

**SECOND OPINION ERTMS
IMPLEMENTATIEPLAN EN 160 KM/U**

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT
DIRECTORAAT-GENERAAL PERSONENVERVOER

5 september 2007
141244/EA7/0V0/000149/kvr

Inhoud

Management samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Vraagstelling	5
1.3 Leeswijzer	6
2 Aanpak	7
2.1 Werkwijze	7
2.2 Algemene uitgangspunten	7
3 Conformiteit ERTMS implementatiestrategie aan beleid	8
3.1 Nota Mobiliteit	8
3.2 Tweede Kadernota Railveiligheid	9
4 Snelheidsverhoging naar 160 km/u	11
4.1 Inleiding	11
4.2 maatregelen en beoordeling	11
4.2.1 Beschrijving maatregelen	11
4.2.2 Beoordeling	12
4.3 Snelheidsverhoging in de visie van ProRail/de Spoorsector	13
5 ERTMS Implementatieplannen Europese landen	14
5.1 Inleiding	14
5.2 België	14
5.3 Duitsland	15
5.4 Overige EU landen	15
5.5 Conclusie	18
6 Beschrijving ERTMS implementatiescenario's	19
6.1 Koppeling ERTMS en vervanging huidige beveiligingsinstallaties	19
6.2 ERTMS migratiescenario's	19
6.2.1 Scenario 1: ERTMS Level 1 dubbele systemen in infrastructuur en materieel	20
6.2.2 Scenario 2: ERTMS Level 1 dubbele systemen in alleen materieel	20
6.2.3 Scenario 3: ERTMS Level 2 dubbele systemen in infrastructuur en materieel	21
6.2.4 Scenario 4: ERTMS Level 2 dubbele systemen in alleen materieel	22
6.3 Keuze voor ERTMS Level 1 of 2	23
6.4 Te beschouwen ERTMS implementatiescenario's	25
7 Analyse	26
7.1 Criteria	26
7.2 Scenario 1: ERTMS Level 1 Dubbele systemen in infrastructuur en materieel	28
7.2.1 Kosten	28

7.2.2	Planning	29
7.2.3	Prestaties	29
7.2.4	Functionaliteit	30
7.3	Scenario 2: ERTMS Level 1 Dubbele systemen in alleen materieel	30
7.3.1	Kosten	30
7.3.2	Planning	33
7.3.3	Prestaties	33
7.3.4	Functionaliteit	34
7.4	Scenario 3: ERTMS Level 2 dubbele systemen in infrastructuur en materieel	34
7.4.1	Kosten	34
7.4.2	Planning	36
7.4.3	Prestaties	36
7.4.4	Functionaliteit	37
7.5	Scenario 4: ERTMS Level 2 dubbele systemen in alleen materieel	37
7.5.1	Kosten	37
7.5.2	Planning	39
7.5.3	Prestaties	39
7.6	Functionaliteit	40
7.7	Risico's	40
8	Vergelijking	43
8.1	Kosten	43
8.2	Baten	47
8.3	Planning	48
8.4	Prestaties	48
8.5	Functionaliteit	49
9	Conclusies	50
9.1	Hoofdconclusie 1	50
9.2	Hoofdconclusie 2	50
9.3	Hoofdconclusie 3	51
9.4	Hoofdconclusie 4	51
9.5	Hoofdconclusie 5	52
	Referenties	53
	Lijst van afkortingen	55
Bijlage 1	Kosten indicatoren	56
Bijlage 2	Planning, onderbouwing doorlooptijden	58
Bijlage 3	Reactie ProRail	59
Colofon		60

Management samenvatting

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft ARCADIS een onafhankelijke second opinion-beoordeling uitgevoerd op het door ProRail in samenwerking met de vervoerders opgestelde ERTMS-implementatieplan. Dit implementatieplan is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat in het kader van de TSI (Technical Specification for Interoperability) besturing en seingeving.

Door middel van een inventarisatie van beschikbare informatie, een keuze en uitwerking van scenario's en een daarop volgende analyse en vergelijking van scenario's zijn de bevindingen vergeleken met de hoofdconclusies uit het ERTMS-implementatieplan van de spoorsector. In diverse workshops is relevante informatie met de spoorsector uitgewisseld.

De vraagstukken die daarbij onderzocht zijn hebben betrekking op:

- de systeemkeuze (ERTMS level 1, 2 en/of 3) en de mate waarin deze systemen voldoende uitontwikkeld zijn;
- de ambitie en het tempo waarmee migratie naar ERTMS wenselijk is;
- de vraag of migratie alleen door middel van dubbele systemen in het materieel of ook door middel van dubbele systemen in de infrastructuur wenselijk is;
- de kosten, baten en risico's die met de verschillende keuzemogelijkheden gepaard gaan.

Deze hebben geleid tot de volgende overeenkomsten met het ERTMS-implementatieplan van de spoorsector:

- de ambitie moet gericht zijn op ERTMS level 3, omdat hiermee voordelen voor de spoorsector te realiseren zijn;
- zo lang ERTMS level 3 niet beschikbaar is kunnen investeringen in ERTMS level 2 wenselijk zijn, maar geen enkele implementatiestrategie daarvoor leidt tot een positieve businesscase;
- implementatie van ERTMS volgens een corridorbenadering kan voordelen opleveren.

De volgende kanttekeningen worden geplaatst bij het ERTMS-implementatieplan van de spoorsector:

- Geadviseerd wordt terughoudend te zijn met grootschalige investeringen in ERTMS level 2 zolang dit niet stabiel is en ERTMS level 3 niet in zicht is. Geadviseerd wordt tot die tijd bij natuurlijke vervangingsmomenten (van infrastructuur en materieel) te bezien welke systemen geschikt zijn.
- Migratie via "dubbele" systemen in alleen het materieel, te installeren in de periode 2009 – 2012, laat zich niet uitwijzen als het meest efficiënte scenario.
- De kosten voor implementatie van ERTMS level 2 lijken te laag ingeschat.
- De baten die gerealiseerd kunnen worden door implementatie van ERTMS level 2 lijken te optimistisch ingeschat en kunnen bovendien, op zijn minst deels, bereikt worden door optimalisaties met de huidige beveiligingssystemen.

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

AANLEIDING

In het kader van de door de Europese Commissie (EC) op 28 maart 2006 vastgestelde technische specificaties van het subsysteem besturing en seingeving van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem is elke lidstaat verplicht om bij de EC een nationaal ERTMS-implementatieplan in te dienen. Uiterlijk in september van 2007 dient dit ERTMS-implementatieplan door elke EU lidstaat aan de EC te worden voorgelegd.

In samenwerking met partijen in de spoorsector (NS, Railion en NedTrain Consulting) werkt ProRail aan de Nederlandse ERTMS implementatiestrategie. Het resultaat hiervan is vastgelegd in het ERTMS Implementatieplan van 24 augustus 2006, versie 1.0 met kenmerk 20585767/Spo[1]. Het rapport beschrijft mogelijke strategieën voor ERTMS in Nederland, strategische keuzes en een eindadvies. Het voorstel is op 16 juli 2007 door ProRail, NS en Belangenvereniging Railgoederenvervoer¹ (BRG) aangeboden aan de Minister van Verkeer en Waterstaat [28].

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W), Directoraat-Generaal Personenvervoer, heeft ARCADIS gevraagd een second opinion uit te voeren van het ERTMS implementatieplan van ProRail/de Spoorsector. ARCADIS heeft de mogelijke migratiestrategieën voor implementatie ERTMS in Nederland onderzocht op basis van een eigen analyse. De resultaten hiervan zijn vervolgens vergeleken met het ERTMS implementatieplan van ProRail. De second opinion van het ERTMS implementatieplan van ProRail dient worden beoordeeld op basis van doelmatigheid en op de doelstellingen zoals verwoord in de Nota Mobiliteit en Tweede Kadernota Railveiligheid en de ERTMS implementatieplannen van andere lidstaten.

1.2

Vraagstelling

Ten behoeve van de second opinion heeft het Ministerie van V&W een vraagstelling geformuleerd, die uiteenvalt in de volgende onderzoeksvragen:

1. In hoeverre beantwoordt het ERTMS-implementatieplan aan het realiseren van de doelstellingen zoals geformuleerd in de Nota Mobiliteit en in de Tweede kadernota railveiligheid?
2. Hoe verhoudt het ERTMS-implementatieplan zich tot die elders in Europa, met de nadruk op Duitsland en België?
3. Het uitwerken en beoordelen van een "natuurlijk implementatie-scenario". Dit dient te worden vergeleken met het voorgestelde scenario (= "Implementatiestrategie ERTMS"

¹ Bij de BRG zijn Railion, ACTS, ERS en Rail4Chem aangesloten.

met kenmerk 20585767 v1/SpO van 24 augustus 2006) op kosten, planning, haalbaarheid en risico's.

4. In hoeverre zijn technische mogelijkheden ter verhoging van baanvaksnelheid naar 160 km/u (door o.a. aanpassing van de huidige "klasse B-systemen" (ATB-EG en ATB-NG)) toegestaan binnen de door de Europese Commissie op 28 maart 2006 vastgestelde technische specificaties van het subsysteem besturing en seingeving van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem (TSI)?

1.3

LEESWIJZER

Het rapport is opgebouwd uit de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de werkwijze die is gevolgd bij het opstellen van het rapport.
- Hoofdstuk 3 geeft een vergelijking van het ERTMS implementatieplan van ProRail aan de Nota Mobiliteit en Tweede Kadernota Railveiligheid.
- Hoofdstuk 4 gaat in op maatregelen ter verhoging van baanvaksnelheid naar 160 km/u.
- Hoofdstuk 5 geeft een vergelijking van het ERTMS implementatieplan van ProRail met die van overige EU-lidstaten.
- Hoofdstuk 6 geeft een toelichting op de ERTMS implementatie scenario's die in deze studie nader zijn beschouwd.
- Hoofdstuk 7 bevat een analyse van de ERTMS implementatie scenario's.
- Hoofdstuk 8 bevat een onderlinge vergelijking van de ERTMS implementatie scenario's.
- Hoofdstuk 9 bevat de conclusies.

HOOFDSTUK 2 Aanpak

2.1

WERKWIJZE

Onderhavig second opinion is uitgevoerd op basis van reeds aanwezige kennis en ervaringen van specialisten binnen de afdeling Rail Beveiliging & Signalering. Daarnaast zijn leveranciers benaderd om meer inzicht te krijgen in de financiële consequenties van de ERTMS implementatiescenario's. In de onafhankelijke beoordeling van de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector zijn tevens de aanvullende gegevens (o.a. kostenkennallen, uitgangspunten) die zijn aangeleverd door ProRail/de Spoorsector, meegenomen.

Het proces dat gevolgd is om te komen tot het gewenste eindresultaat, bestaat uit de volgende stappen:

1. Inventarisatie.
2. Keuze en uitwerking van scenario's.
3. Analyse van scenario's.
4. Vergelijking.
5. Conclusies.

2.2

ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd in deze studie:

- Deze second opinion beperkt zich alleen tot ERTMS Level 1 en 2. ERTMS Level 3 wordt vooralsnog niet nader bekeken.
- De baten van de verschillende ERTMS migratiescenario's zijn niet nader gekwantificeerd (zie paragraaf 7.1). Deze baten zijn echter wel van belang in de beoordeling en afweging van ERTMS migratiescenario's.

HOOFDSTUK 3

Conformiteit ERTMS implementatiestrategie aan beleid

Voor de toetsing van de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector [1] aan het beleid is gekeken naar de Nota Mobiliteit en de Tweede Kadernota railveiligheid.

3.1

NOTA MOBILITEIT

De Nota Mobiliteit [2] is het nationaal verkeers- en vervoerplan, waarin het ruimtelijk beleid, zoals vastgelegd in de Nota Ruimte, verder uitgewerkt en het verkeers- en vervoerbeleid beschreven wordt.

Een vergelijking van de ERTMS implementatiestrategie van ProRail met de doelen die in de Nota Mobiliteit zijn beschreven, heeft geen reden gegeven te veronderstellen dat de ERTMS implementatiestrategie niet conform de Nota Mobiliteit is opgesteld.

