät

Kun uusi järjestelmä on testattu tietyllä kalustolla ja saatu itse järjestelmälle hyväksyntä, on jokaiselle kalustotyyppille saatava osajärjestelmän käyttöönottolupa ennen kuin ko. sarjalla on mahdollista aloittaa varsinaiset sarja-asennukset.

7.2.6 Sarja-asennukset

Kun kalustolle on saatu hyväksyntä toimivuudesta uuden järjestelmän kanssa, voidaan aloittaa varsinaiset sarja-asennukset.

8 Siirtymästrategia



8.1 STM-kehitystyö (STM-E, "European Supervision")

Suomalainen STM ATP-VR/RHK -kehitysprojekti on ollut käynnissä vuodesta 2003 RHK:n projektina, jota tukevat VRR Rrs:n ja VRO VRE:n asiantuntijat, joiden rooli on ollut huomattava.

Laitetoimittaja Ansaldo Signal Sweden AB:n työ on edennyt määrittelyvaiheesta toteutukseen, kuitenkin niin, että syksyllä 2006 on todettu valitun teknisen STM E -ratkaisun olevan mahdoton, koska ratkaisun edellyttämiä eurooppalaisia normeja ei ole julkaistu, eikä tulla julkaisemaan kuuden ETCS-laitetoimittajien ryhmän UNISIG:in ollessa ratkaisusta erimielisiä.

STM E -ratkaisussa olisivat seuraavat kriittiset toiminnalliset ratkaisut toteutettu ETCS:n puolella:

- STM-profiilin luominen
- kuljettajapaneelin (DMI) ilmaisut
- jarrukäyrälaskenta
- valvontatoiminnot
- junatietojen hallinta
- kuljettajapaneelin hallinta
- STM-käynnistystestit

STM-kehityksen ongelmat v. 2006 ovat leimanneet tätä suunnitelmaa.

8.2 STM-kehityksen tuleva polku (STM-N, "kansallinen STM")

Ns. kansallinen STM toteuttaa toiminnallisuutta enemmän STM:ssä ja on siten toiminnallisesti enemmän nykyisen junakulunvalvonnan kaltainen verrattuna STM E -ratkaisuun, joka on toiminnallisuudeltaan enemmän ETCS:n kaltainen.

Kehitysprojektissa on vuoden 2007 alussa tehtävä ratkaisuja STM N -kehitykseen siirtymisestä, mikä ratkaisu venyttää aikatauluja ja mutkistaa kehitystä.

8.3 Vetureiden kalustus STM- ja ETCS-laitteilla

Vetokaluston sarjavarustaminen edellyttää, että on käytettävissä toimivat ja hyvin testatut STM- ja ETCS -laitteet.

Ennen tyyppitestejä varten tapahtuvaa STM/ETCS veturilaitteiden asentamisen alkamista koetureihin on oltava käytettävissä toimiva STM-laite, joka on simuloitu yhdessä ETCS veturilaitteiden kanssa ja jonka avulla voidaan lukea radassa olevia JKV -baliiseja sekä uusia ETCS baliiseja. STM:n testausta varten tarvittava varsinainen ETCS -veturilaitteiston toiminnallisuus ja liitännät kalustoon on testattava ennen STM:n kanssa tapahtuvaa testausta. Sen jälkeen suoritetaan STM:n testaus liitettynä ETCS-laitteistoon.



28.12.2006

Testaukset sisältävät toimittajan kanssa yhdessä tehtävät tyyppitestaukset sekä sen jälkeen tehtävä pitempiaikainen seuranta mahdollisesti rajoitetuissa ja valvotuissa käyttöolosuhteissa kalustossa esim. vuoden ajan. Käyttökokemuksia tulisi kerätä useamman vetokaluston osalta.

Tämän jälkeen on mahdollista alkaa tehdä vetokaluston sarjakohtaisia asennuksia. Kunkin sarjan alkuvaiheessa on hankittava ensin järjestelmän hyväksyntä, jonka jälkeen on mahdollista käynnistää laajemmat asennukset. Suositeltavinta on tehdä sarjoittain ensin muutaman vetokaluston esisarja, joilla hankitaan asennus- ja käyttökokemuksia ja sen jälkeen käynnistää koko sarjan muutostyö.

Muutostyö edellyttää vanhan JKV-laitteiston purkamista ja uuden ETCS-laitteiston asentamista sen tilalle. ETCS-laitteistot ovat lähes kaikilla ETCS-toimittajilla veturilaitteiden osalta mekaaniselta rakenteeltaan erilaisia ja eroavat nykyisistä JKV laitteista merkittävästi, joten muutos edellyttää merkittävää suunnittelua laitteiden sijoittelun ja liityntöjen osalta.

Osassa vetokalustoa saattaa tulla ongelmia laitteiden sijoittelun osalta joidenkin ETCS-toimittajien laitteiden kohdalta tilan riittämättömyyden vuoksi. Teknisesti tämä ei kuitenkaan ole ylitsepääsemätön ongelma, mutta on huomioitava, että, käytettävissä olevaan laitetilään on sovittava ETCS-vetokalustolaitteet sekä STM-yksikkö. Lisäksi tulisi olla käytettävissä tila GSM-R radiolle tasoa 2 varten.

ETCS-laitteisto edellyttää myös kuljettajan paneelin, DMI:n, asentamista ohjaamoon. ETCS DMI:ssä on integroituna myös vetokaluston normaali nopeusmittari, mutta se on kooltaan suurempi kuin nykyinen JKV paneeli yhdessä JKV nopeusmittarin kanssa. Tämän vuoksi sen asentaminen vetokalustoon aiheuttaa ajopöydän laitteiden uudelleen sijoittelua.

DMI on ajamiseen liittyvä laite, jonka tulee olla hyvin kuljettajan näkökentässä ja jonka painikkeita kuljettajan on pystyttävä käyttämään ajon aikana.

8.4 Vetureiden kalustus GSM-R-radiolla

GSM-R:n osalta kalustoon asennetaan aluksi vanhan linjaradion rinnalle GSM-R-päätelaitte. Verkon testausta varten on asennettu ns. pilot-laitteet yhteen Dv12- ja Sr1-veturiin vuonna 2004.

VR Osakeyhtiön osalta veturilaitteiden hankinta on käynnistymässä vuonna 2007. Tavoitteena on asentaa vuoden 2008 alussa koelaitteet yhteen Dv12- ja Sr1-veturiin sekä Sm2-junaan.

Periaatteet GSM-R ohjaamoriadioiden hankinnassa ovat:

- keskitytään puheviestinnän GSM-R ratkaisuun



28.12.2006

- ao viestintäratkaisuihin kysytään toimittajien valmiudet ja ne ovat mahdollisina optioina
 - gps (global positioning system) tai sen eurooppalainen vastine GALILEO
 - gprs (pakettikytkentäinen tiedonsiirto, General Packet Radio Services)
- antenniratkaisussa pyritään ottamaan huomioon eri tarpeet valitsemalla monitaajuusalueantennit, jos sellaisia löytyy
- ETCS-ratkaisuja ei mietitä tässä vaiheessa. Kun ETCS asennukset ovat ajankohtaisia, joudutaan tekemään kuitenkin mittavat asennukset kalustoon. Tällöin suunnitellaan myös mihin ja miten mahdolliset GSM-R-modulit, lisäantennit ja näytöt täytyy asentaa.
- ohjaamoradiot hankitaan kaikkiin käytössä oleviin vetureihin ja työkoneisiin.
- GSM-R ohjaamoradioasennukset ajoittuvat nykytiedon perusteella vuosille 2008–2012.
- GSM-R:n käyttö alkaa nykysuunnitelmien mukaan v. 2009 alussa. Ylimenokautena 2009–2012 ovat rinnakkain käytössä GSM-R verkko ja nykyinen analoginen radioverkko.

8.5 Vetureiden kalustus GSM-R:llä ERTMS tasoa 2 varten

ETCS taso 2 edellyttää GSM-R-yhteyttä. GSM-R tarkoittaa veturilaitteissa GSM-R-radiomoduulin ja antennin lisäämistä muuhun ETCS-laitteistoon. Tämä on osa ETCS-laitteistoa ja eikä liity puheyhteyksiin tarkoitettuun GSM-R-radioon.

Mikäli ETCS-laitteiden hankinnan yhteydessä on varauduttu jo tasoon 2, on laitteissa jo olemassa valmius GSM-R:ää varten ja radion lisääminen on suhteellisen yksinkertaista myöhemminkin. Suurin ongelma tulee GSM-R-dataradion vaatiman kahden uuden GSM-R antennin asentamisesta.

GSM-R puheradiota varten tehtyjen esiselvitysten perusteella on ilmennyt, ettei kalustosta löydy monta vaihtoehtoa antennin sijoitukselle siten, ettei synny katvealueita. Kun taso 2 edellyttää kahden lisäantennin sijoitusta jo veturiin aikaisemmin asennetun puheradion GSM-R-antennin lisäksi, on odotettavissa ongelmia sijoituspaikan löytymisestä. Sijoituspaikat tulee miettiä sekä puheradiolle että dataradioille samanaikaisesti mahdollisimman hyvän ratkaisun löytämiseksi.