De volgende zaken vallen, in relatie met de ERTMS implementatiestrategie, op in de Nota Mobiliteit:

1. 'De openbaarvervoersector zal de komende jaren zowel organisatorisch als technologisch blijven innoveren.' (p. 52 Nota Mobiliteit deel I).
2. 'Ambitie: grotere vervoersstromen betrouwbaar en veilig verwerken.' (p. 56 Nota Mobiliteit deel I).
3. 'Goederenvervoer per spoor is een relatief veilige vervoerswijze en is vooral geschikt voor de langere afstanden en in het bijzonder voor grensoverschrijdend vervoer. Het rijk zet zich in om de betrouwbaarheid en capaciteit van de infrastructuur te vergroten en marktverstoringen weg te werken.' (p. 58 Nota Mobiliteit deel I).
4. 'Voor de strategische assen van dit [trans Europees] spoornet streeft Europa naar gestandaardiseerde infrastructuur. De Nederlandse infrastructuur zal in principe geen technische beperkingen meer opwerpen op primaire en secundaire routes voor materieel (locomotieven, wagons) en personeel (rijbewijs voor machinisten).' (p. 62 Nota Mobiliteit deel I).
5. 'De infrastructuur wordt robuuster gemaakt (minder kwetsbaar voor incidenten), de olievlekwerking van vertragingen wordt tegengegaan [en].' (p. 63 Nota Mobiliteit deel I).
6. 'De rijksoverheid, de infrastructuurbeheerder en de vervoerders ontwikkelen en investeren in nieuwe veiligheidssystemen. Waar nodig worden de ontwikkelingen afgestemd in internationaal verband' (p. 105 Nota Mobiliteit deel I).
7. 'Bij deze punctualiteit is het mogelijk de landelijke groei van personen en goederenvervoer te realiseren binnen de bestaande en nu voorziene infrastructuur. De inzet van de Nota Mobiliteit daarbij is om alleen dat te doen, wat kosteneffectief is.' (p. 130 Nota Mobiliteit deel I).

- Ad. 1: Het ERTMS systeem wordt als innovatie gezien en daarmee is de ERTMS implementatiestrategie conform het genoemde punt uit de Nota Mobiliteit.
- Ad. 2: Het ERTMS systeem werkt veiliger dan het huidige ATB EG systeem en even veilig als het ATB NG systeem. Het ERTMS Level 2 systeem biedt een verhoging van de capaciteit op de bestaande infrastructuur, waardoor grotere vervoersstromen verwerkt kunnen worden. Over de betrouwbaarheid kunnen geen uitspraken gedaan worden. De ERTMS implementatiestrategie is dus niet in tegenspraak met de uitspraak uit de Nota Mobiliteit.
- Ad. 3: Het goederenvervoer per spoor ondervindt op dit moment hinder van de grote verscheidenheid aan treinbeïnvloedingssystemen in Europa. Door de implementatie van ERTMS in Nederland wordt een drempel voor het goederenvervoer per spoor weggenomen. Daarom is op dit punt de implementatiestrategie in overeenstemming met de Nota Mobiliteit.
- Ad. 4: Middels toepassing van het ERTMS systeem in Nederland worden op het vlak van treinbeïnvloeding geen technische beperkingen meer opgeroepen voor materieel. De implementatiestrategie is daarmee ook op dit vlak conform de Nota Mobiliteit. In de Nota Mobiliteit staan daarom geen zaken die in tegenspraak zijn met de ERTMS implementatiestrategie van ProRail.
- Ad. 5: In de ERTMS implementatiestrategie wordt aangegeven dat de complexiteit van de infrastructuur door ERTMS Level 2 sterk wordt verminderd (p. 4), waardoor de storingsgevoeligheid wordt gereduceerd. Door de reductie van de storingsgevoeligheid wordt de infrastructuur robuuster.
- Ad. 6: Het ERTMS systeem is een nieuw beveiligingssysteem dat in Europees verband is ontwikkeld.
- Ad. 7: De 2^e hoofdconclusie uit de ERTMS implementatiestrategie luidt: 'De meest efficiënte invoering van ERTMS is een migratie via 'dubbele systemen' in het materieel. Hiermee worden de integrale kosten geminimaliseerd en worden de baten versneld geïncasseerd.' Dit sluit aan bij de inzet van de Nota Mobiliteit om alleen dat te doen wat kosteneffectief is.

3.2

TWEDE KADERNOTA RAILVEILIGHEID

De Tweede Kadernota railveiligheid [3] geeft het beleid ten aanzien van de railveiligheid in de nieuwe bestuurlijk juridische context van het spoorbestel.

Een vergelijking van de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector met de doelen die in de Tweede Kadernota railveiligheid zijn beschreven, heeft geen reden gegeven te veronderstellen dat de ERTMS implementatiestrategie niet conform de Tweede Kadernota is opgesteld.

De volgende zaken vallen, in relatie met de ERTMS implementatiestrategie, op in de Tweede Kadernota:

1. De algemene doelstelling van het railveiligheidsbeleid is: 'streven naar duurzaam veilige railsystemen tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten.' (p. 14 Tweede Kadernota)
2. De prioriteiten van de maatregelen in de veiligheidsketen worden in de Tweede Kadernota railveiligheid als volgt gesteld:
 - o Pro-actie: voorkomen van onveiligheid.
 - o Preventie: voorkomen van de directe oorzaken en beperken van de gevolgen van onveiligheid.
 - o Preparatie.
 - o Repressie.
 - o Nazorg.

(p. 18 Tweede Kadernota)

3. In de Tweede Kadernota staat het volgende:
‘Volgens de Spoorwegwet en de daarin verwerkte richtlijnen voor interoperabiliteit zal bij grootschalige vernieuwing van spoorlijnen of bij nieuwbouw voldaan moeten worden aan de eisen die worden gesteld in de technische specificaties voor interoperabiliteit voor conventioneel spoorverkeer.’ (p. 47 Tweede Kadernota)
4. In de Tweede Kadernota staat:
‘Daarom wordt in de Europese interoperabiliteitsrichtlijnen gestimuleerd dat elke lidstaat in de overgangsfase naar ETCS aan vervoerders de mogelijkheid biedt om zogeheten STM's (Specific Transmission Module) aan te schaffen en in te bouwen in hun materieel.’ (p. 47 Tweede Kadernota)
5. In de Tweede Kadernota staat:
‘Op basis van deze inzichten is de beleidslijn:
 - De infrastructuur aanpassen aan de tekorten van de ATB-EG op basis van onderzoek; gericht maatregelen nemen op risicopunten.
 - ATB-NG niet toepassen als vervanging van ATB-EG.
 - Op nieuwe verbindingen (HSL-Zuid en Betuweroute) ETCS aanbrengen.
 - Voor de langere termijn wordt bezien hoe de invoering van ETCS kan plaatsvinden.’

Ad. 1: ERTMS wordt geacht duurzaam veiliger te zijn dan conventionele systemen en in de ERTMS implementatiestrategie wordt als resultaat van een kostenvergelijking het meest kostenefficiënte implementatiescenario voor ERTMS Level 2 voorgesteld.

Ad. 2: De toepassing van het ERTMS-systeem kan geschaard worden onder ‘preventie’ als maatregel ter voorkoming van STS-passages.

Ad. 3: De koppeling van de ERTMS implementatie aan de grootschalige vervanging van beveiligingsinstallaties vanaf het moment dat de ombouw van de treinen gereed is, betekent dat deze vervanging vanaf 2012 aan de TSI voor interoperabiliteit voor conventioneel spoorverkeer voldoet. Bij vervanging van treinbeveiligingsinstallaties wordt voldaan aan de eisen conform de TSI voor interoperabiliteit voor conventioneel spoorverkeer en daarmee ook de Spoorwegwet.

Ad. 4: Het voorkeursscenario in de ERTMS implementatiestrategie gaat uit van ERTMS treinapparatuur met een ATB STM.

Ad 5: De implementatiestrategie gaat uit van de uitrol van ERTMS in heel Nederland. De tekorten van ATB EG worden met ERTMS opgelost. ATB NG wordt in de implementatiestrategie niet toegepast.

HOOFDSTUK

4 Snelheidsverhoging naar 160 km/u

4.1**INLEIDING**

In dit hoofdstuk worden mogelijke maatregelen onderzocht en beoordeeld die snelheidsverhoging naar 160 km/u mogelijk moeten maken. Tevens wordt getoetst in hoeverre snelheidsverhoging naar 160 km/u door aanpassing van conventionele beveiliging (ATB) voldoet aan de TSI (Technical Specifications Interoperability).

4.2**MAATREGELEN EN BEOORDELING****4.2.1****BESCHRIJVING MAATREGELEN**

Hieronder volgt een korte omschrijving van maatregelen die het mogelijk maken om 160 km/u te gaan rijden.

ERTMS

Een beschrijving van ERTMS Level 1 en Level 2 is opgenomen in paragraaf 6.3. Aangezien bij ERTMS Level 1 de seinen blijven gehandhaafd, is geen verdere snelheidsverhoging hoger dan 160 km/u mogelijk. Dit in tegenstelling tot ERTMS Level 2 waarbij de baanseinen zijn komen te vervallen en die snelheden van 300 km/u of zelfs hoger mogelijk maakt.

ERTMS dual signalling/overlay

Met ERTMS dual signalling/overlay wordt naast de huidige conventionele beveiliging (ATB) ook ERTMS in de infrastructuur aangebracht. De snelheidsverhoging geldt dan alleen voor treinen die op ERTMS rijden.

ATB-NG

ATB-NG is vergelijkbaar met ERTMS Level 1, alleen geldt het ATB-NG systeem specifiek voor de Nederlandse situatie. De baangebonden detectie met seinen blijft met ATB-NG gehandhaafd. Ook bij ATB-NG vindt de informatie overdracht van baan naar trein plaats via bakens. Tevens werkt ATB-NG met het principe van remcurvebewaking, waardoor het vrijwel onmogelijk is om ten onrechte een stoptonend sein voorbij te rijden.

ATB-EG met ATB-NG bakens

Hierbij wordt middels toevoeging van ATB-NG bakens aan de conventionele beveiliging (ATB-EG) het snelheidsniveau van 140 km/u naar 160 km/u gebracht, zoals toegepast op de lijn Schiphol - Den Haag Mariahoeve voor de Thalys treinen. De treinapparatuur dient hiervoor te worden aangepast. Opgemerkt dient te worden dat het 160 km/u gebied goed afgeschermd dient te worden.

ATB code 147

ATB code 147 was oorspronkelijk bedoeld voor een extra snelheidstrap voor 100 of 110 km/u. Deze code kan echter ook gebruikt worden voor ten behoeve van een nieuwe snelheidstrap voor 160 km/u. Hiervoor dient de ATB-installatie van alle bestaande treinen te worden aangepast.

4.2.2**BEOORDELING**

Hieronder volgt een kwalitatieve beoordeling van de genoemde maatregelen.

Tabel 4.1

Beoordeling maatregelen
snelheidsverhoging 160 km/u

	ERTMS	ERTMS dual signalling/ overlay	ATB-NG	ATB-EG met ATB-NG bakens	ATB code 147
1. Kosten materieel	-	-	-	-	-
2. Kosten infrastructuur	-	-	-	-/0	-/0
3. Technische haalbaarheid	0	0	+	+	+ / + +
4. Capaciteit en betrouwbaarheid	+	+	0/+	0/+	0/+
5. Regelgeving (TSI)	+	+	+	-	-

Toelichting:

Kosten materieel

Voor alle maatregelen geldt dat bestaande ATB treinen dienen te worden aangepast. Deze kosten worden voor alle maatregelen als gelijk verondersteld.

Kosten infrastructuur

De investeringskosten voor de infrastructuur zullen voor de code 147 oplossing en de maatregel "ATB-EG met ATB-NG bakens" het laagst zijn. Voor de overige maatregelen (ERTMS, ERTMS dual signalling/overlay en ATB-NG) zijn de kosten voor aanleg ERTMS in de infrastructuur minder gunstig.

Technische haalbaarheid

De ATB code 147 oplossing scoort het best op technische haalbaarheid, omdat de maatregel relatief eenvoudig kan worden gerealiseerd. De maatregelen "ERTMS" en "ERTMS dual signalling/overlay" zijn ten opzichte van de overige maatregelen complexer en ingrijpender doch zijn technisch haalbaar.

Capaciteit en betrouwbaarheid

Aangenomen wordt dat met "ERTMS" en "ERTMS dual signalling/overlay" de meeste capaciteitswinst wordt behaald.

Regelgeving (TSI)

In de TSI (Technical Specifications Interoperability) [4] worden de technische specificaties voor de besturing en de seingeving van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem beschreven.

Zowel "ERTMS" als "ERTMS dual signalling/overlay" passen binnen de TSI om snelheidsverhoging naar 160 km/u mogelijk te maken. Snelheidsverhoging naar 160 km/u

bij ERTMS dual signalling/overlay geldt overigens alleen voor treinen die uitgerust zijn met ERTMS; overige treinen rijden op conventionele (ATB-EG) beveiliging.