8.6 Luokan B järjestelmän ATP-VR/RHK korvaaminen ETCS tasolla 1

Kalustossa asennusteknisistä syistä luokan B järjestelmän laitteet on purettava pois ennen uuden järjestelmän asentamista (tilapuute). Tästä johtuen on varmistettava, että on ehditty asentaa tarpeellinen määrä kalustoa ennen kuin jokin rataosa otetaan käyttöön uudella järjestelmällä.

Teknisiä tarpeita ATP-VR/RHK-ratalaitteiden nopeaan korvaamiseen ETCS tason 1 ratalaitteilla ei ole. Suomeen on luokan B kulunvalvonta otettu käyttöön vuosina 1995–2006. Ratalaitteilla on teknistä käyttöikää jäljellä minimissään vielä yli kymmenen vuotta.



28.12.2006

ETCS tason 1 ratalaitteiden asennus on järkevää aloittaa riittävän isoista uudisrakennusprojekteista, kun riittävä määrä kalustoa on varustettu ETCS-veturilaitteilla.

Nykyisten asetinlaitteiden kulunvalvontaratalaitteiden korvaaminen ei ole järkevää systemaattisena massavaihtona. Jos tällaisia laitteita jää saarekkeeksi ETCS-ratalaitealueen "sisään", saattaa korvaus olla järkevää.

Korvaaminen tulee kyseeseen myös vanhojen JKV-ratalaitteiden teknisen eliniän tullessa täyteen, jos asetinlaitteiden elinikä on vielä paljon jäljellä. Tietokoneasetinlaitteissa korvaamisessa voitaneen käyttää liityntätietokoneratkaisuja, jolloin vanhoihin asetinlaitteisiin ei tarvita laiteteknisiä muutoksia opastinkytkentöihin.

8.7 ETCS tason 2 valmistautuminen eli asetinlaitteiden valmius radiosuojastuskeskusten (RBC) liittämiseen

Vuonna 2007 ja sen jälkeen solmittavissa asetinlaitetoimituksissa huolehditaan ko. asetinlaitteiden kyvystä jälkiasennuksena toimitettavaan radiosuojastuskeskukseen (RBC).

Myös vanhempiin asetinlaitteisiin voidaan asentaa radiosuojastuskeskus, jopa releasetinlaitteisiin, mikäli hyödynnetään liityntätietokonetta.

9 Mahdolliset rajoitukset

9.1 Nykyisen luokan B järjestelmän ATP-VR/RHK taloudellinen käyttöikä, ratalaitteet

Nykyisen luokan B järjestelmien taloudellinen käyttöikä ulottuu helposti vuoteen 2015, mutta se voi edellyttää erilaisia uusiin piirisarjoihin päivityksiä ja muita toimenpiteitä, joiden toteutus on riippuvaista laitetoimittajien halusta toimittaa edelleen nykyisen sukupolven laitteita. Sopimalla ennakoiden ratalaitetoimituksista toimittajien Ansaldo ja Bombardier kanssa, voidaan käyttöikä ulottaa 2020-luvulle. Esitetty käyttöönottoaikataulu tarkoittaa käytännössä, että ratalaitteiden saatavuus kunnossapitoon (käytetyt varaosat huomioiden) tulee varmistaa pitkälle tulevaisuuteen.

Suomen ATP-VR/RHK-järjestelmän ratalaitemarkkinoille on tuleville vuosille saatavana tuotteita kahdelta laitetoimittajalta Bombardierilta ja Ansaldoilta, joten olemassa olevan järjestelmän varaosia lienee saatavilla. Saatavuuden varmistamiseksi tulee kuitenkin luoda toimitussopimuksia, joilla saatavuus on turvattu.

ATP-VR/RHK-ratalaitteiden teknologian elinkaari on loppumassa. Koodaimia ja baliiseja on tulevaisuudessa yhä vaikeampaa saada. Jos valmistajat luopuvat vanhojen laitteiden toimittamisesta tai hinnoittelullaan ohjaavat radanpitäjän pois niiden käytöstä, niin tästä aiheutuvien varaosien saatavuusongelmien johdosta siirtyminen ETCS tason 1 tekniikkaan saattaa nopeutua. Käytöstä poistuvien turvalaitteiden JKV-komponentteja voi kui-

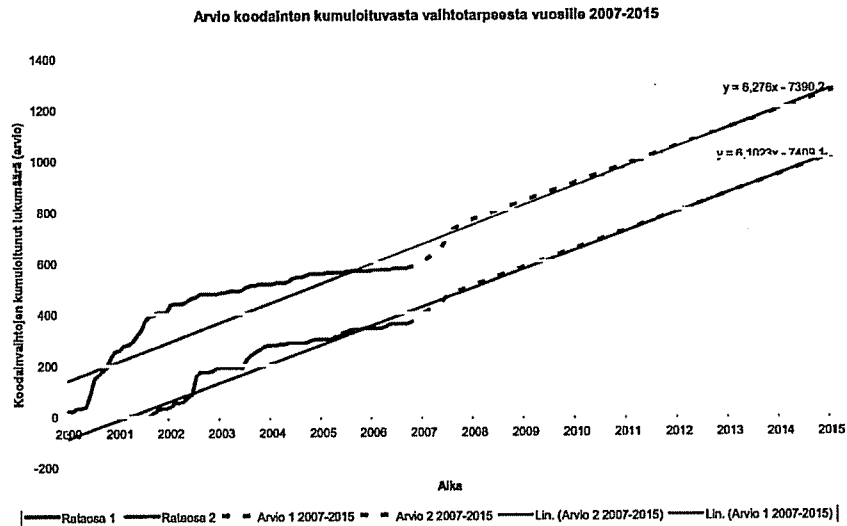


28.12.2006

tenkin käyttää varaosina, eli suurta yhdellä kerralla nopeasti tapahtuvaa korvausta ei tarvita. Korvausinvestoinneissa käytetään ETCS tason 1 tekniikkaa.

ETCS tason 1 tekniikka ei toistaiseksi sisällä samaa toiminnallisuutta kuin nykyinen ATP-VR/RHK-tekniikka. Suora vanhan tekniikan ratalaitteiden korvaaminen ETCS tason 1 ratalaitteilla ei onnistu, jos halutaan säilyttää nykyinen liikennekapasiteetti ja nopeustaso.

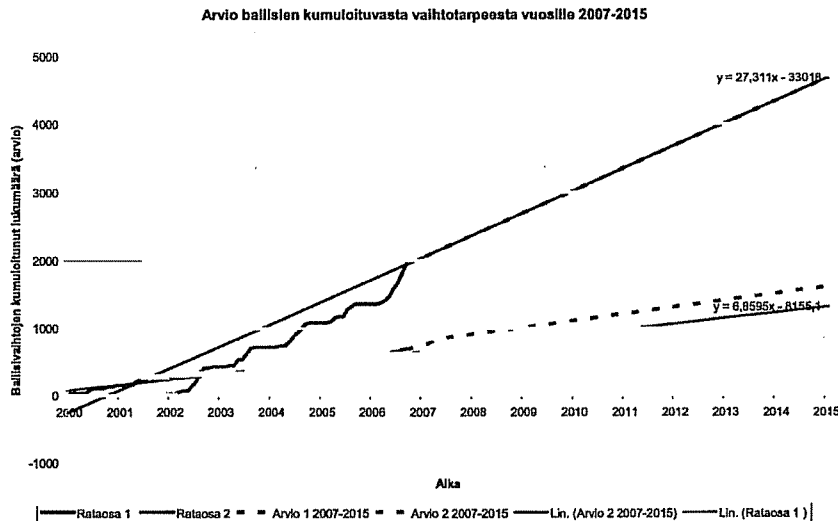
Nykyisen junakulunvalvontajärjestelmän oleellisten ratalaitekomponenttien baliisien ja koodainten varaosakulutuksen arvioidaan pysyvän melko ennustettavana ja lineaarisesti kasvavana ilmiönä.



Kuva 9: Junakulunvalvonnan koodainten arvioitu vaihtotarve vuosina 2007–15



28.12.2006



Kuva 10: Junakulunvalvonnan baliisien arvioitu vaihtotarve vuosina 2007–15

Junakulunvalvonnan laitetoimittajien Ansaldo ja Bombardierin kanssa tulee solmia ainakin vuoteen 2015 ulottuvat toimitussopimukset, joiden nojalla ratalaitteiden saatavuus voidaan turvata ja siten välttyä ETCS-ratalaitteiden ennenaikaiselta ja kiirehdytystä rakentamiselta.

9.1.1 Veturilaitteet

Veturilaitteita on saatavilla vuoteen 2010 ainakin olemassa oleville veturilaitteasiakkaille. Uusille asiakkaille varattavien JKV-veturilaitteiden valmistamisesta ja varastoinnista tulee sopia laitetoimittaja Bombardierin kanssa, mikäli nykyisen junakulunvalvonnan hyödyntämisestä sen taloudellisen käyttöiän loppuun ei haluta muodostuvan estettä rautatieverkolle pääsyyn.

Kunnossapidossa tulee varaosakomponenttien ja teknisen tuen saatavuudesta varmistua.

10 Taloudellisten vaikutusten arviointi

10.1 EU-tuesta

Suomi kuuluu vauraisiin EU-maihin ja on sen nettomaksaja, joten ERTMS-projekteille on mahdollista saada lähinnä vain TEN-tukea (Trans European Network).

Käynnissä oleva STM-kehitys on pohjoismaisena yhteistyöprojektina jo saanut päätökset n. 2,5 M€ tuista.



28.12.2006

ERTMS-suunnitelmien lähtökohtana ei ole EU-tuen saanti, vaan hankkeiden kokonaistaloudellinen järkevyys riippumatta tuesta. Mahdollinen tukikin on suomalaisten veronmaksajien maksamaa rahaa.

EU-tuen painopisteinä ovat erityiset rajat ylittävän liikenteen ns. ERTMS-käytävät ja monikansalliset hankkeet, jotka ehdot ovat omiaan sulkemaan puhtaasta suomalaiskansallisia hankkeita pois runsaan tuen piiristä.

Budjettikaudella 2007–13 pyritään toteuttamaan käynnissä olevan STM-kehityksen lisäksi muita kehityshankkeita, joihin voidaan saada EU-tukea. Kyseeseen tulevat sekä ETCS-veturilaitteisiin että -ratalaitteisiin kohdistuvat projektit.

10.2 Veturilaitteiden kustannusarviot

Koko suomalaiseen junakalustoon (630 laitteistoa) asennettuna ETCS-veturilaitteet vanhaan kalustoon asennettuina ovat hinnaltaan suuruusluokkaa vähintään 200–250 M€, riippuen ETCS-tasosta. Hinnat perustuvat vuoden 2006 arvioihin, toteutuneet kustannukset tähän mennessä ovat olleet em. korkeampiakin.

10.3 Ratalaitteiden kustannusarviot

ETCS tason 1 varustus maksaisi 1000 rkm:lle laitteistokustannuksina n. 85 M€ ja ETCS tason 2 varustus noin 200 M€. Hinnat perustuvat UNIFE:n vuoden 2004 julkaisemaan hintainformaatioon.

Erilainen suunnittelu ja muu työ on siivottu pois luvuista, joten hintahaarukka ratalaitteille voisi olla 100–250 M€ riippuen ETCS tasosta eli suuruusluokaltaan sama kuin veturilaitteissa. Hinnat eivät sisällä asetinlaitteita ja niiden muokkauksia.

28 December 2006

Rail Network Department / Rail Data Unit
Aki Härkönen
aki.harkonen@rhk.fi

Version 1.0

**FINLAND'S NATIONAL IMPLEMENTATION PLAN FOR
THE EUROPEAN RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM (ERTMS)**

1 Table of contents

1 Table of contents.....	1
2 Summary.....	3
3 Abbreviations.....	4
4 Background of creating the national plan.....	5
4.1 Plan of 2004.....	5
4.2 Creating the plan in 2006.....	6
5 Target lines.....	7
5.1 GSM-R network for transmitting voice.....	7
5.2 GSM-R network for data transmission Level 2.....	8
5.3 ERTMS/ETCS lines.....	10
6 Technical requirements.....	12
6.1 Functional Levels of ERTMS/ETCS.....	12
6.1.1 General.....	12
6.1.2 ERTMS/ETCS Level 1.....	13
6.1.3 ERTMS/ETCS Level 2.....	14
6.1.4 ERTMS/ETCS Level 3.....	14
6.2 Lines carrying little traffic and possible deployment of the ERTMS Regional concept.....	15
6.3 On-board equipment.....	16
6.3.1 Requirements concerning existing rolling stock.....	16
6.3.2 Requirements for new rolling stock.....	16
7 Deployment strategy and planning.....	18
7.1 Preparing for deployment through training in different organisations.....	18
7.1.1 Training for on-board equipment.....	18
7.2 Deployment plan.....	19
7.2.1 Trackside equipment.....	19
7.2.2 On-board equipment.....	19
7.2.3 Sm5 (FLIRT trains), Railway Undertaking Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy.....	21
7.2.4 Track maintenance machinery.....	21
7.2.5 Rolling stock type -specific approvals.....	22
7.2.6 Serial installations.....	22

061228_ERTMS_Finnish_implementation_plan_EN_v_1.0_AkH.doc

Postiosoite/Postal address PL 185, 00101 Helsinki PB 185, FI-00101 Helsingfors	Käyntiosoite/Street address Keskuskatu 8, 7. krs Centralgatan 8, 7 tr	Puhelin/Telephone (09) 5840 5111 +358 9 5840 5111	Fax (09) 5840 5100 +358 9 5840 5100	Sähköposti/E-mail kirjaamo@rhk.fi info@rhk.fi	Kotisivu/Homepage www.rhk.fi
--	---	---	---	---	---------------------------------



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

8 Migration strategy	23
8.1 STM development work (STM-E, "European Supervision")	23
8.2 Future path of STM development work (STM-N, "National STM")	23
8.3 Fitting locomotives with STM and ETCS equipment	24
8.4 Fitting locomotives with GSM-R radios	25
8.5 Fitting locomotives with GSM-R for ERTMS Level 2	25
8.6 Replacing the Class B system ATP-VR/RHK with ETCS Level 1	26
8.7 Preparations for ETCS Level 2, i.e. preparing the interlocking systems for connecting RBCs	26
9 Potential constraints	27
9.1 Economic life of the current Class B system ATP-VR/RHK, trackside equipment	27
9.1.1 On-board equipment	29
10 Assessment of financial impact	30
10.1 EU support	30
10.2 Cost estimates for on-board equipment	30
10.3 Cost estimates for trackside equipment	30

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

2 Summary

This national implementation plan has been drawn up to describe the national resolve and capability in Finland to implement the European Rail Traffic Management System.

Finland will replace the current analogue line radio with the railway's GSM-R radio telephone; the work for building its radio network is already underway, and it will be completed to operational condition during 2006–2009. The on-board radios will be installed during 2008–2012.

For automatic train protection, development work for a so-called Specific Transmission Module (STM) is in progress. Trains equipped with this product to be created and on-board ETCTS equipment will be able to operate both on tracks equipped with current trackside ATP equipment and on tracks equipped with future European trackside ATP equipment. STM development work has been underway since 2003, and it will continue so that equipping rolling stock with on-board STM and ETCS equipment would be possible starting from 2013.

Regarding trackside equipment, the current installations should be utilised well into the 2010s due to the fact that the current ATP equipment has been in use for a relatively short period. The first ETCS tracks will be implemented during 2019–2025, when the number of installed on-board ETCS and STM combination equipment reaches a 'critical mass', ensuring the trains' capability to operate on the entire rail network. In future procurement of signalling equipment, a provision is made for the after-installation of ETCS Level 1 and 2 solutions (pre-installation).

The technical prerequisites in both GSM-R and ETCS are still incomplete in 2006, and the Finnish implementation will therefore advance cautiously, avoiding risks and postponing costs. The problems in STM development work that surfaced in 2006 have significantly postponed the Finnish ERTMS implementation.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

3 Abbreviations

The abbreviations used in this document have the following meanings:

ATP-VR/RHK	the international name of the current automatic train protection system (Finnish abbreviation = JKV)
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Railways
JKV	Finnish equivalent for ATP, Automatic Train Protection
RBC	Radio Block Centre
RHK	Finnish Rail Administration (a State Department, Infrastructure Manager)
RVI	Finnish Rail Agency (a State Department, railway safety authority)
STM	Specific Transmission Module
VRO	VR Ltd. (Railway Undertaking)
VRR	VR Track Ltd. (track building enterprise)

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

4 Background of creating the national plan

4.1 Plan of 2004

The 2004 plan emphasised an on-board equipment strategy based on developing the specific transmission module (STM), in line with which a framework agreement was signed in 2003 between Ansaldo Signal Sweden AB, an equipment supplier, and RHK. When STM development work has been completed, installations on board the locomotives can commence, thus creating a capability for utilising the trackside installations.

In the 2004 plan, the new Circular Line to be built to Finland's main airport in Vantaa would have been one of the ETCS pilot tracks.