In de TSI is niet nader vastgelegd voor welke snelheden ATB-NG geschikt is. Dit betekent dat ook ATB-NG geschikt is voor snelheidsverhoging naar 160 km/u.

De maatregelen “ATB-EG met ATB-NG bakens” en “ATB code 147” voldoen beide niet aan de TSI voor snelheidsverhoging naar 160 km/u om de volgende redenen:

- In de TSI wordt geen snelheidscode voor 160 km/u van het ATB EG systeem genoemd (TSI p. 81 bijlage B).
- Gebruikmaking van ATB code 147 voor 160 km/u betekent een wijziging van de huidige ATB-EG functionaliteit anders dan een wijziging die noodzakelijk wordt geacht om veiligheidstekorten in dit systeem weg te werken. Deze wijziging in de huidige ATB-EG functionaliteit staat de TSI niet toe (TSI p. 3).
- Het gebruik van ATB code 147 kan worden beschouwd als verbetering van de treinbeveiliging die gevolgen heeft voor de functies en prestaties van het subsysteem. Voor dergelijke verbetering wordt installatie van ERTMS vereist (TSI p. 51 TSI).

4.3

SNELHEIDSVERHOOGING IN DE VISIE VAN PRORAIL/DE SPOORSECTOR

ProRail/de Spoorsector geeft aan dat vanuit de Europese regelgeving ERTMS verplicht is op toekomstige hogesnelheidslijnen [28]. Aangezien het huidige ATB systeem niet geschikt is voor snelheden hoger dan 160 km/u, wordt gekozen voor implementatie van ERTMS Level 2. Een migratie naar ERTMS via dubbele systemen in alleen het materieel biedt, volgens ProRail/de Spoorsector, op korte termijn de mogelijkheid om eventuele verhogingen van de rijnsnelheid te realiseren.

Een ombouw van het materieelpark naar ERTMS in korte tijd (periode 2008-2012) leidt ertoe dat met meer materieel met hogere snelheid over ERTMS baanvakken (na 2013) kan worden gereden, dan wanneer migratie naar ERTMS geleidelijk zou plaatsvinden op basis van natuurlijke vervangingsmomenten van het materieel (= dubbele systemen in infrastructuur en materieel). Het huidige ATB systeem, evenals ERTMS Level 1, biedt geen oplossing voor hogere snelheden dan 160 km/u. De keuze voor implementatie ERTMS Level 2 voor hogere snelheden dan 160 km/u is dan ook rechtvaardig.

HOOFDSTUK

5 ERTMS

Implementatieplannen Europese landen

5.1

INLEIDING

De Europese Commissie streeft naar een uniform beleid ten aanzien van migratie naar ERTMS. Uiteindelijk zal op basis van de door de EU lidstaten ingediende ERTMS implementatieplannen een ERTMS Masterplan worden opgesteld. In dit hoofdstuk wordt bekeken hoe het ERTMS implementatieplan zich verhoudt tot migratieplannen van andere Europese landen, in het bijzonder België en Duitsland. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor veel landen de ERTMS migratiestrategie op dit moment niet bekend of beschikbaar is. In deze studie wordt volstaan om het migratieplan in hoofdlijnen te beschrijven.

5.2

BELGIË***Eerste fase: TBL+***

België heeft gekozen voor implementatie van het TBL1+ systeem, zoals ontwikkeld door Siemens, voor aanpak van STS passages. Het TBL1+ dient ervoor te zorgen dat een passage van rood sein automatisch wordt opgevolgd door een noodremming. TBL1+ is weliswaar een aanpassing op het bestaande nationale TBL1 systeem, maar het systeem maakt gebruik van standaard Eurobalises in het spoor die op lange termijn omgeprogrammeerd kunnen worden naar ERTMS.

Op dit moment zijn 1800 seinlocaties van de 8700 seinen (13 procent) in België voorzien van een beveiligingssysteem. Medio 2010 dient de helft van alle seinen te zijn uitgerust met het TBL1+ systeem. Medio 2010 dient de installatie van het systeem TBL1+ op deze locaties gereed te zijn. Eind 2012 zal het gehele Belgische spoorwegnet over het automatische beveiligingssysteem TBL1+ beschikken.

Het TBL1+ wordt beschouwd als een eerste fase (tussen)oplossing om uiteindelijk te komen tot ERTMS op het gehele Belgische netwerk. De Belgische inframanager Infrabel benadrukt dat het TBL1+ systeem van dezelfde componenten gebruik maakt als ERTMS [5].

Migratie naar ERTMS

Tegen eind 2013 zullen alle belangrijke Belgische corridors worden voorzien van ERTMS Level 1. Hieronder vallen spoorlijnen van het Belgische net die verbonden zijn met hogesnelheidslijnen en belangrijke goederenassen van het Belgische net.

Hogesnelheidslijnen worden voorzien van ERTMS Level 2, onder andere L3 (Luik – Duitse grens) en L4 (Antwerpen – Nederlandse grens). Daarnaast zullen nieuwbouwprojecten worden voorzien van ERTMS Level 1. Na 2015 wordt circa 300 km spoor per jaar omgebouwd naar ERTMS Level 1, opdat het gehele Belgische net in 2022 is voorzien van ERTMS.

België werkt aan de ontwikkeling van het Belgische STM (STM-TVM en STM-TBL). Materieel dat ingezet wordt op internationale corridors, zal in eerste instantie worden voorzien van ERTMS Level 1/2. Het is niet duidelijk op welke wijze het overige materieel in België zal worden omgebouwd naar ERTMS Level 1/2.

5.3

DUITSLAND

Het plan van de Deutsche Bahn is om het gehele netwerk van hoge snelheidslijnen (3300 km) en 3100 voertuigen om te bouwen naar ERTMS Level 2 voor het jaar 2020. In 2005 is ERTMS Level 2 in gebruik genomen tussen Berlijn – Leipzig, het deeltraject Jüterbog–Leipzig (100 km dubbel spoor, 5 locomotieven omgebouwd naar ERTMS).

Op termijn (periode tot 2010) staat ERTMS Level 1 gepland op corridor Aken – Belgische grens. Goederencorridors van het conventionele net en hoge snelheidslijnen (>160 km/u) worden voorzien van ERTMS Level 2 (periode tot 2020).

Meer (gedetailleerde) informatie over de ERTMS migratiestrategie van Duitsland was gedurende de uitvoering van deze studie niet beschikbaar.

5.4

OVERIGE EU LANDEN

Denemarken

Het ERTMS implementatieplan voor Denemarken is nog niet gereed en zal hoogstwaarschijnlijk beschikbaar zijn medio 2008. De Deense migratiestrategie, zoals opgesteld door Banedanmark, is in hoofdlijnen gebaseerd op [6]:

- Uitrol van ERTMS Level 2 op 1 à 2 zogenaamde “Early Deployment Schemes” (EDS). Het materieel voor deze EDS-lijnen zal worden geschikt gemaakt voor ERTMS Level 2 en het Deense ZUB123 STM voordat de lijnen operationeel zijn. Hiermee wordt mogelijk gemaakt het materieel zowel gebruikt kan worden voor EDS-lijnen als de rest van het Deense conventionele netwerk.
- Ombouw van resterend materieel naar ERTMS Level 2 en het Deense STM.
- Uitrol van ERTMS Level 2 (infrastructuur), in de eerste plaats op hoofdverbindingen (periode 2012-2017) en vervolgens op minder druk bereden (regionale) verbindingen (periode 2016-2020).

De implementatie van ERTMS zal naar verwachting beëindigd worden in 2018-2020 [7]. Meer dan 50% van de interlockingsinstallaties in Denemarken zijn ouder dan 45 jaar (op een totaal van 234 interlockings). Daarnaast zijn veel installaties gemiddeld 35 jaar in gebruik. Dit maakt een vervanging binnen een periode van 10 jaar noodzakelijk. Deens onderzoek heeft aangetoond dat vervanging van bestaande beveiligingssysteem door ERTMS Level 1 niet kosteneffectief zou zijn, vanwege de hoge onderhoudskosten van seinen. Migratie naar ERTMS Level 2 via ERTMS Level 1 is ook niet wenselijk; de kosten zouden volgens onderzoek komen op 170% van die voor directe migratie naar ERTMS Level 2 [8].

Zwitserland

Zwitserland wordt beschouwd als één van de vooruitstrevende landen als het gaat om implementatie van ERTMS. Zwitserland kiest ervoor om tot een zo snel mogelijk migratie te komen naar ERTMS door bestaande systemen (ZUB, SIGNUM) op het gehele netwerk te vervangen door ERTMS Level 1 “Limited Supervision” (L1LS). Op nieuwe internationale corridors wordt begonnen met de uitrol van ERTMS Level 2, onder andere op [9]:

- Corridor Mattstetten – Rothrist (NBS) Bern – Zurich: 45 km, 242 treinen per dag, geplande indienststelling maart 2007.
- Lötschberg Basistunnel: 34.6 km, 110 treinen per dag, ombouw van 500 treinen naar ERTMS inclusief NBS, geplande indienststelling eind 2007.
- Gotthard tunnel: 57 km dubbel spoor, 240 treinen per dag, geplande indienststelling in 2015.
- Ceneri Basis tunnel: 15 km dubbel spoor, 240 treinen per dag, geplande indienststelling in 2015.

In 2007 zal een totaal van 136 km spoor in gebruik worden genomen met ERTMS Level 2.

Zwitserland kiest er echter niet voor om ERTMS uit te rollen parallel aan bestaande treinbeveiligingssystemen. Het doel is om enkel naar ERTMS over te gaan, via de toepassingsmodus L1LS als tussenoplossing. Het systeem dient echter nog te worden gespecificeerd door de Europese Unie. Doel is om in 2015 het gehele netwerk te voorzien van ERTMS L1LS. Dit is 96% van het totale netwerk en ERTMS Level 2 op nieuwe spoorverbindingen (4%).

De keuze voor toepassing van het ERTMS L1LS systeem is gebaseerd op de volgende argumenten:

- Door uitrol van ERTMS L1LS kunnen kostbare investeringen voor dubbele systemen in het materieel uitblijven.
- Het systeem kan snel worden toegepast dan wanneer gekozen zou worden voor een volwaardig ERTMS systeem Level 2 systeem met “Full Supervision”.
- Bestaande beveiligingssystemen ZUB en SIGNUM kunnen op deze manier tegen aanvaardbare lage kosten worden vervangen.
- Het systeem voldoet aan de eisen voor technische interoperabiliteit van het netwerk.

Samengevat zien de Zwitserse strategie er als volgt uit:

- Fase 1: uitrol ERTMS Level 2 op nieuwe spoorlijnen (interoperabiliteit).
- Fase 2: implementatie ERTMS L1LS voor vervanging verouderde beveiligingssystemen (ZUB, SIGNUM), toevoeging van ERTMS componenten (package 44).
- Fase 3: ERTMS Level 2 op knooppunten ten behoeve van capaciteitsvergroting.

Groot-Brittannië

Groot-Brittannië legt de focus op een geleidelijke migratie naar ERTMS Level 2 (zonder baangebonden seinen). Het beleid is erop gericht om in eerste instantie conventionele beveiligingssystemen gedurende 2011 tot 2038 te vernieuwen. Hiervoor is een vervangingsprogramma opgesteld dat nog dient te worden opgestart [10].

ERTMS Level 2 zal eerst uitgerold worden op de “Cambrian Line” (215 km enkelspoor, 17 treinen en 4 locomotieven). Het verloop van dit project en Europese ontwikkelingen op het

gebied van ERTMS bepalen het tijdschema voor uitrol van ERTMS op het spoornet in Groot-Brittannië.

Een belangrijk probleem dat wordt onderkend in Groot-Brittannië zijn de hoge kosten die gepaard zullen gaan met de ombouw van het materieel naar ERTMS, in het bijzonder de mate waarin vervoerders bereid zijn om deze kosten te financieren [10]. Daarnaast vormt de lange migratieperiode die verwacht wordt voor ombouw naar ERTMS een risico: toekomstige ERTMS systemen (hardware en software) dienen compatible te zijn met hetgeen op dit moment wordt ontworpen.

Oostenrijk

De Oostenrijkse migratiestrategie is erop gericht te komen tot een (snelle) migratie van het bestaande beveiligingssysteem (INDUSI) naar ERTMS Level 1 op 2400 km van het netwerk, en ERTMS Level 2 op het resterende deel van het netwerk (totale netwerk van 2500 km). Nieuw materieel wordt voorzien van ERTMS Level 1.