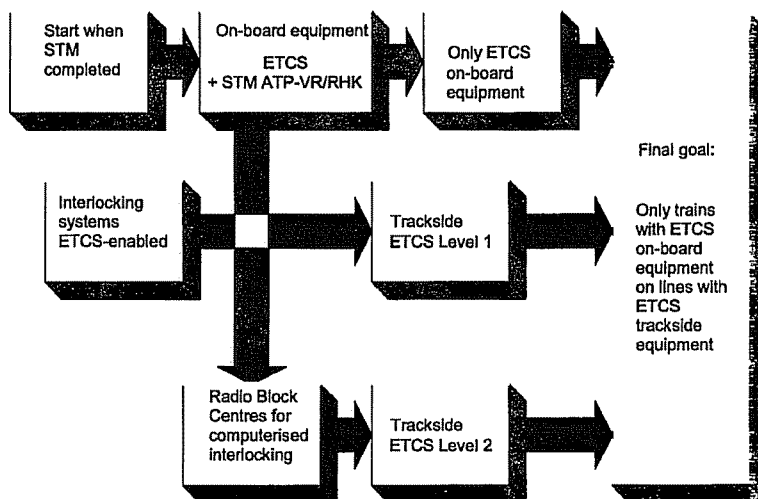


Figure 1: The development path begins with installing STMs produced by STM development work and on-board ETCS equipment, and continues with creating trackside facilities.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

4.2 Creating the plan in 2006

The following persons have participated in creating Finland's national ERTMS implementation plan during the second half of 2006:

Aki Härkönen	Finnish Rail Administration (RHK), Head of the Rail Data Unit (Chairman)
Markku Nummelin	RHK, Technical Director
Veli-Matti Kantamaa	RHK, Head of the Signalling and Electrical Unit
Laura Järvinen	RHK, Senior Officer
Markku Voutilainen	RHK, Senior Officer
Seppo Salo	RHK, Senior Officer
Juha Inkilä	VR Ltd. (VRO) Planning Manager
Paavo Nikula	VR Ltd. VR Engineering, Head of the Electronics and Electrical Division
Erkki Airaksinen	VR Ltd. Engineering, Project Engineer
Lassi Matikainen	VR Track Ltd. (VRR) Maintenance Business, Director
Seppo Taskinen	VR Track Ltd. Railway Consulting, Head of Signalling Unit
Pekka Pirttikoski	Finnish Rail Agency (RVI), Leading Expert
Matti Vesanen	Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy, Project Director

The plan was drawn up by dividing the task of writing the text.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

5 Target lines

5.1 GSM-R network for transmitting voice

As a rule, all lines in the rail network will be equipped with a GSM-R network, with the exception of certain sections with very low traffic volumes. Initially, the GSM-R network was supposed to be complete by the end of 2006, but it will be delayed. The completion for use by rail traffic is now estimated to take place in 2009.

The GSM-R network is a prerequisite for equipping the lines to ERTMS/ETCS Level 2. Now the GSM-R network will not have the features required by Level 2, but the goal is to have the GSM-R network prepared for Level 2 albeit that certain line sections will use Level 1.

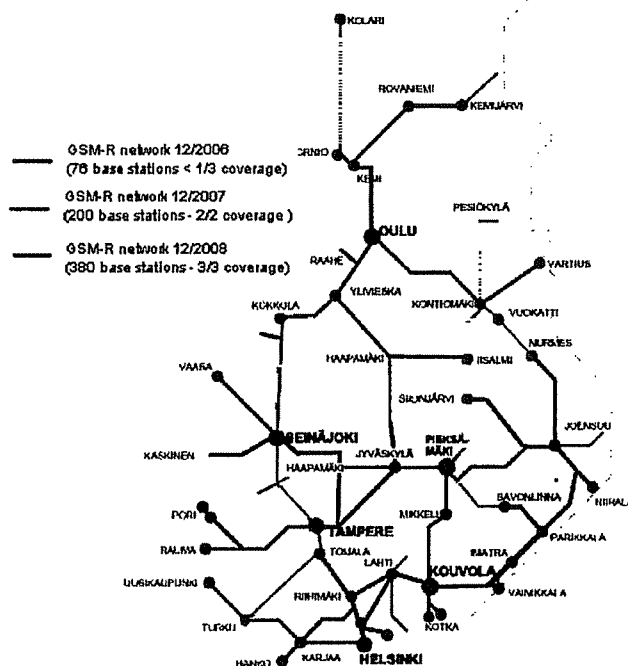


Figure 2: The coverage areas and rollout schedule of the GSM-R network: marked in blue <1/3 coverage (76 base stations, 12/2006), in red ~ 2/3 coverage (200 base stations, 12/2007), in green ~3/3 coverage (380 base stations, 12/2008).



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

5.2 GSM-R network for data transmission Level 2

ETCS Level 2 should not add any requirements regarding the radio network coverage on the line sections that have been or will be built to ETCS requirements (see Figure 3). However, the availability requirements for ETCS signal transfer may require a duplication of some of the GSM-R network equipment.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

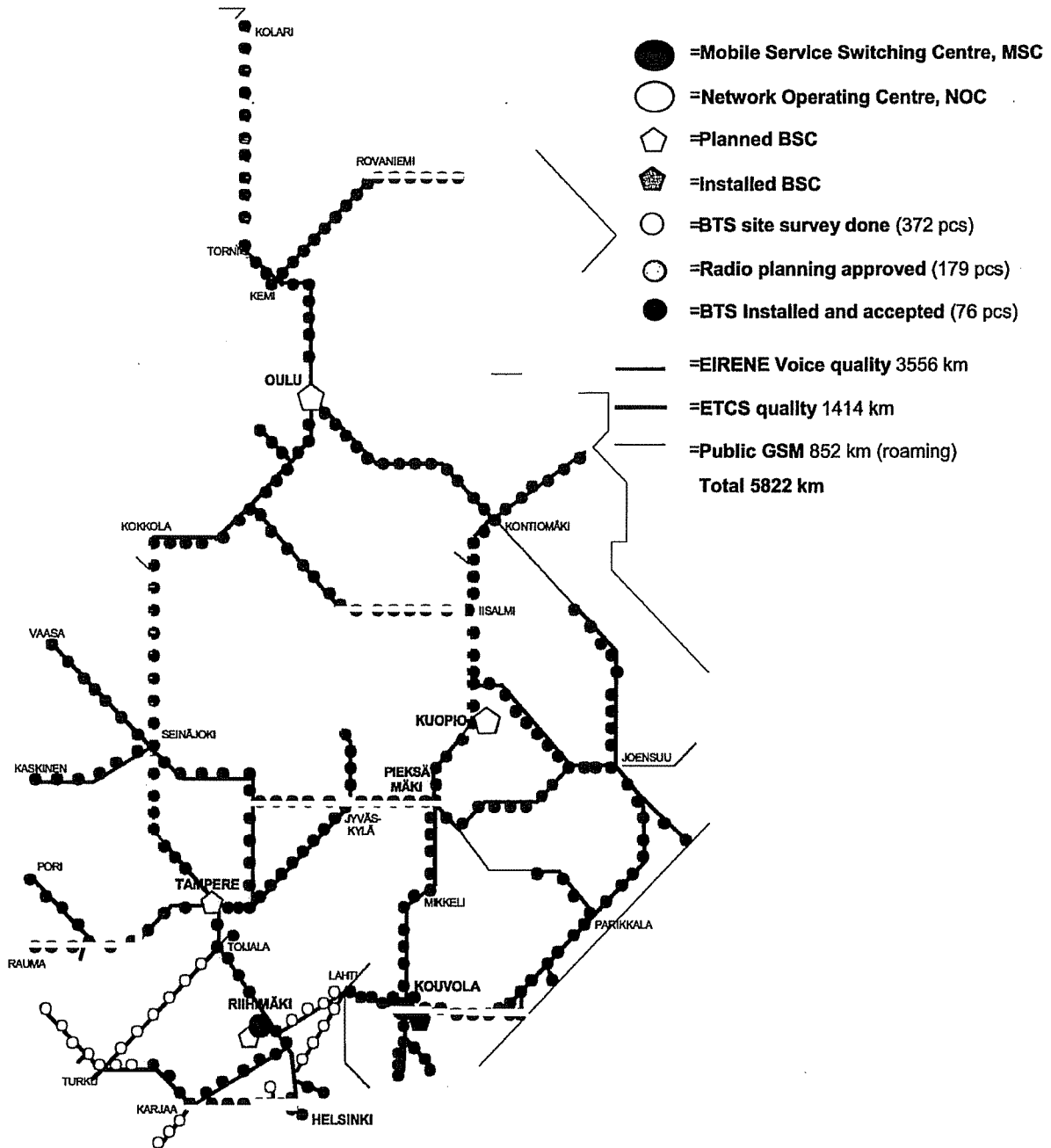


Figure 3: Status of GSM-R network rollout (10/2006)



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

The current thinking is that the capacity of the GSM-R radio network (available frequencies) in the Helsinki Region will not be sufficient for all planned use, in particular if ETCS is to be implemented using circuit switching instead of the currently intended packet switching:

- Control of train traffic
- Moving rolling stock between depots and stations
- Shunting
- Maintenance
- ETCS
- Other use (administrative)

5.3 ERTMS/ETCS lines

The strategy laid out in 2004 involved investigating and determining the first line sections to be fitted with trackside ETCS equipment. The bases for line section modifications have not changed significantly, and the same line sections have been included in the implementation plan. However, the time schedules have been slightly postponed. This is largely due to the fact that we want to wait and see which way the markets will develop and to wait for the introduction of functional products that have been tested and deployed elsewhere.

The line section Kerava–Lahti–Luumäki–Vainikkala has also been included as a new section.