Luxemburg

Luxemburg heeft besloten om ERTMS Level 1 te implementeren op het gehele netwerk (250 km en 880 seinen) en het gehele materieelpark. Het gehele netwerk zal omgebouwd worden naar ERTMS Level 1 in een periode van tenminste 5 jaar.

Scandinavië

Zweden

Op dit moment is er nog geen Zweeds ERTMS migratiestrategie beschikbaar; de businesscase voor implementatie ERTMS in Zweden dient nog te worden opgesteld. Deze is van belang omdat de kosten en baten van ERTMS nog niet geheel duidelijk zijn [11]. Wel opteert Zweden voor de “materieel” strategie, waarbij in eerste instantie treinen worden omgebouwd naar ERTMS met nationale STM en daarna de infrastructuur wordt omgebouwd naar ERTMS Level 1/2 [27]. Het gaat hierbij om circa 1000 treinen die voor 2015 omgebouwd zullen worden. Daar waar mogelijk is, zal ERTMS level 2 worden geïmplementeerd. Op grotere stationscomplexen waar zich complexe verkeerssituaties voordoen, wordt ERTMS Level 1 ingebouwd [11]. De verwachte investeringskosten voor ombouw materieel bedragen € 220 Mio.

Het eerste ERTMS Level 2 project in Zweden betreft de zogenaamde Botnia Line (190 km, indienstelling gepland in 2009). Naast ERTMS Level 2 wordt het zogenaamde “ETCS Regional” systeem uitgerold (circa 246 km, periode 2009-2015).

Finland

De Finse strategie gaat uit van ombouw van infrastructuur naar ERTMS Level 1 waarbij vooraf een bepaald deel van het materieel wordt voorzien van ERTMS en STM. Bij ombouw naar ERTMS worden tevens voorbereidingen getroffen voor eventuele uitbreiding naar ERTMS Level 2 [12]. Dit houdt in dat rekening wordt gehouden met mogelijke aansluiting van RBC's op interlockingsinstallaties. Verder houdt Finland ermee rekening dat oude (relais) interlockingsinstallaties kunnen worden voorzien van RBC's, mits die zijn voorzien van een interface computer. De kosten voor ombouw materieel worden geschat op € 200-250 Mio (circa 600 treinen).

Aangezien het conventionele beveiligingssysteem in Finland nog niet lang in gebruik is genomen, zal de migratie van ERTMS pas plaatsvinden in de periode 2019-2025. Daarnaast

houdt Finland de internationale ontwikkelingen in de gaten wat betreft systemen die elders worden getest en uitgerold. Deze ontwikkelingen kunnen van invloed zijn op de implementatiestrategie.

Noorwegen

De ERTMS implementatiestrategie voor Noorwegen zal in juni 2007 worden vastgesteld [13]. Het voorlopige implementatieplan gaat uit van ombouw van materieel naar ERTMS met het nationale STM. Bestaande interlockingsinstallaties worden vernieuwd parallel aan de uitrol van ERTMS Level 2. Meer dan 60% van de huidige interlockingsinstallaties zijn gemiddeld 40 jaar in gebruik en dienen binnen een periode van 20 jaar te zijn vernieuwd. Dit zal dus gebeuren tegelijk met de uitrol van ERTMS Level 2. De investeringskosten worden geschat op € 1.300 Mio (+/- 30%) voor de infrastructuur en € 190 Mio voor ombouw materieel (vanaf 2012 tot 2030 of verder).

Aangezien Zweden, Finland en Noorwegen gelijke ATP-systemen hebben, wordt de STM in een Noordelijke samenwerkingsverband tussen Banverket (Zweden), Jernbaneverket (Noorwegen) en FRA (Finland) ontwikkeld.

5.5

CONCLUSIE

De in dit hoofdstuk in hoofdlijnen beschreven ERTMS implementatiestrategieën laten zien dat het implementatieplan voor ERTMS per land verschilt. Immers, ieder land kent zijn eigen specifieke omstandigheden. Factoren zoals reeds toegepaste technische installaties, landelijke regels en voorschriften, huidige staat van beveiligingsinstallaties en de organisatie en verantwoordelijkheden van partijen spelen hierbij een belangrijke rol.

In afwijking van Nederlandse ERTMS implementatiestrategie zoals opgesteld door ProRail, kiezen landen zoals Luxemburg, Zwitserland en Oostenrijk voor snelle migratie naar ERTMS Level 1 door hetzij toevoeging van ERTMS Level 1 componenten (België: TBL+, Zwitserland: ERTMS L1LS) of volledig over te gaan naar ERTMS Level 1 (Luxemburg, Oostenrijk). Interoperabiliteit wordt in deze landen alleen gegarandeerd op internationale corridors (ERTMS Level 2). Het migratiebeleid in deze landen wordt minder ingegeven vanuit de noodzaak om winsten te behalen ten aanzien van capaciteit, interoperabiliteit en hoge snelheid, zoals dat voor de Nederlandse situatie het geval is.

Net als Nederland, streven ook Denemarken en Groot-Brittannië naar implementatie van ERTMS Level 2 zonder enige vorm van tussenoplossing. Voor landen als Zweden en Groot-Brittannië weegt het criterium 'interoperabiliteit' minder zwaar dan in Oostenrijk, Zwitserland en Luxemburg. Laatstgenoemde landen streven dan ook naar een snelle migratie naar ERTMS.

Het is niet duidelijk op welke wijze het materieel (dubbele systemen in infrastructuur/dubbele systemen in het materieel) in de Europese landen zal worden omgebouwd. Ook de Duitse ERTMS migratiestrategie is onbekend. Informatie hierover was niet voorhanden.

HOOFDSTUK

6 Beschrijving ERTMS implementatiescenario's

6.1

KOPPELING ERTMS EN VERVANGING HUIDIGE BEVEILIGINGSINSTALLATIES

Het huidige programma² voor vervanging bestaande beveiligingsinstallaties is geïnitieerd vanuit de noodzaak tot vervanging van verouderde beveiligingsinstallaties en niet vanuit de implementatie van ERTMS in Nederland. Uiteraard biedt een dergelijke grootschalige vervanging de mogelijkheid om de uitrol van ERTMS hieraan te koppelen. Vanuit de optiek van beheersing van risico's lijkt het verstandig om vervanging van huidige beveiligingsinstallaties en de implementatie van ERTMS te ontkoppelen. Een huidige vervangingsprogramma is op zichzelf al moeilijk beheersbaar en met een koppeling aan een nieuw systeem als ERTMS worden de risico's uiteraard vergroot.

Vanuit kostenoverwegingen is het wellicht gunstig om de koppeling tussen vervanging van huidige beveiligingssystemen en de implementatie van ERTMS wel te maken. De investeringskosten voor de vervanging van beveiligingsinstallaties en ERTMS gecombineerd, zullen bij een koppeling lager uitvallen door het niet hoeven plaatsen van ATB en seinen (ERTMS Level 2). Daarentegen biedt een ontkoppeling meer flexibiliteit in de uitrol van ERTMS. In deze studie zijn naast de investeringen voor ERTMS ook de besparingen berekend die mogelijk optreden bij een koppeling tussen de grootschalige vervanging van de treinbeveiligingsinstallaties met de uitrol van ERTMS.

6.2

ERTMS MIGRATIESCENARIO'S

Hieronder worden de mogelijke scenario's voor migratie naar ERTMS Level 1 of 2 behandeld, te weten:

- Migratie via dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel³.
- Migratie via dubbele systemen in alleen Materieel.

In de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector [1] wordt het scenario "Dubbele systemen in infrastructuur en materieel" aangeduid als "Dubbele systemen in infrastructuur". Echter, ook voor dit scenario geldt dat treinen worden voorzien van dubbele systemen in het materieel, te weten ERTMS met ATB STM (Specific Transmission Module for ATB).

Het scenario "Migratie via dubbele systemen in alleen het materieel" wordt door ProRail/de Spoorsector ook aangeduid als het "big bang" scenario.

² Vervanging van beveiligingsinstallaties gedurende periode 2008 – 2038.

³ Dit wordt ook wel gezien als het "natuurlijk implementatiescenario".

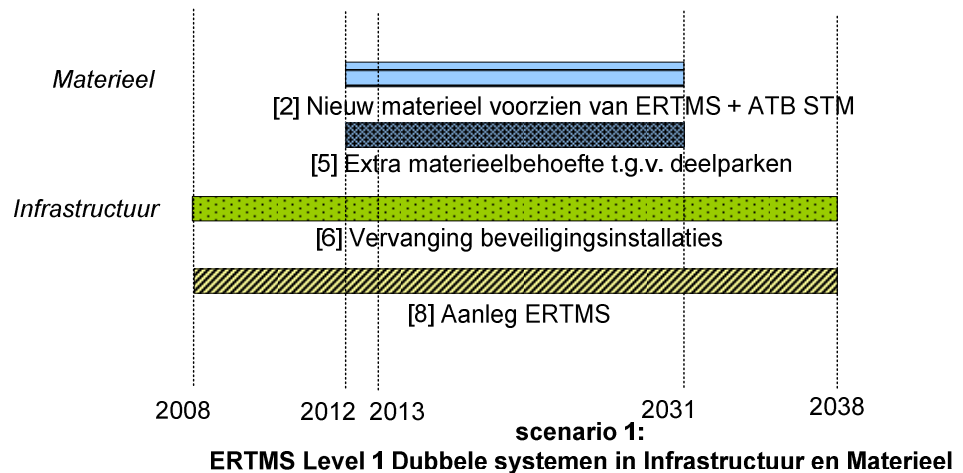
6.2.1

SCENARIO 1: ERTMS LEVEL 1 DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR EN MATERIEEL

Bij een migratie naar ERTMS via dubbele systemen in de infrastructuur en het materieel wordt de treinbeïnvloedingsfunctie tijdens de migratie zowel door het conventionele ATB (EG of NG) als het ERTMS systeem vervuld. Het materieel wordt voorzien van ERTMS met ATB STM. Afhankelijk van het systeem dat de trein aan boord heeft, rijdt de trein dus op ATB of ERTMS.

Figuur 6.1 geeft de migratie via dubbele systemen in de infrastructuur en het materieel (ERTMS Level 1) in de tijd schematisch weer.

Figuur 6.1



De ombouw van de treinen naar ERTMS vindt bij migratie middels dubbele systemen in de infrastructuur en materieel via natuurlijk verloop plaats [zie 2]. Dit betekent dat bij vervanging van treinen door nieuw materieel treinen met ERTMS en ATB STM instromen op het Nederlandse spoor. Deze nieuwe treinen kunnen per direct gebruik maken van het ERTMS systeem op de baanvakken die voorzien zijn van dubbele systemen in de infrastructuur (dual signalling/overlay). Als gevolg van het ontstaan van deelparken, zal gedurende ombouwperiode van het materieel extra materieel moeten worden ingezet [zie 5]. De vervanging van beveiligingsinstallaties [zie 6] vindt tegelijk plaats met de aanleg van het ERTMS systeem.

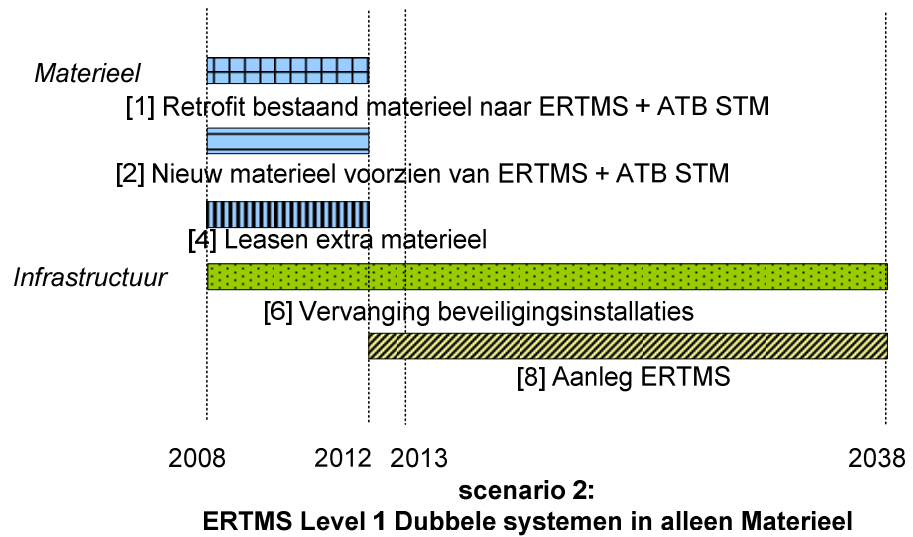
6.2.2

SCENARIO 2: ERTMS LEVEL 1 DUBBELE SYSTEMEN IN ALLEEN MATERIEEL

Bij een migratie naar ERTMS via dubbele systemen in de treinen wordt de trein naast de ERTMS apparatuur uitgerust met een ATB STM (Specific Transmission Module for ATB), waarmee ook op het conventionele ATB (EG of NG) kan worden gereden.

Figuur 6.2 geeft de migratie via dubbele systemen in alleen het materieel in de tijd schematisch weer.

Figuur 6.2



Alle bestaande treinen in Nederland worden in één grote, relatief snelle ombouw voorzien van ERTMS met ATB STM [zie 1]. Tegelijk worden nieuwe treinen voorzien met ERTMS en ATB STM [zie 2]. Gedurende de ombouwperiode van het materieel zal tijdelijk extra materieel worden ingezet [zie 4]. De aanleg ERTMS in de infrastructuur start op het moment dat al het materieel is omgebouwd naar ERTMS met ATB STM [zie 8]. Tegelijk vindt vervanging van beveiligingsinstallaties plaats; deze vervanging start vanaf 2008 [zie 6].

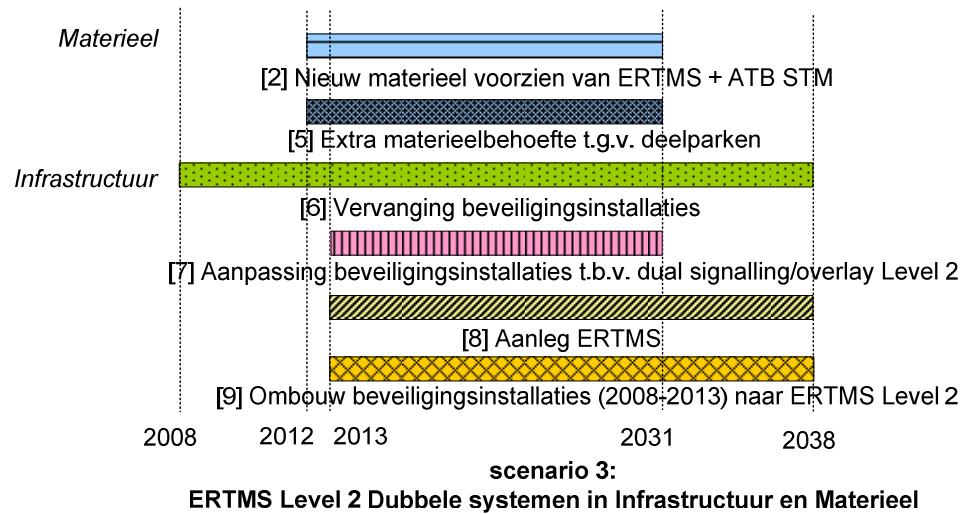
6.2.3

SCENARIO 3: ERTMS LEVEL 2 DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR EN MATERIEEL

Bij een migratie naar ERTMS via dubbele systemen in de infrastructuur en het materieel wordt de treinbeïnvloedingsfunctie tijdens de migratie zowel door het conventionele ATB (EG of NG) als het ERTMS systeem vervuld. Het materieel wordt voorzien van ERTMS met ATB STM. Afhankelijk van het systeem dat de trein aan boord heeft, rijdt de trein dus op ATB of ERTMS.

Figuur 6.3 geeft de migratie via dubbele systemen in de infrastructuur en het materieel voor ERTMS Level 2 in de tijd schematisch weer.

Figuur 6.3



De ombouw van de treinen naar ERTMS vindt bij migratie middels dubbele systemen in de infrastructuur en materieel via natuurlijk verloop plaats [zie 2]. Dit betekent dat bij vervanging van treinen door nieuw materieel treinen met ERTMS en ATB STM instromen op het Nederlandse spoor. Deze nieuwe treinen kunnen per direct gebruik maken van het ERTMS systeem op de baanvakken die voorzien zijn van dubbele systemen in de infrastructuur. Als gevolg van het ontstaan van deelparken, zal gedurende ombouwperiode van het materieel extra materieel moeten worden ingezet [zie 5].

De vervanging van beveiligingsinstallaties vindt plaats vanaf 2008 [6] en heeft een doorlooptijd van 30 jaar. Vanaf 2013 start de aanleg van ERTMS in de infrastructuur [zie 8]. Tevens vinden aanpassingen in de beveiligingsinstallaties plaats ten behoeve van dual signalling/overlay [zie 7]. Gelijktijdig met de aanleg van ERTMS zullen beveiligingsinstallaties uit de periode 2008-2013 worden omgebouwd naar ERTMS Level 2 [zie 9].

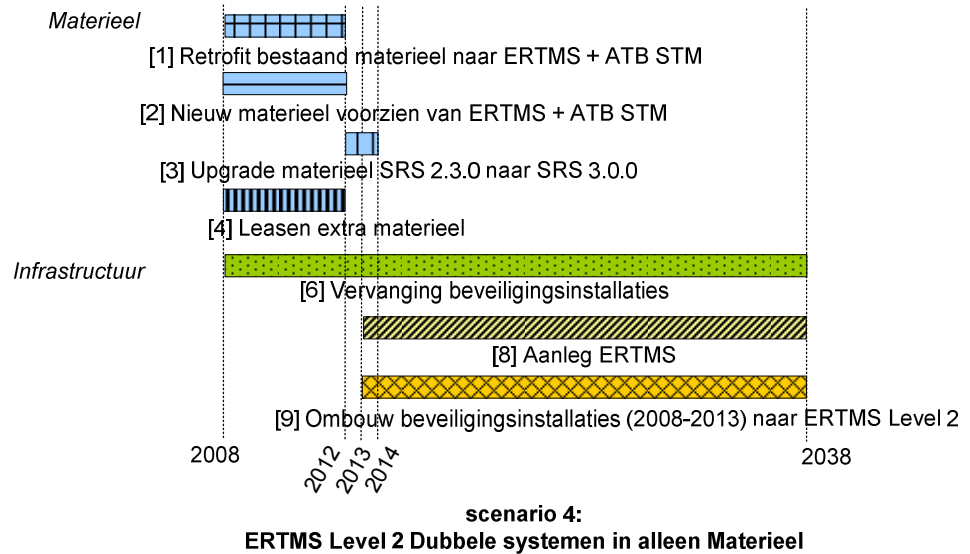
6.2.4

SCENARIO 4: ERTMS LEVEL 2 DUBBELE SYSTEMEN IN ALLEEN MATERIEEL

Bij een migratie naar ERTMS via dubbele systemen in het materieel wordt de trein naast ERTMS apparatuur uitgerust met een ATB STM (Specific Transmission Module for ATB), waarmee ook op het conventionele ATB (EG of NG) kan worden gereden.

Figuur 6.4 geeft de migratie via dubbele systemen in alleen het materieel ("big bang") in de tijd schematisch weer.

Figuur 6.4



Alle bestaande treinen in Nederland worden in één grote, relatief snelle ombouw voorzien van ERTMS met ATB STM [zie 1]. Tegelijk worden nieuwe treinen voorzien met ERTMS en ATB STM in [zie 2]. Gedurende de ombouwperiode van het materieel zal tijdelijk extra materieel worden ingezet [zie 4]. Ook zal na ombouw van het materieelpark upgrade plaatsvinden van het materieel dat voorzien is van verouderde versie van het ERTMS systeem (SRS 2.3.0), zie [3].

De aanleg van het ERTMS systeem in de infrastructuur start op het moment dat al het materieel is omgebouwd naar ERTMS met ATB STM [zie 8]. Tegelijk vindt vervanging van beveiligingsinstallaties plaats, deze vervanging start vanaf 2008 [zie 6]. Gelijktijdig met de aanleg van ERTMS zullen beveiligingsinstallaties uit de periode 2008-2013 worden omgebouwd naar ERTMS Level 2 [zie 9].

6.3

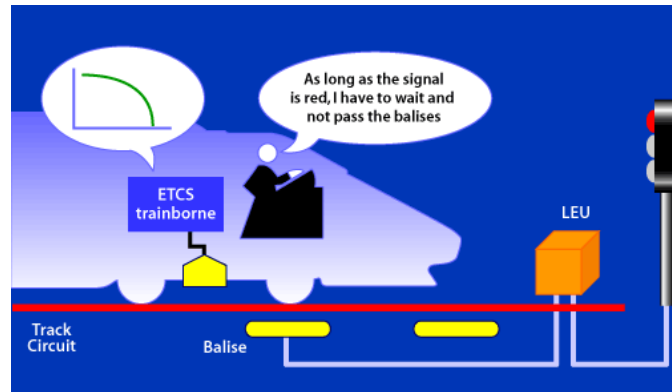
KEUZE VOOR ERTMS LEVEL 1 OF 2

ERTMS Level 1

ERTMS Level 1 is een ERTMS systeem dat vergelijkbaar is met het Nederlandse ATB NG systeem, gezien het gebruik van bakens/balises en remcurvebewaking. Een LEU (Lineside Electronic Unit) 'leest' de seinbeelden middels het meten van de lampstromen in het sein. Deze seinbeelden worden via balises in het spoor aan de trein doorgegeven. Bij ERTMS Level 1 blijven de seinen bestaan en de ATB is komen te vervallen. De baangebonden treindetectie blijft gehandhaafd. De werking van ERTMS Level 1 is in figuur 6.5 grafisch weergegeven.

Figuur 6.5

ERTMS Level 1 [14]



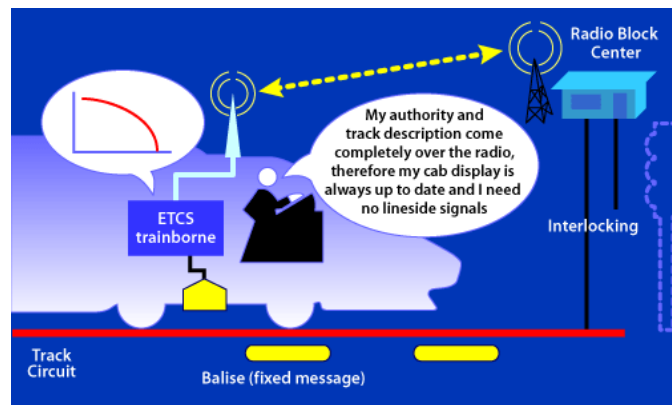
Doordat de LEU en de bakens los staan van de beveiliging kan de leverancier van de ERTMS apparatuur een andere zijn dan de leverancier van de interlocking. Dit zorgt ervoor dat men minder afhankelijk is van één leverancier.

ERTMS Level 2

Bij ERTMS Level 2 geeft een RBC (Radio Block Centre) de beveiligingsinformatie vanuit de interlocking via GSM-R door aan de trein. In de versie van ERTMS Level 2 die in deze studie beschouwd wordt, wordt uitgegaan van ERTMS Level 2 zonder seinen. Er zijn 'vaste' balises in het spoor aanwezig, die alleen dienen ter ijkking van de plaatsbepaling in de trein. De ATB en seinen zijn komen te vervallen, de baangebonden treindetectie blijft gehandhaafd. De werking van ERTMS Level 2 is grafisch weergegeven in figuur 6.6.

Figuur 6.6

ERTMS Level 2 [14]



De interface tussen de interlocking en de RBC is niet gespecificeerd in ERTMS. Dit betekent dat een RBC van de ene leverancier niet zomaar aan een interlocking van een andere leverancier gekoppeld kan worden. Dit zorgt ervoor dat men afhankelijker is van een bepaalde leverancier.

In bepaalde situaties zal het kosteneffectiever zijn om in plaats van ERTMS Level 2, Level 1 apparatuur aan te leggen. Te denken valt bijvoorbeeld aan tunnels en complexe emplacementen.