The first lines will have ETCS implemented during 2019–2025:

- Circular Line (pre-installation or double equipment on the line)
- Helsinki-Tikkurila-Kerava
- Kouvola-Kotka-Hamina
- Parikkala-Joensuu
- Pieksämäki-Iisalmi
- Luumäki-Lappeenranta
- Lahti-Luumäki-Vainikkala
- Kerava-Lahti

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

6 Technical requirements

6.1 Functional Levels of ERTMS/ETCS

6.1.1 General

ETCS calculates the braking characteristics (braking curve) using the information conveyed from the infrastructure and the train details entered in the ETCS system or conveyed via the RBC. The braking characteristics are influenced by several factors, such as surface conditions, position of the points on the route locked for the unit in question, and the distance to the next speed-limiting object.

The factors affecting the braking curve must be closely specified when developing the country-specific application because the factors affecting the braking curve are not specified in detail in the ERTMS specifications; this means that the factors can vary according to country-specific needs for each ERTMS application. The minimum requirement for maintaining functionality at the current level provided by ATP is that the factors taken into account by ATP are, as a minimum, also taken into account when calculating ERTMS brake curves. In addition, the braking curve -related factors required by the expected ERTMS functionality must be taken into account.

The ERTMS specifications do not take service braking into account; the ETCS system only calculates the emergency braking curve. If the maximum speed allowed by the emergency braking curve is exceeded even for a moment, the unit must always come to a complete stop before continuing its journey. When emergency braking is the first interference by the ETCS system, there will be operation-related problems because the brakes cannot be released during emergency braking even if the train speed has decreased to less than the maximum permitted speed. This fact and the power of braking may cause problems with the smooth flow of traffic and extra costs due to wheel flats.

The table below indicates the on-board and trackside equipment required for different ETCS levels:

ETCS level	On-board equipment		Trackside equipment			
	Train integrity supervision	Data transfer	Encoders (LEU)	Visible signals	Detection of free TVP sections	Radio Block Centres (RBC)
1	no	Balises + loops (option)	yes	yes	yes	no
2	no	Balises + radio	no	no	yes	yes
3	yes	Balises + radio	no	no	no	yes

28 December 2006

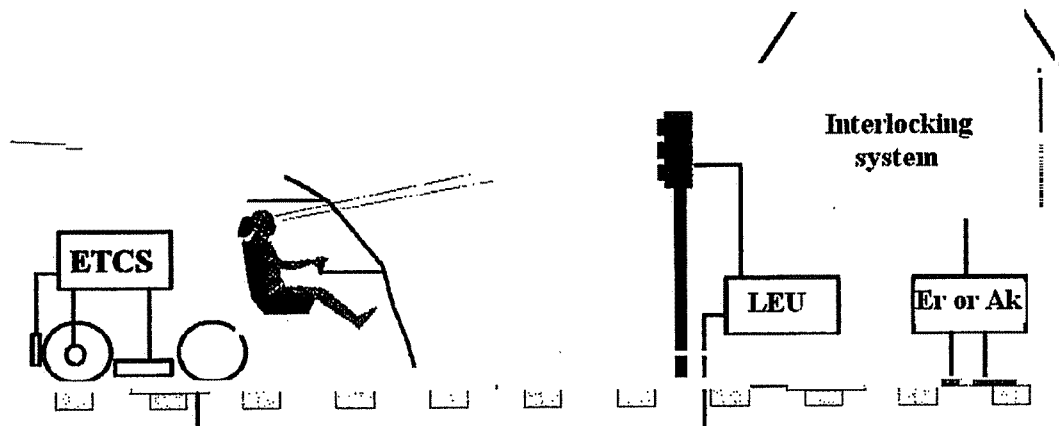
RHK RAO Rty /AKH

In trackside equipment, ETCS Level 1 is well suited for lines that already have visible signals and where it makes sense to produce the information for LEUs at the location of each signal. ETCS Level 2 is the right alternative in cases where no signals are available and information can be conveyed via the RBC over the GSM-R network. Due to the differences in design of trackside equipment, Level 1 equipment cannot be modified to Level 2.

ETCS Level 3 is a further development of ETCS Level 2. At this Level, the train determines its position by radio and the RBC, and train integrity is supervised using on-board equipment. This is why no trackside equipment is required for detecting track vacancy. This alternative makes trackside equipment considerably simpler.

6.1.2 ERTMS/ETCS Level 1

ERTMS/ETCS Level 1 is a spot-type (non-continuous) train protection system where the braking curve calculated by on-board equipment is updated via Eurobalises controlled by LEUs. Level 1 requires visible signals and detection of vacancy of TVP sections, and in this respect ERTMS/ETCS Level 1 is very similar to the currently deployed ATP that is developed from the Ebicab 900 train protection system. The ATP data of the on-board equipment can be updated from the Eurobalise, Euroloop, or on the basis of radio in-fill available via the GSM-R network, which facilitates smoother flow of traffic.



AKH 2002

Figure 5: Illustration of ETCS Level 1

[* Data transfer: Eurobalises transfer data to the train as one-way traffic and by spot transmission (signal aspects, speed information, etc.)

* trackside signals and on-board equipment (speed control)

* interlocking system, track circuits, axle counting and line blocking

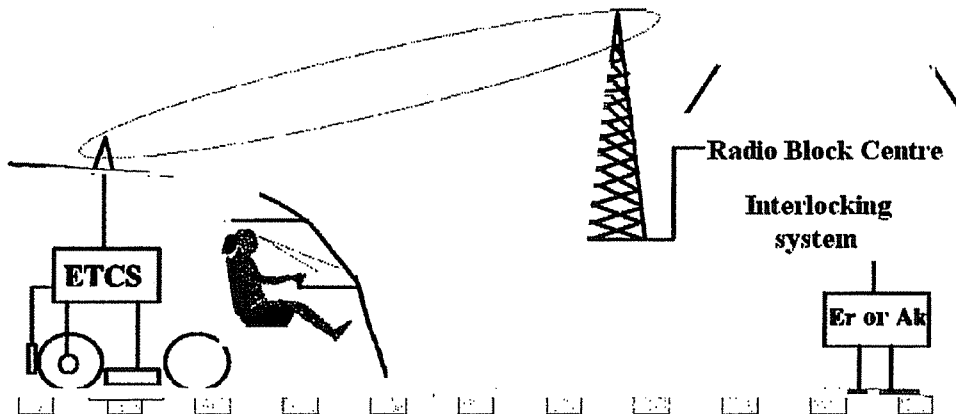
* option for radio fill-in through loops or tracks]

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

6.1.3 ERTMS/ETCS Level 2

At ERTMS/ETCS Level 2, the movement authority is conveyed from the Radio Block Centre to the train over the GSM-R network. Visible signals are not required at Level 2, but the vacancy of TVP sections must still be detected. Only Eurobalises with fixed coding are required for the rail network. At Level 2, the Eurobalises are used as reference points for determining the exact location of the train.



AKH 2002

Figure 6: Illustration of ETCS Level 2

[* Data transfer: duplex GSM-R radio interface

* Eurobalises as "milestones"

* no trackside signals, only on-board equipment signals

* detection of track vacancy using track circuits and axle counting

* line blocking]

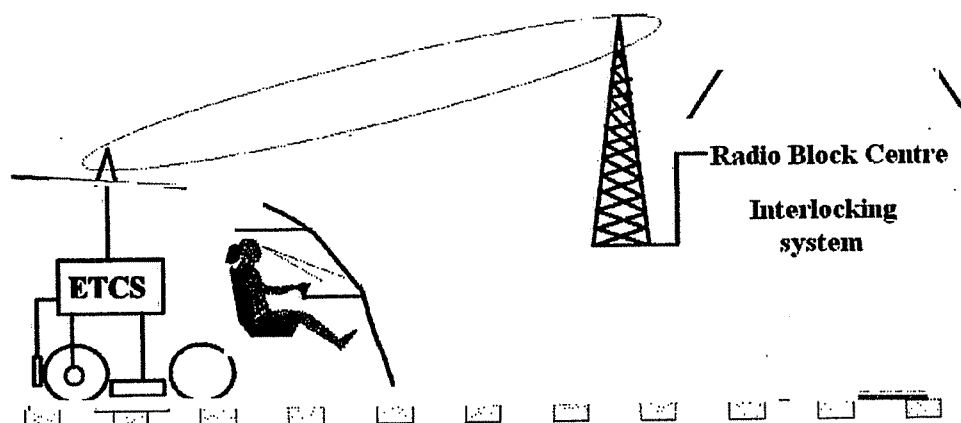
6.1.4 ERTMS/ETCS Level 3

ERTMS/ETCS Level 3 uses the GSM-R network both for conveying movement authority and for determining the location of the train. Detection of TVP section vacancy is not required because the train location is determined via the GSM-R network and train integrity is checked by an on-board system. ERTMS/ETCS Level 3 provides a possibility for a moving block section where the minimum safe distances between running trains are determined on the basis of train characteristics and train speeds.

Level 3 solutions are future developments where technology is increasingly moved from the trackside to the trains, and its deployment will require considerable future investments in rolling stock. The implementation Level 3 solutions will not take place in Finland in the foreseeable future.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH



AKH 2002

Figure 7: Illustration of ETCS Level 3

[* Data transfer: duplex GSM-R radio interface

* Eurobalises as "milestones"

* no trackside signals, only on-board equipment signals

* detection of vacant track based on train location and integrity supervision

* fixed, virtual or moving blocks

* ETCS trains]

6.2 Lines carrying little traffic and possible deployment of the ERTMS Regional concept

Since much of the Finnish rail network carries little traffic, the ERTMS equipment for such TVP sections with little traffic should deploy different tailored solutions that do not require heavy interlocking systems and full-scale trackside equipment. Instead, by applying special solutions, it is possible to maintain the rail network carrying little traffic without compromising operational safety and to equip it with ETCS-compatible automatic train protection which involves the same on-board equipment as other traction stock.

The ERTMS Regional concept developed by the UIC and operated by the Swedish Rail Administration through pilot projects is based on utilising the GSM-R radio and on handling exceptional situations with operational rules rather than technical means, and it allows keeping the trackside equipment affordable so that the process of closing down such lines will not be accelerated by the prohibitive cost of safety equipment required by the ERTMS. The experience with the pilot projects and marketability of the concept will show if the system could be applied to the Finnish rail network.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

6.3 On-board equipment

6.3.1 Requirements concerning existing rolling stock

ETCS introduces Doppler radar as the new method for measuring speed. The radar allows measuring the speed irrespective of wheel slipping. However, we have no experience of such radar in the harsh Nordic conditions (snow, ice, etc.). The available information suggests that problems have also been experienced during winter conditions in Central Europe. Before more extensive deployment of this technology, practical experience must be collected regarding the suitability of the radar for the conditions in Finland.

Below is a list of technical factors to be taken into consideration:

- Battery voltage available from the traction stock
- Pulse tachometer that physically allows using several sensors in one tachometer.
- Possibility to use only one (1) antenna, for example on Sm 3 trains with a tilting body.

The primary aim with other rolling stock must also be to use only one antenna, i.e. a situation where the ETCS antenna can read (via STM) both existing ATP-VR/RHK balises on the RHK track and the new ETCS balises. If this is not the case, the system will require a double antenna system, one for STM and the other for ETCS.

Certain equipment (an adapter) must be included in the ETCS system for controlling the brake system of the rolling stock.

Because the same locomotives are used in Finland both for passenger traffic at higher speeds and freight traffic at lower speeds, ETCS service braking must be based on two different braking forces. Freight trains have no rail brakes which is why service braking first takes place using a pressure reduction of one bar, and emergency braking takes place at full force (= two braking steps). Passenger trains, however, apply full force in service braking, boosting the braking force for emergency braking with rail brakes.

In addition to normal entry of train data, there must be a possibility for so-called express entry of train data where the maximum speed, weight, length etc. need not be entered in case of multiple units. It is sufficient to merely enter the type of multiple unit and the number of units.

6.3.2 Requirements for new rolling stock

With the new traction stock, the issues to be considered regarding interfaces include the control and braking system of such stock. It may also be possible to implement future interfaces using standardized buses (such as MVB); such implementations exist in certain countries.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

In order to keep the interfaces as simple and standard as possible, it pays to favour, at least in the early stages, such direct connections to equipment which are already in use and have been found to work well.

ETCS introduces Doppler radar as a new method for measuring speed. The radar allows the measurement of speed irrespective of wheel slipping. However, we have no experience of such radar in the harsh Nordic conditions (snow, ice, etc.). The available information suggests that problems have also been experienced during winter conditions in Central Europe. Before more extensive deployment of this technology, practical experience must be collected regarding the suitability of radar for the conditions in Finland.

With the new traction stock where the existing ATP equipment will be fitted, the readiness for ETCS deployment must be taken into account as far as practicable (location of ETCS equipment, cabling, etc.). More installation space must, in particular, be reserved for the ATP driver panel and speedometer so that ETCS and DMI can also be accommodated in the future.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

7 Deployment strategy and planning

7.1 Preparing for deployment through training in different organisations

Preparing for deployment requires development projects and pilot projects related to trackside and on-board equipment; of these, STM development is already underway. The STM development work also includes the essential element of installations on the ETCS test track.

Training must be provided to ensure the capabilities of Infrastructure Managers, various service providers and similar organisations for implementing projects related to ETCS planning and implementation, with regard to both trackside and on-board equipment.

7.1.1 Training for on-board equipment

The following personnel categories must be provided with training for on-board equipment before the first installations of on-board equipment begin:

- System designers: mechanical, electrical and pneumatic systems
- Installation supervisors
- Maintenance supervisors
- Fitters

Contents of training:

- Overall description of the system
- Functional description of on-board equipment
- On-board connections, circuit diagrams
- Carrying out on-board installations
- Equipment layout
- Installation platforms, cabling
- Interfaces to other on-board systems
- Fault handling
- Recording of data
- Maintenance

The following personnel categories must be provided with training for on-board equipment before the trial runs begin:

- Trial run drivers
- Trial run personnel



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

Contents of training:

- Overall description of the system
- Functions of the on-board equipment as a block diagram
- Physical locations of the elements of on-board equipment
- System displays
- Actions in fault situations
- Attention to safety aspects

Before deploying the system after test runs, training must be provided for a sufficient number of fitters for each maintenance depot and a sufficient number of train drivers.

This training must be organised by the company owning the rolling stock or the company responsible for its installations and maintenance.

7.2 Deployment plan

Deployment planning is primarily guided by the need and ability to replace the current trackside ATP equipment with trackside ETCS equipment and re-fitting traction stock with on-board ETCS and STM equipment.

7.2.1 Trackside equipment

The deployment of trackside equipment requires pilot projects during the period 2007–2013 where ETCS Level 1 and 2 capabilities are implemented with the required interfaces to selected interlocking systems for the purpose of achieving sufficiently comprehensive installation capabilities. When the technical and economic potential of different interlocking systems for interfacing with ETCS are known, it is possible to evaluate in practice the interlocking system reforms brought forward perforce by the deployment of ETCS and the resulting financial possibilities of the Infrastructure Manager to implement a more extensive trackside ETCS equipment building programme in the late 2010s.

7.2.2 On-board equipment

On 30 October 2006, the VRO had rolling stock equipped with on-board ATP equipment as follows:

	Number	Speed	Years of deployment
Electric locomotives:			
Sr1	110	140	1974–1984
Sr2	46	210	1995–2003

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

Diesel locomotives:

Dr16	19	140	1986–1992
Dr14	13	75	1969–1972
Dv12	192	125	1964–1984

EMUs:

Sm1	50	120	1968–1973
Sm2	50	120	1975–1981
Sm3	18	220	1994–2006
Sm4	30	160	1998–2004

DMUs:

Dm12	16	120	2005–2006
------	----	-----	-----------

The operation of the Sm1 series is planned to end in about 2015 and that of Sm2 in about 2025.

The schedule for decommissioning old stock and procuring new stock, based on the preliminary lifecycle plans of the locomotives, is shown in the diagram below. The operation of other traction stock will continue beyond 2025.

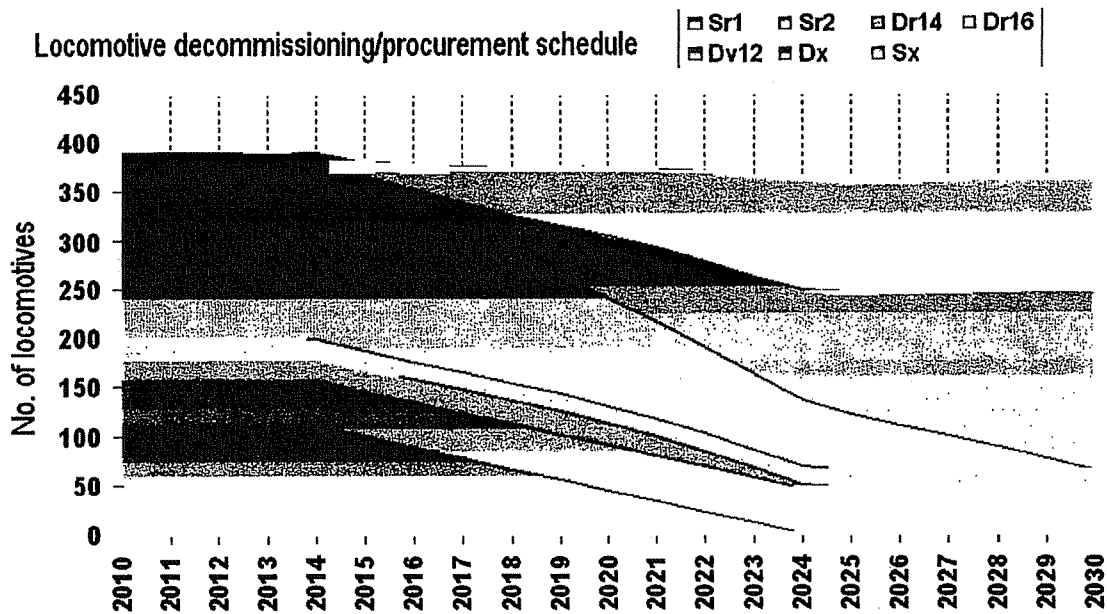


Figure 8: Decommissioning and procurement schedule for locomotives 2010–2030, Railway Undertaking VRO.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

The development work for STM and ETCS equipment must be completed by 2013 in order to be able to take all equipment requirements into account when making new purchases.