6.4

TE BESCHOUWEN ERTMS IMPLEMENTATIESCENARIO'S

De ERTMS implementatiescenario's die in deze studie beschouwd worden zijn de volgende:

Tabel 6.1

ERTMS
implementatiescenario's

Scenario	Omschrijving
Scenario 1	ERTMS Level 1 Dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel Treinen voorzien van ERTMS stromen via natuurlijk verloop in. 1/3 van Nederland (huidige vervangingsprogramma ProRail) vervangen met nieuwe elektronische interlockings zowel op emplacementen als vrije baan met ERTMS Level 1 en 2/3 van de beveiliging in Nederland niet vervangen, maar wel ERTMS Level 1 toevoegen. Er blijft ATB in de baan aanwezig.
Scenario 2	ERTMS Level 1 Dubbele systemen in alleen Materieel Treinen worden in snel tempo omgebouwd voor ERTMS inclusief ATB STM voordat de infrastructuur wordt omgebouwd. 1/3 van Nederland (huidige vervangingsprogramma ProRail) vervangen met nieuwe elektronische interlockings en 2/3 behouden met toevoeging van ERTMS Level 1. Er is geen ATB in de baan aanwezig.
Scenario 3	ERTMS Level 2 Dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel Treinen voorzien van ERTMS stromen via natuurlijk verloop in. Heel Nederland wordt vervangen met nieuwe elektronische interlockings zowel op emplacementen als vrije baan met ERTMS Level 2. ERTMS systeem naast conventioneel ATB in de baan middels dual signalling/overlay.
Scenario 4	ERTMS Level 2 Dubbele systemen in alleen Materieel Treinen worden in snel tempo omgebouwd voor ERTMS inclusief ATB STM voordat de infrastructuur wordt omgebouwd. In heel Nederland wordt vervangen met nieuwe elektronische interlockings op zowel emplacement als vrije baan met ERTMS Level 2. Er zijn geen seinen en ATB aanwezig.

HOOFDSTUK 7

Analyse

7.1

CRITERIA

De ERTMS implementatiescenario's worden met elkaar vergeleken op de volgende criteria:

1. Kosten.

Materieel:

- Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM.
- Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM.
- Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0.
- Leasen extra materieel.
- Extra materieelbehoeften t.g.v. deelparken.

Infrastructuur:

- Vervanging beveiligingsinstallaties.
- Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay (Level 2).
- Aanleg ERTMS.
- Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2.

Basis voor de kostenberekening zijn de migratiefases zoals omschreven in hoofdstuk 6. De uitgangspunten en berekeningen voor de kostenanalyse zijn als onderbouwing opgenomen in bijlage 1 (Kosten indicatoren).

2. Planning:

Aangezien het te ver voert om per scenario een gedetailleerde planning uiteen te zetten, is in het bijzonder gekeken naar de totale doorlooptijd per scenario. Op basis van berekeningen die gebaseerd zijn op TE's (Technische Eenheden) is een inschatting gemaakt van de totale doorlooptijd per scenario voor uitrol infrastructuur. De in deze studie gehanteerde TE's zijn geaccepteerde normen die gebaseerd zijn op ervaring uit beveiligingsprojecten. Er is ervan uitgegaan dat alle systemen (ERTMS Level 1 en 2) zijn vrijgegeven voor gebruik; er is dus geen rekening gehouden met eventuele ontwikkeltijd. Daarnaast is het uitgangspunt dat de engineering (ontwerp, testen en commissioning) bepalend is voor de doorlooptijd; uitvoering en installatie zijn geen beperkende factoren in deze. De uitgangspunten en berekeningen zijn als onderbouwing opgenomen in bijlage 2.

3. Prestaties:

- Betrouwbaarheid/Beschikbaarheid.
- Onderhoudbaarheid.
- Veiligheid.
- Capaciteit.

4. Functionaliteit:

- Mogelijkheid tot snelheidsverhoging.
- Interoperabiliteit.

Opmerkingen:

- Alleen de kosten zoals genoemd onder 1) zijn gekwantificeerd. De baten die volgen uit besparingen t.a.v. verbeterde prestaties en functionaliteit (ad 3 en 4) zijn niet kwantitatief onderbouwd; vanwege de complexiteit van de materie en het ontbreken van gegevens is het niet mogelijk om in korte tijd een volledige batenanalyse uit te voeren. Deze analyse is echter wel van belang voor een integrale kostenraming op basis waarvan scenario's onderling kunnen worden vergeleken en afgewogen.
- Het aspect "Veiligheid" is gerelateerd aan het risico op het passeren van een stoptonend sein evenals arbeidsveiligheid (voor werken aan de infrastructuur).
- Besparingen in zowel de infrastructuur (o.a. ATB en seinen) als in het materieel (ATB) worden buiten beschouwing gelaten.

Kosten infrastructuur

De kostenschatting voor infrastructuur zijn verder gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Onnauwkeurigheidsmarge van de kostenschattingen bedraagt $\pm 40\%$.
- Eenheidsprijzen voor ERTMS Level 2 infrastructuur zijn gebaseerd op het project Amsterdam – Utrecht (Bombardier). Deze kosten zijn omgerekend naar een kilometerprijs en bedragen € 252.000 per kilometer. Gelet op de complexiteit van dit project, zijn deze kosten niet representatief voor de overige om te bouwen infra-corridors in Nederland. Vandaar dat deze kosten naar beneden zijn bijgesteld met een factor 0,8. Hiermee komen de kosten voor ERTMS Level 2 op circa € 202.000,- per kilometer.
- De infra-kosten ERTMS Level 1 en 2 zijn bepaald op basis van de volgende uitgangspunten:
 - Nederland heeft 6500 km spoor (dubbelsporig als enkelvoudig uitgelegd).
 - Alle spoor in Nederland, dat nog niet voorzien is van ERTMS, wordt voorzien van ERTMS Level 1 of 2.
 - Onderhoudskosten worden niet in beschouwing genomen.
 - Twee seinen per km.
 - Drie balises op één LEU (ERTMS Level 1).
 - Een gemiddeld beveiligingsblok heeft een lengte van 1000 meter.
- In deze studie is een bedrag van € 2000 Mln aangehouden voor vervangingsinvestering van huidige (verouderde) beveiligingsinstallaties. Dit is inclusief vervanging van bestaande interlockingsinstallaties (circa 1/3 van Nederland). In het Beheerplan 2006 van ProRail [16] wordt gesproken over € 156-300 Mln per jaar over de periode tot 2020. In de brief van Ministerie van V&W van 25 november 2005 [17] wordt een totaal van € 1,8 Mld aangehouden voor vervangingsinvestering van huidige beveiligingsinstallaties. In deze studie is een bedrag van € 2000 Mln aangehouden voor vervanging van beveiligingsinstallaties 1/3 van Nederland (scenario's 1 en 2) en € 3400 Mln (= $1,7 \times € 2000$ Mln) voor heel Nederland (scenario's 3 en 4).

Kosten materieel

De kosten voor ombouw materieel naar ERTMS zijn gebaseerd op de prijzen die door UNIFE/Siemens worden gehanteerd (zie bijlage 1) met uitzondering van de kosten voor inbouw ERTMS Level 1 en 2 in bestaand materieel (retrofit). Deze kosten zijn na overleg met ProRail en NS naar beneden bijgesteld, mede gelet op mogelijke optimalisaties (zie bijlage 1).

7.2

SCENARIO 1: ERTMS LEVEL 1 DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR EN MATERIEEL

Bij ERTMS Level 1 volgens migratie via dubbele systemen in de infrastructuur en materieel wordt de infrastructuur zowel voorzien van ERTMS Level 1 als ATB. Nieuwe treinen stromen in met ERTMS Level 1 aan boord (met ATB STM).

7.2.1

KOSTEN

Materieel

Er zijn reeds 100 locomotieven voorzien van ERTMS, dit betekent dat er nog 1650 treinen zonder ERTMS in bedrijf zijn. Deze 1650 treinen worden vervangen door nieuw materieel met ERTMS Level 1 aan boord. De kosten voor het inbouwen van ERTMS Level 1 in een nieuwe trein bedragen € 92K. Dat betekent dat de kosten voor het inbouwen van ERTMS Level 1 in de nieuwe treinen $1650 \times € 92K = \pm € 152$ Mln bedragen.

Verder wordt aangenomen dat de kosten voor extra materieelbehoefte t.g.v. van deelparken € 100 Mln bedragen.

Kosten infrastructuur

De kosten voor aanleg ERTMS (Level 1) komen op $6500 \text{ km} \times € 43 \text{ K} = \pm € 279$ Mln.

In de onderstaande tabel zijn de investeringskosten voor zowel infrastructuur als materieel samengevat.

Tabel 7.1

Overzicht kosten scenario ERTMS Level 1 Dubbele systemen in infrastructuur en materieel

Nr.	Element		Kosten
MATERIEEL			
1	Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM		0
2	Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM	$1650 \times € 92K = 152 \text{ Mln}$	€ 152 Mln
3	Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0		0
4	Leasen extra materieel		0
5	Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken		€ 100 mln
Subtotaal Materieel			€ 252 Mln
INFRASTRUCTUUR			
6	Vervanging beveiligingsinstallaties		€ 2000 Mln
7	Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay		0
8	Aanleg ERTMS	$6500 \text{ km} \times € 43 \text{ K}$	€ 279 Mln
9	Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2		0
Subtotaal infrastructuur			€ 2279 Mln
Totale kosten			€ 2531 Mln
10			
11	Totale meerkosten ERTMS t.o.v. vervanging beveiligingsinstallaties (= 10 – 6)		€ 531 Mln

Kapitaalvernietiging bij implementatie ATB < 40 km/u

Bij de implementatie van ERTMS Level 1 volgens het natuurlijk implementatiescenario zal de ATB-apparatuur in de infrastructuur gehandhaafd blijven, totdat de migratie van de treinen compleet is. Dit betekent dat ook de ATB < 40 km/u aanwezig blijft, waardoor er

geen kapitaalvernietiging door $ATB < 40$ km/u plaatsvindt; de complete ombouw van de treinen langer duurt dan de levensduur van het systeem.

7.2.2

PLANNING

In figuur 6.1 is de planning van implementatie ERTMS Level 1 voor zowel materieel als infrastructuur weergegeven. Hieronder wordt de planning nader beschouwd op basis van eigen inzichten van ARCADIS.

Materieel

De instroom van ERTMS materieel zal op een natuurlijke wijze verlopen. Dat betekent dat nieuw materieel dat voorzien is van ERTMS langzaam maar zeker het verouderde materieel dat met ATB apparatuur is uitgerust zal vervangen.

Er zijn 1750 treinen in Nederland waarvan er al 100 voorzien zijn van ERTMS. Per jaar worden er 40 nieuwe treinen voorzien van ERTMS geïntroduceerd. Dit betekent dat circa 40 jaar ($1650/40$) nodig zal zijn om het gehele materieelpark te voorzien van nieuwe treinen met ERTMS.

Opmerking:

Indien ook rekening gehouden wordt met (seriematige) ombouw van bestaand materieel naar ERTMS Level 1, dan zal de totale doorlooptijd aanzienlijk worden verkort. Als er jaarlijks 50 bestaande treinen zullen worden omgebouwd naar ERTMS Level 1, dan kan de doorlooptijd als volgt worden bepaald: $1750 = 100 + (J \times 40) + (J \times 50) \rightarrow 1650 = (40+50) \times J \rightarrow J = 18$ jaar. Dit levert dus een besparing op qua doorlooptijd van circa 20 jaar.

Infrastructuur

De infrastructuur wordt corridorsgewijs omgebouwd naar ERTMS Level 1. De totale doorlooptijd voor ombouw van de infrastructuur wordt door ARCADIS ingeschat op 30 jaar (zie bijlage 2), parallel aan de ombouw van het materieelpark.

7.2.3

PRESTATIES

Beschikbaarheid/betrouwbaarheid

Bij dual-signalling/overlay bestaan dubbele systemen in het spoor die beide gestoord kunnen raken. De term dual-signalling/overlay kan misleidend zijn, aangezien vaak wordt gedacht dat het inhoudt dat er redundante systemen aanwezig zijn. Dit is niet het geval. De aanwezigheid van dubbele systemen heeft een negatieve invloed op de beschikbaarheid. ERTMS Level 1 en 2 worden qua beschikbaarheid als gelijkwaardig beschouwd gezien het gebrek aan gegevens hieromtrent.

Veiligheid

ERTMS Level 1 wordt als veiliger beschouwd dan ATB-EG (geen remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u) en als even veilig als ATB-NG. ERTMS Level 1 en 2 zijn even veilig als het gaat om voorkomen van STS passages: beide systemen bieden remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u. Echter, ERTMS level 2 biedt door de trein-wal communicatie via GSM-R mogelijk meer veiligheid dan ERTMS Level 1 als het gaat om arbeidsveiligheid.

Onderhoudbaarheid

Uiteraard vergt het hebben van dubbele systemen in het spoor meer onderhoud dan bij enkele systemen. Bij ERTMS Level 1 is de treinbeïnvloeding in het spoor bevestigd (balises)

en zijn seinen aanwezig. Balises en LED-seinen vergen weinig onderhoud en de onderhoudbaarheid van een RBC is onbekend. Daarom wordt de onderhoudbaarheid van ERTMS Level 1 en 2 als gelijkwaardig beschouwd.

Capaciteit

Over het algemeen wordt aangenomen dat ERTMS Level 1 geen verhoging van de capaciteit van een baanvak oplevert. ERTMS Level 2 daarentegen wordt beschouwd als middel om de capaciteit op dezelfde infrastructuur te verhogen.

Een toevoeging van extra balises bij ERTMS Level 1 kan de capaciteit echter dermate vergroten dat het capaciteitsniveau van bij ERTMS Level 2 benaderd wordt. Het bewijs hiervoor wordt geleverd door Veider & Zierl [15]. Er wordt geconcludeerd dat oplossingen bestaan om de prestatie van ERTMS Level 1 de prestatie van ERTMS Level 2 te benaderen tegen relatief lage kosten. Deze bevindingen worden ondersteund door praktijkervaring op het Oostenrijkse deel van de Wenen-Boedapest lijn.

7.2.4 FUNCTIONALITEIT

Mogelijkheid 160 km/u rijden

ERTMS Level 1 biedt de mogelijkheid om 160km/u te rijden. ATB daarentegen op dit moment nog niet. Om dit bij ATB toch mogelijk te maken, moeten aanpassingen in het systeem worden aangebracht en wijzigingen in de beveiligingscircuits worden uitgevoerd. Dit betekent dat treinen voorzien van ERTMS Level 1 wel 160 km/u zouden kunnen rijden, maar treinen die niet voorzien zijn van ERTMS Level 1 niet. Uiteraard moet de infrastructuur wel geschikt zijn voor een snelheid van 160 km/u.

Realisatie internationale interoperabiliteit

Met ERTMS Level 1 wordt internationale interoperabiliteit gerealiseerd.

7.3 SCENARIO 2: ERTMS LEVEL 1 DUBBELE SYSTEMEN IN ALLEEN MATERIEEL

Bij ERTMS Level 1 volgens migratie via dubbele systemen in alleen het materieel wordt eerst het materieel omgebouwd, waarna de infrastructuur wordt omgebouwd naar ERTMS Level 1.

7.3.1 KOSTEN

Hieronder zijn de investeringskosten toegelicht. De gehanteerde uitgangspunten (kostenkentallen) zijn opgenomen in bijlage 1.

Kosten materieel

In het scenario dubbele systemen in alleen materieel zullen alle treinen in Nederland in een relatief korte periode worden omgebouwd. De treinen zullen van ERTMS apparatuur met een STM ATB worden voorzien, waardoor de treinen ook nog op conventionele baanvakken kunnen rijden.

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Er zijn 1750 treinen in gebruik in Nederland.
- Er zijn op dit moment reeds 100 locomotieven voorzien van ERTMS Level 1.
- 40 nieuwe locomotieven met ERTMS Level 1 worden jaarlijks in Nederland in gebruik genomen.
- De kosten voor retrofit bestaand materieel naar ERTMS Level 1 (incl. ATB STM) bedragen € 203 K.

- De kosten voor nieuw materieel voorzien van ERTMS level 1 (incl. ATB STM) bedragen € 92 K.
- Kosten worden niet geïndexeerd.
- Onderhoudskosten worden niet in beschouwing genomen.
- De ombouw van de treinen vindt plaats met 325 treinen per jaar.

Er zijn 1750 treinen in Nederland waarvan er al 100 voorzien zijn van ERTMS. Per jaar worden er 40 nieuwe treinen voorzien van ERTMS geïntroduceerd. Het aantal jaar dat nodig is voor de ombouw van alle treinen berekenen we als volgt:

$$1750 = 100 + (J \times 40) + (J \times 325) \rightarrow 1650 = (325+40) \times J \rightarrow J = 4,5 \text{ jaar}$$

Na 4,5 jaar zijn alle treinen omgebouwd.

Dit betekent dat $4,5 \times 40 = 180$ nieuwe treinen voorzien worden van ERTMS tegen de kosten van $180 \times € 92K = € 16,5 \text{ Mln}$. Er blijven $1650 - 180 = 1470$ treinen over die omgebouwd moeten worden. Deze kosten bedragen $1470 \times € 203K = \pm € 298 \text{ Mln}$.

Tevens worden bij migratie via dubbele systemen in het materieel extra kosten van circa € 30 Mln verwacht als gevolg van het leasen van extra benodigd materieel [25].

Kosten infrastructuur

Zoals in paragraaf 7.2.1 berekent, bedragen de kosten om heel Nederland te voorzien van ERTMS Level 1 volgens de ARCADIS berekening $\pm € 279 \text{ Mln}$.

In de onderstaande tabel zijn de investeringskosten voor zowel infrastructuur als materieel samengevat.

Tabel 7.2

Overzicht kosten scenario ERTMS Level 1 Dubbele systemen in alleen het materieel

Nr.	Element		Kosten
MATERIEEL			
1	Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM	1470 x € 203 K	€ 298 Mln
2	Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM	180 x € 92K	€ 17 Mln
3	Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0		0
4	Leasen extra materieel		€ 30 mln
5	Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken		0
Subtotaal Materieel			€ 345 Mln
INFRASTRUCTUUR			
6	Vervanging beveiligingsinstallaties		€ 2000 Mln
7	Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay		0
8	Aanleg ERTMS	6500 km x € 43 K	€ 279 Mln
9	Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2		0
Subtotaal infrastructuur			€ 2279 Mln
10	Totale kosten		€ 2624 Mln
11	Totale meerkosten ERTMS t.o.v. vervanging beveiligingsinstallaties (= 10 – 6)		€ 624 Mln

Kapitaalvernietiging bij implementatie ATB < 40 km/u

Bij de implementatie van ERTMS Level 1 is het ATB < 40 km/u systeem overbodig geworden. Alle kosten die gemaakt worden voor de uitrol van ATB < 40 km/u zijn in feite een desinvestering. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat het jaren duurt voordat ERTMS Level 1 geïmplementeerd is. Het ATB < 40 km/u werkt veiligheidsverhogend tot het moment dat op elke locatie waar ATB < 40 km/u aanwezig is, ERTMS Level 1 is geplaatst. Het ATB < 40 km/u systeem zal dus nog jaren in gebruik kunnen zijn na de complete migratie van de treinen. Het is natuurlijk wel noodzakelijk dat de STM ATB in de treinen geschikt is voor ATB < 40 km/u.

Ervan uitgaande dat het ongeveer 30 jaar duurt voordat heel Nederland gemigreerd is naar ERTMS Level 1, kan gesteld worden dat elk jaar 33 seinen (=1000/30) die uitgerust zijn met ATB < 40 km/u voorzien worden van ERTMS Level 1. Bij een levensduur van 15 jaar van het ATB < 40 km/u systeem, een verwijdering van 33 ATB < 40 km/u systemen per jaar en de totale kosten van ATB < 40 km/u voor 1000 seinen van € 32M (= € 32.000,- per sein), kunnen we de volgende berekening maken: $1/30 \times € 32M \times (1-(\text{jaar}/15))$. In tabel 7.4 wordt de desinvestering per jaar gedurende 15 jaar weergegeven.

Tabel 7.3

Desinvestering ATB<40 km/u
bij uitrol ERTMS Level 1
Dubbele systemen in materieel

Jaar na start implementatie ERTMS Level 1	Desinvestering [K€]
1	996
2	924
3	853
4	782
5	711
6	640
7	569
8	498
9	427
10	356
11	284
12	213
13	142
14	71
15	0
Totaal na 15 jaar: € 7.467K	

Na 15 jaar is de ATB < 40 km/u apparatuur niet meer nodig voor het beperken van de STS passages, aangezien deze functie door ERTMS Level 1 is overgenomen.

De totale desinvestering voor ATB < 40 km/u bedraagt ± € 7,4 Mln.

7.3.2

PLANNING

In figuur 6.2 is de planning van implementatie ERTMS Level 1 voor zowel materieel als infrastructuur weergegeven. Hieronder wordt de planning nader beschouwd op basis van eigen inzichten van ARCADIS.

Materieel

De ombouwtijd voor het materieel is eerder gesteld op circa 5 jaar (zie paragraaf 7.3.1).

Infrastructuur

Na migratie van het gehele materieelpark, zal de infrastructuur corridorsgewijs omgebouwd worden naar ERTMS Level 1. De totale doorlooptijd voor ombouw van de infrastructuur wordt ingeschat op 30 jaar (zie bijlage 2), startend vanaf het moment dat het materieelpark is omgebouwd.

7.3.3

PRESTATIES

Beschikbaarheid/betrouwbaarheid

Gezien het feit dat er geen dubbele systemen in de infrastructuur aanwezig zijn, is de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van het systeem hoger dan bij dual-signalling/overlay. ERTMS Level 1 en 2 worden qua beschikbaarheid als gelijkwaardig beschouwd.

Veiligheid

ERTMS Level 1 wordt als veiliger beschouwd dan ATB-EG (geen remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u) en als even veilig als ATB-NG. ERTMS Level 1 en 2 zijn even veilig als het gaat om voorkomen van STS passages: beide systemen bieden remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u. Echter, ERTMS level 2 biedt door

de trein-wal communicatie via GSM-R mogelijk meer veiligheid dan ERTMS Level 1 als het gaat om arbeidsveiligheid.

Onderhoudbaarheid

Gezien de enkele systemen in de infrastructuur is de onderhoudbaarheid bij het big-bang scenario beter dan bij het natuurlijk implementatiescenario (dual-signalling/overlay). Bij ERTMS Level 1 is de treinbeïnvloeding in het spoor bevestigd (balises) en zijn seinen aanwezig. Balises en LED-seinen vergen weinig onderhoud en de onderhoudbaarheid van een RBC is onbekend. Daarom wordt de onderhoudbaarheid van ERTMS Level 1 en 2 als gelijkwaardig beschouwd.

Capaciteit

Over het algemeen wordt aangenomen dat ERTMS Level 1 geen verhoging van de capaciteit van een baanvak oplevert. ERTMS Level 2 daarentegen wordt beschouwd als middel om de capaciteit op dezelfde infrastructuur te verhogen.

Een toevoeging van extra balises bij ERTMS Level 1 kan de capaciteit vaak dermate vergroten dat het capaciteitsniveau van ERTMS Level 2 wordt benaderd. Zie ook paragraaf 7.2.3. onder het kopje 'Capaciteit'.

7.3.4 FUNCTIONALITEIT

Mogelijkheid 160 km/u rijden

ERTMS Level 1 biedt de mogelijkheid om 160km/u te rijden. Uiteraard moet de infrastructuur wel geschikt zijn voor een snelheid van 160 km/u.

Realisatie internationale interoperabiliteit

Met ERTMS Level 1 wordt internationale interoperabiliteit gerealiseerd.

7.4 SCENARIO 3: ERTMS LEVEL 2 DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR EN MATERIEEL

Bij ERTMS Level 2 volgens migratie via dubbele systemen in de infrastructuur wordt de infrastructuur zowel voorzien van ERTMS Level 2 als ATB. Nieuwe treinen stromen in met ERTMS Level 2 aan boord (met ATB STM).

7.4.1 KOSTEN

Hieronder zijn de investeringskosten toegelicht. De gehanteerde uitgangspunten (kostenkentallen) zijn opgenomen in bijlage 1.

Materieel

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Er zijn 1750 treinen in gebruik in Nederland.
- Er zijn op dit moment reeds 100 locomotieven voorzien van ERTMS Level 2.
- 40 nieuwe locomotieven met ERTMS Level 2 worden jaarlijks in Nederland in gebruik genomen.
- De kosten voor nieuw materieel voorzien van ERTMS Level 2 (incl. ATB STM) bedragen € 125K.
- Kosten worden niet geïndexeerd.
- Onderhoudskosten worden niet in beschouwing genomen.

Er zijn reeds 100 locomotieven voorzien van ERTMS, dit betekent dat er nog 1650 treinen zonder ERTMS in bedrijf zijn. Deze 1650 treinen worden vervangen door nieuw materieel met ERTMS Level 2 aan boord. De kosten voor het inbouwen van ERTMS Level 2 in een

nieuwe trein bedragen € 125K. Dat betekent dat de kosten voor het inbouwen van ERTMS Level 2 in nieuwe treinen $1650 \times € 125 \text{ K} = \pm € 206 \text{ Mln}$ bedragen.

Verder wordt aangenomen dat de kosten voor extra materieelbehoefte t.g.v. van deelparken € 100 Mln bedragen.