7.2.3 Sm5 (FLIRT trains), Railway Undertaking Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy

On-board ETCS equipment will not be installed in the new Sm5 trains because the STM development work cannot be completed with any reliable schedule by the time the deliveries start, and because the main area of operation of these trains is equipped with traditional ATP. The trains will have a provision for installation (space allocation, cable ducts and equivalent), so that on-board ETCS equipment can be installed at a later stage.

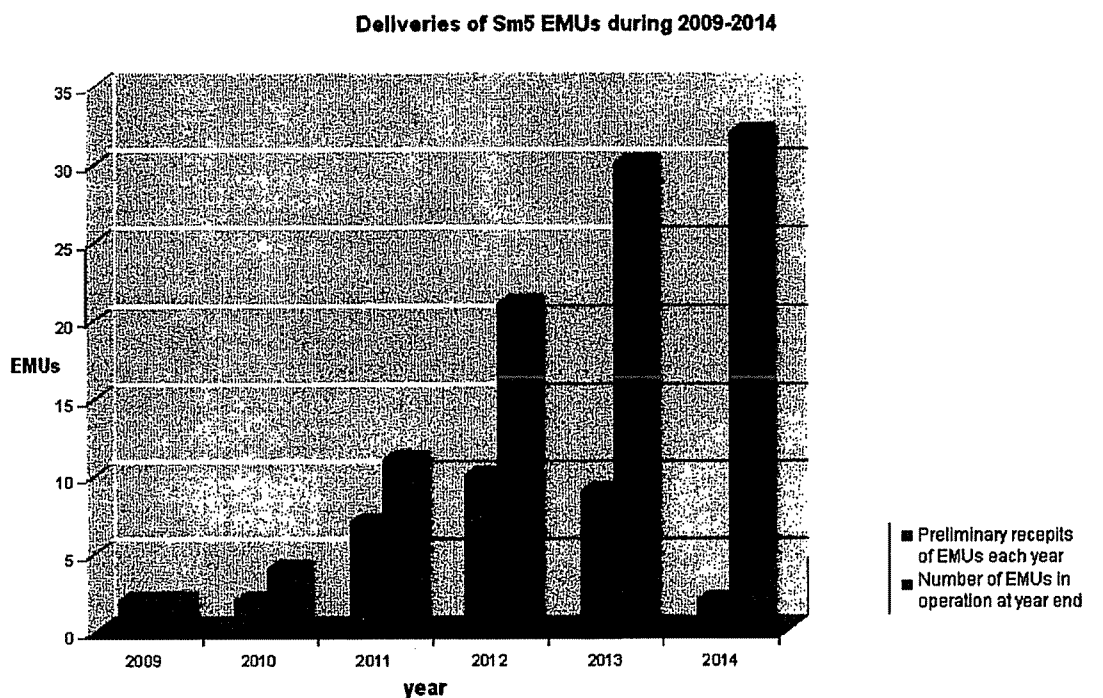


Figure 8: Train deliveries to Railway Undertaking Pääkaupunkiseudun Junakalusto Oy during 2009–14.

7.2.4 Track maintenance machinery

In Finland, many track maintenance machines (some 170 of them) are equipped with on-board ATP equipment. The transition to ETCS, necessary when operating in the rail network, must be implemented as a separate process for track maintenance machines.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

7.2.5 Rolling stock type -specific approvals

When a new system has been tested using certain rolling stock and an approval has been obtained for the system itself, an authorisation for putting the subsystem into service must be obtained for each type of rolling stock before actual serial installations can commence for the subject series.

7.2.6 Serial installations

When the rolling stock has been approved to be operable with the new system, the actual serial installations can begin.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

8 Migration strategy

8.1 STM development work (STM-E, "European Supervision")

The Finnish STM ATP-VR/RHK development project has been in progress since 2003 as an RHK project supported by the experts of VRR Rrs and VRO VRE whose contribution has been considerable.

The work of equipment supplier Ansaldo Signal Sweden AB has progressed from the specification stage to implementation stage, however in such a way that in the autumn of 2006, the chosen STM E solution was found to be unfeasible because the European standards required for the solution have not been nor will be published, because the UNISIG consisting of six ETCS equipment suppliers disagree on the solution.

In the STM E solution, the following critical functional solutions would have been implemented within the ETCS:

- Creation of STM profiles
- Displays on the driver's panel (DMI)
- Brake curve calculation
- Supervision functions
- Management of train data
- Management of the driver's panel
- STM booting tests

This plan has been characterized by the problems in STM development experienced in 2006.

8.2 Future path of STM development work (STM-N, "National STM")

The so-called national STM will implement more of the functionalities within the STM, and it is therefore functionally more similar to the current ATP solution when compared with the STM E solution which has functionality more reminiscent of the ETCS.

Decisions are called for in the development project early in 2007 regarding migration to STM N development; this decision will postpone schedules and make the development work more complicated.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

8.3 Fitting locomotives with STM and ETCS equipment

Serial fitting of traction stock requires the availability of operational and well tested STM and ETCS equipment.

Before installation of on-board STM/ETCS equipment for type testing, operational STMs must be available for the test locomotives that have been simulated together with on-board ETCS equipment and that can be used for reading the trackside ATP balises and the new ETCS balises. The actual functionality and rolling stock interfaces of the on-board ETCS equipment used for testing the STM must be tested before testing with the STM. After that, the STM can be tested connected to ETCS equipment.

The tests include the type tests conducted with the supplier and the subsequent longer-term monitoring, possibly under restricted and controlled conditions, for one year, for example. Operational experience should be accumulated with several types of traction stock.

After that, it will be possible to start carrying out installations for different series of traction stock. When starting each series, a system approval must first be obtained, after which more extensive installation work can begin. The best way is to complete a pre-series of each series of traction stock for gaining installation and operation experience, and only then start the modification work for the rest of the series.

The modification work requires dismantling the old ATP equipment and replacing it with the new ETCS equipment. The mechanical design of ETCS equipment is different with almost all suppliers and it also significantly differs from existing ATP equipment which means that the modification requires considerable amount of planning and design regarding equipment layout and connections.

Problems may surface with equipment layout in part of the traction stock as there is insufficient space available for the ETCS equipment of certain suppliers. This is not a technically insurmountable problem, but we must remember that the available equipment space must accommodate both the on-board ETCS equipment and the STM unit. Space should also be available for housing the GSM-R radio Level 2.

The ETCS equipment also requires installing the driver's panel, the DMI, in the driving cab. The ETCS DMI also has the normal on-board speedometer integrated, but it is smaller in size than the current ATP panel with the ATP speedometer. This is why installing it in the traction stock will require repositioning the equipment on the driver's dashboard.

DMI is a device required for driving, and it must be well within the driver's field of vision and the driver must be able to operate its pushbuttons while driving.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

8.4 Fitting locomotives with GSM-R radios

Regarding GSM-R, the traction stock will be initially fitted with GSM-R terminal devices alongside the existing line radio. So-called pilot equipment has been installed in one Dv12 and one Sr1 locomotive in 2004.

The VRO will start the process of procuring on-board equipment in 2007. The goal is to install test equipment during 2008 in one Dv12 locomotive, one Sr1 locomotive and in one Sm2 EMU.

The principles followed in procuring GSM-R cab radios are as follows:

- The focus is on a GSM-R solution for voice communications
- The suppliers' capabilities regarding the subject communications solutions are to be investigated, and the possible options are
 - GPS (Global Positioning System) or its European equivalent GALILEO
 - GPRS (General Packet Radio Service)
- Different needs are to be taken into account with the antenna solution by selecting multiple band antennas, if available
- ETCS solutions are not considered at this stage. When the ETCS installations are actual, however, extensive installations to the traction stock will be necessary. The place and method of installation of the possible GSM-R modules, additional antennas and displays will also be decided at that stage.
- Cab radios will be procured for all existing locomotives and track maintenance machines.
- The installation of GSM-R cab radios is presently expected to take place during the period 2008–2012.
- The current plan is that the use of GSM-R will start at the beginning of 2009. During the transition period 2009–2012, the GSM-R network and the existing analogue radio network will be used in parallel.

8.5 Fitting locomotives with GSM-R for ERTMS Level 2

ETCS Level 2 requires a GSM-R connection. GSM-R means supplementing the on-board equipment with a GSM-R radio module and an antenna. This is part of the ETCS equipment, not related to the GSM-R radio intended for voice communications.

If a provision has been made for Level 2 when procuring the ETCS equipment, it will already be GSM-R-enabled, and adding the radio later is also a relatively simple operation. The biggest problem will be the installation of the two new GSM-R antennas required for the GSM-R data radio.

The preliminary investigations regarding GSM-R voice radio indicate that there are very few alternative locations on the traction stock for installing the antennas without creating

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

shadow zones. Since Level 2 requires installing two additional antennas in the locomotive in addition to the earlier installed voice radio GSM-R antenna, we can expect problems in finding suitable locations for the antennas. The locations must be determined for both the voice and data radios at the same time in order to find the optimum solution.

8.6 Replacing the Class B system ATP-VR/RHK with ETCS Level 1

Due to reasons related to technical installation details, the Class B systems must be dismantled from the traction stock before installing the new system (lack of space). Therefore, we must make sure that a sufficient portion of traction stock has been equipped before deploying the new system in a certain TVP section.

There are no technical reasons that would require replacing trackside ATP-VR/RHK equipment with ETCS Level 1 trackside equipment in a quick time schedule. Class B ATP was introduced in Finland during 1995–2006. The trackside equipment has a minimum of ten years of useful technical life left.

The rational solution is to start the installation of ETCS Level 1 trackside equipment from sufficiently extensive new infrastructure projects after a sufficient portion of traction stock has been equipped with on-board ETCS equipment.

Replacing the trackside ATP equipment of the existing interlocking systems as a systematic mass operation is not a sensible alternative. If such equipment remains as isolated cases within the area fitted with trackside ETCS equipment, replacing them may be a sensible alternative.

Replacement is also an option if the technical service life of existing ATP equipment expires while the interlocking systems have plenty of service life left. It is likely that replacements in computerised interlocking systems can be implemented through interfaced computer solutions so that no physical changes in signal wiring are required in the existing interlocking systems.

8.7 Preparations for ETCS Level 2, i.e. preparing the interlocking systems for connecting RBCs

In the supply agreements for interlocking systems concluded in 2007 and thereafter, the compatibility of these interlocking systems with the RBC (Radio Block Centre) to be delivered and installed afterwards will be ensured.

The older interlocking systems, even those implemented using relays, can also be equipped with RBCs if an interfacing computer is used.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

9 Potential constraints

9.1 Economic life of the current Class B system ATP-VR/RHK, trackside equipment

The economic life of the current Class B systems will easily extend to 2015, but that may require various upgrades with new sets of circuits and other actions the feasibility of which may depend on the equipment suppliers' willingness to supply equipment of the current generation. By agreeing on trackside equipment supplies, with some foresight, with the suppliers Ansaldo and Bombardier, it is possible to extend the service life to the 2020s. In practice, the proposed deployment schedule means that the availability of trackside equipment for maintenance purposes (with a view of the used spare parts) must be secured well into the future.

Products for the trackside equipment of Finland's ATP-VR/RHK system will in the coming years be available from two equipment suppliers, Bombardier and Ansaldo, so spare parts for the existing system will probably be available. However, availability must be secured by concluding supply agreements.

The technological lifecycle of ATP-VR/RHK equipment is approaching its end. The availability of LEUs and balises will become more and more problematic. If the manufacturers discontinue the supply of old generation equipment or apply pricing models that steer the Infrastructure Manager away from using them, the resulting spare part availability problem may expedite the process of migrating to ETCS Level 1 technology. However, the ATP components of decommissioned signalling equipment can be used as spare parts which means that no major simultaneous replacement operation will be required. ETCS Level 1 technology will be used for replacement investments.

ETCS Level 1 technology does not yet include the same functionality as the current ATP-VR/RHK technology. Direct replacement of the trackside equipment representing old technology with ETCS Level 1 trackside equipment is not an option if the current traffic capacity and speed levels are to be maintained.

The spare part consumption of the essential components of the current ATP system, i.e. the balises and the LEUs, is thought to remain fairly predictable and to grow in a linear fashion over time.

28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

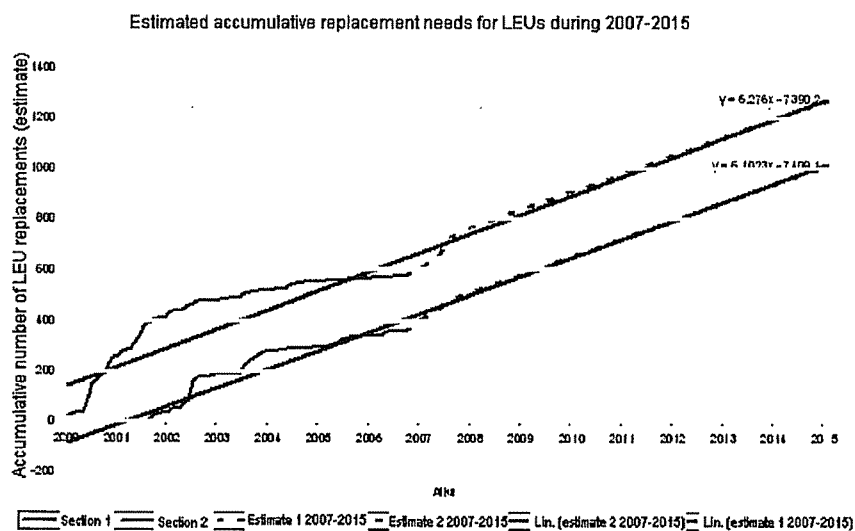


Figure 9: Estimated need for replacing ATP LEUs during 2007–2015

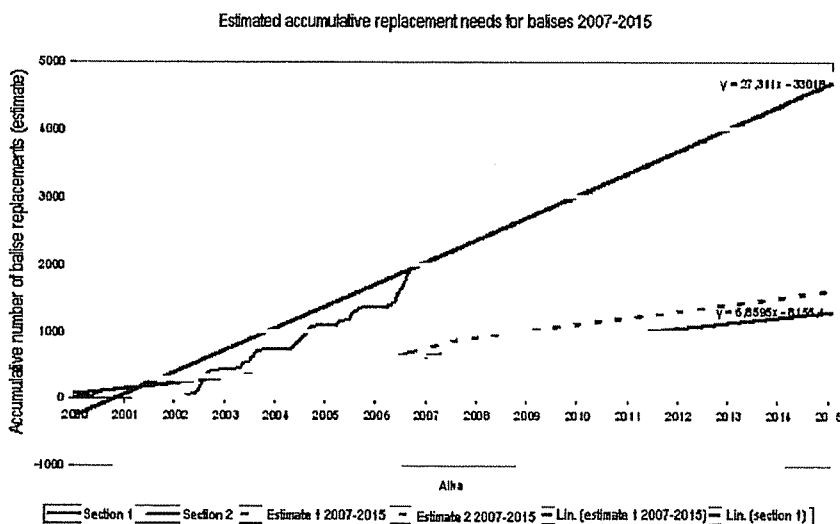


Figure 10: Estimated need for replacing ATP balises during 2007–2015

Supply agreements lasting at least until 2015 must be concluded with equipment suppliers Ansaldo and Bombardier in order to secure the availability of trackside equipment, thus avoiding the premature building of ETCS trackside equipment in haste.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

9.1.1 On-board equipment

On-board equipment is available until 2010, at least to existing on-board equipment customers. The manufacture and stockpiling of on-board ATP equipment for new customers must be agreed upon with equipment supplier Bombardier if we want to avoid a situation where utilisation of the current ATP system until the end of its economic life becomes an obstacle for accessing the rail network.

The availability of spare part components and support for maintenance must be ensured.



28 December 2006

RHK RAO Rty /AKH

10 Assessment of financial impact

10.1 EU support

Finland is one of the affluent EU Member States and a net payer, so only TEN (Trans European Network) support is available for ERTMS projects.

The on-going STM development work through a pan-Nordic co-operation project has already been granted support amounting to some €2.5 million.

The ERTMS plans are not based on receiving EU support, but instead on the overall economic feasibility of the projects irrespective of any financial support that may be available. Even the possible support comes from funds paid by Finnish taxpayers.

The EU support is focused on special ERTMS corridors for traffic across frontiers and on multinational projects and these preconditions tend to exclude purely Finnish national projects from the scope of generous support.

During the budget period of 2007–13, we endeavour to implement other development projects in addition to the on-going STM development work, and they may qualify for EU support. Such projects are related to on-board and trackside ETCS equipment.

10.2 Cost estimates for on-board equipment

Installed to all the existing Finnish rolling stock (630 sets of equipment), the on-board ETCS equipment will cost at least in the order of €200–250 million, depending on the ETCS level. The prices are based on 2006 estimates; the actual costs have so far often exceeded the estimates.

10.3 Cost estimates for trackside equipment

Equipping 1,000 km of track to ETCS Level 1 would cost approximately €85 million in equipment expenditure, while ETCS Level 2 equipment would cost approximately €200 million. The prices are based on price information published in 2004 by the UNIFE.

All planning, design and other work has been excluded from these figures, meaning that the price range for trackside equipment might be €100 to 250 million, depending on the ETCS level, hence of the same order of magnitude as for on-board equipment. The prices do not include interlocking systems or their modification work.