Kosten infrastructuur

Specifieke uitgangspunten voor schatting infrastructuurkosten:

- De aanlegkosten voor ERTMS Level 2 komen op $6500 \text{ km} \times € 202 \text{ K} = \pm € 1313 \text{ Mln}$.
- De investeringskosten voor vervanging beveiligingsinstallaties zijn bij ERTMS Level 2 opgehoogd met 70% als gevolg van nieuwe interlockingsinstallaties voor heel Nederland en komen op € 3400 Mln (= $1,7 \times € 2000 \text{ Mln}$).
- De extra kosten voor dual signalling/overlay ERTMS Level 2 zijn niet ingeschat ("PM").
- Voor de kosten ombouw beveiligingsinstallaties (van periode 2008-2013) naar ERTMS Level 2 is uitgegaan van 10% van de investeringen die in deze periode zijn gedaan voor vervanging beveiligingsinstallaties. Uitgaande van een jaarlijks investeringsbedrag van € 300 Mln voor vervanging beveiligingsinstallaties komen de kosten voor ombouw beveiligingsinstallaties periode 2008-2013 naar ERTMS Level 2 op: € 180 Mln (= 10% van $6 \times € 300 \text{ Mln}$).

In de onderstaande tabel zijn de investeringskosten voor zowel infrastructuur als materieel samengevat.

Tabel 7.4

Overzicht kosten scenario ERTMS Level 2 Dubbele systemen in infrastructuur en materieel

Nr.	Element		Kosten
MATERIEEL			
1	Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM		0
2	Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM	$1650 \times € 125 \text{ K}$	€ 206 Mln
3	Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0		0
4	Leasen extra materieel		0
5	Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken		€ 100 Mln
Subtotaal Materieel			€ 306 Mln
INFRASTRUCTUUR			
6	Vervanging beveiligingsinstallaties		€ 3400 Mln
7	Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay		PM
8	Aanleg ERTMS	$6500 \text{ km} \times € 202 \text{ K}$	€ 1313 Mln
9	Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2		€ 180 Mln
Subtotaal infrastructuur			€ 4893 Mln + PM
10	Totale kosten		€ 5199 Mln + PM
11	Totale meerkosten ERTMS t.o.v. vervanging beveiligingsinstallaties (= 10 - 6)		€ 1799 Mln + PM

Kapitaalvernietiging bij implementatie ATB < 40 km/u

Bij de implementatie van ERTMS Level 2 volgens het natuurlijk implementatiescenario zal de ATB-apparatuur in de infrastructuur gehandhaafd blijven totdat de migratie van de treinen compleet is. Dit betekent dat ook de ATB < 40 km/u apparatuur aanwezig blijft,

waardoor er geen kapitaalvernietiging door ATB < 40 km/u plaatsvindt aangezien de complete ombouw van de treinen langer duurt dan de levensduur van het systeem.

7.4.2

PLANNING

In figuur 6.3 is de planning van implementatie ERTMS Level 2 voor zowel materieel als infrastructuur weergegeven. Deze planning is deels gebaseerd op de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector. Hieronder wordt de planning nader beschouwd op basis van eigen inzichten van ARCADIS.

Materieel

De instroom van ERTMS materieel zal op een natuurlijke wijze verlopen. Dat betekent dat nieuw materieel dat voorzien is van ERTMS langzaam maar zeker het verouderde materieel dat met ATB apparatuur is uitgerust zal vervangen.

Er zijn 1750 treinen in Nederland waarvan er al 100 voorzien zijn van ERTMS. Per jaar worden er 40 nieuwe treinen voorzien van ERTMS geïntroduceerd. Dit betekent dat circa 40 jaar (1650/40) nodig zal zijn om het gehele materieelpark te voorzien van nieuwe treinen met ERTMS.

Opmerking:

Indien ook rekening gehouden wordt met (seriematige) ombouw van bestaand materieel naar ERTMS Level 2, dan zal de totale doorlooptijd aanzienlijk worden verkort. Als er jaarlijks 50 bestaande treinen zullen worden omgebouwd naar ERTMS Level 2, dan kan de doorlooptijd als volgt worden bepaald: $1750 = 100 + (J \times 40) + (J \times 50) \rightarrow 1650 = (40+50) \times J$ - $J = 18$ jaar. Dit levert dus een besparing op qua doorlooptijd van circa 20 jaar.

Infrastructuur

De infrastructuur wordt corridorsgewijs omgebouwd naar ERTMS Level 2. De totale doorlooptijd voor ombouw van de infrastructuur wordt ingeschat op 30 jaar (zie bijlage 2), parallel aan de ombouw van het materieelpark.

7.4.3

PRESTATIES

Beschikbaarheid/betrouwbaarheid

Bij dual-signalling/overlay bestaan dubbele systemen in het spoor die beide gestoord kunnen raken. De term dual-signalling/overlay kan misleidend zijn, aangezien vaak wordt gedacht dat het inhoudt dat er redundante systemen aanwezig zijn. Dit is niet het geval. De aanwezigheid van dubbele systemen heeft een negatieve invloed op de beschikbaarheid. ERTMS Level 1 en 2 worden qua beschikbaarheid als gelijkwaardig beschouwd.

Veiligheid

ERTMS Level 2 wordt als veiliger beschouwd dan ATB-EG (geen remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u) en als even veilig als ATB-NG. ERTMS Level 1 en 2 zijn even veilig: beide systemen bieden remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u. Echter, ERTMS level 2 biedt door de trein-wal communicatie via GSM-R mogelijk meer veiligheid dan ERTMS Level 1 als het gaat om arbeidsveiligheid.

Onderhoudbaarheid

Uiteraard vergt het hebben van dubbele systemen in het spoor meer onderhoud dan bij enkele systemen.

Bij ERTMS Level 1 is de treinbeïnvloeding in het spoor bevestigd (balises) en zijn seinen aanwezig. Balises en LED-seinen vergen weinig onderhoud en de onderhoudbaarheid van een RBC is onbekend. Daarom wordt de onderhoudbaarheid van ERTMS Level 1 en 2 als gelijkwaardig beschouwd.

Capaciteit

ERTMS Level 2 wordt beschouwd als middel om de capaciteit op dezelfde infrastructuur te verhogen.

Een toevoeging van extra balises bij ERTMS Level 1 kan de capaciteit vaak dermate vergroten dat het capaciteitsniveau van ERTMS Level 2 wordt benaderd. Zie ook paragraaf 7.2.3. (onder het kopje 'Capaciteit').

7.4.4

FUNCTIONALITEIT

Mogelijkheid 160 km/u rijden

ERTMS Level 2 biedt de mogelijkheid om 160km/u te rijden. ATB daarentegen op dit moment nog niet. Om dit bij ATB toch mogelijk te maken moet een aanpassing in het systeem aangebracht worden en wijzigingen in de beveiligingscircuits worden uitgevoerd. Dit betekent dat treinen voorzien van ERTMS Level 2 wel 160 km/u zouden kunnen rijden, maar treinen die niet voorzien zijn van ERTMS Level 2 niet. Uiteraard moet de infrastructuur wel geschikt zijn voor een snelheid van 160 km/u.

Realisatie internationale interoperabiliteit

Met ERTMS Level 2 wordt internationale interoperabiliteit gerealiseerd.

7.5

SCENARIO 4: ERTMS LEVEL 2 DUBBELE SYSTEMEN IN ALLEEN MATERIEEL

Bij ERTMS Level 2 volgens migratie via dubbele systemen in het materieel wordt eerst het materieel omgebouwd, waarna de infrastructuur wordt omgebouwd naar ERTMS Level 2.

7.5.1

KOSTEN

Hieronder zijn de investeringskosten toegelicht. De gehanteerde uitgangspunten (kostenkentallen) zijn opgenomen in bijlage 1.

Kosten materieel

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Er zijn 1750 treinen in gebruik in Nederland.
- Er zijn op dit moment reeds 100 locomotieven voorzien van ERTMS Level 1.
- 40 nieuwe locomotieven met ERTMS Level 2 worden jaarlijks in Nederland in gebruik genomen.
- De kosten voor retrofit bestaand materieel naar ERTMS Level 2 (incl. ATB STM) bedragen € 240 K.
- De kosten voor nieuw materieel voorzien van ERTMS level 2 (incl. ATB STM) bedragen € 125 K.
- Kosten worden niet geïndexeerd.
- Onderhoudskosten worden niet in beschouwing genomen.
- De ombouw van de treinen vindt plaats met 325 treinen per jaar.

Er zijn 1750 treinen in Nederland waarvan er al 100 voorzien zijn van ERTMS. Per jaar worden er 40 nieuwe treinen, voorzien van ERTMS, geïntroduceerd. Het aantal jaar dat nodig is voor de ombouw van alle treinen berekenen we als volgt:

$$1750-100-(J \times 40) = J \times 325 \rightarrow 1650 = (325+40)J \rightarrow J = 4,5 \text{ jaar}$$

Na 4,5 jaar zijn alle treinen omgebouwd.

Dit betekent dat $4,5 \times 40 = 180$ nieuwe treinen voorzien worden van ERTMS tegen de kosten van $180 \times \text{€ } 125\text{K} = \text{€ } 22,5 \text{ Mln}$. Er blijven $1650 - 180 = 1470$ treinen over die omgebouwd moeten worden. Deze kosten bedragen $1470 \times \text{€ } 240\text{K} = \text{€ } 353 \text{ Mln}$.

Aangenomen wordt dat de kosten voor upgrade materieelpark van SRS versie 2.3.0 naar SRS versie 3.0.0 (scenario 4, Level 2) € 50 Mln bedragen.

Tevens worden bij migratie via dubbele systemen in het materieel extra kosten van ± € 30 Mln verwacht als gevolg van het leasen van extra benodigd materieel.

Kosten infrastructuur

Specifieke uitgangspunten voor schatting infrastructuurkosten:

- De aanlegkosten voor ERTMS Level 2 komen op $6500 \text{ km} \times \text{€ } 202 \text{ K} = \pm \text{€ } 1313 \text{ Mln}$
- De investeringskosten voor vervanging beveiligingsinstallaties zijn bij ERTMS Level 2 opgehoogd met 70% als gevolg van nieuwe interlockingsinstallaties voor heel Nederland en komen op € 3400 Mln (= $1,7 \times \text{€ } 2000 \text{ Mln}$).
- Voor de kosten ombouw beveiligingsinstallaties (van periode 2008-2013) naar ERTMS Level 2 is uitgegaan van 10% van de investeringen die in deze periode zijn gedaan voor vervanging beveiligingsinstallaties. Uitgaande van een jaarlijks investeringsbedrag van € 300 Mln voor vervanging beveiligingsinstallaties komen de kosten voor ombouw beveiligingsinstallaties periode 2008-2013 naar ERTMS Level 2 op: € 180 Mln (= 10% van $6 \times \text{€ } 300 \text{ Mln}$).

In de onderstaande tabel zijn de investeringskosten voor zowel infrastructuur als materieel samengevat.

Tabel 7.5

Overzicht kosten per fase scenario ERTMS Level 2
Dubbele systemen in alleen het materieel

Nr.	Element		Kosten
MATERIEEL			
1	Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM	1470 x € 240 K	€ 353 Mln
2	Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM	180 x € 125 K	€ 22 Mln
3	Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0		€ 50 Mln
4	Leasen extra materieel		€ 30 Mln
5	Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken		0
Subtotaal Materieel			€ 455 Mln
INFRASTRUCTUUR			
6	Vervanging beveiligingsinstallaties		€ 3400 Mln
7	Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay		0
8	Aanleg ERTMS	6500 km x € 202 K	€ 1313 Mln
9	Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2		€ 180 Mln
Subtotaal infrastructuur			€ 4893 Mln
Totale kosten			€ 5348 Mln
11	Totale meerkosten ERTMS t.o.v. vervanging beveiligingsinstallaties (= 10 – 6)		€ 1948 Mln

Kapitaalvernietiging bij implementatie ATB < 40 km/u

Evenals bij ERTMS Level 1 is bij de implementatie van ERTMS Level 2 het ATB < 40 km/u systeem overbodig geworden. Daarom is de desinvestering van ATB < 40 km/u bij implementatie van ERTMS Level 2 gelijk aan de desinvestering bij implementatie van ERTMS Level 1, zoals berekend in paragraaf 7.3.1.

De totale desinvestering voor ATB < 40 km/u bedraagt dus ± € 7,4 Mln.

7.5.2**PLANNING**

In figuur 6.4 is de planning van implementatie ERTMS Level 2 voor zowel materieel als infrastructuur weergegeven. Deze planning is deels gebaseerd op de ERTMS implementatiestrategie van ProRail/de Spoorsector. Hieronder wordt de planning nader beschouwd op basis van eigen inzichten van ARCADIS.

Materieel

De ombouwtijd voor het materieel is eerder gesteld op circa 5 jaar (zie paragraaf 7.3).

Infrastructuur

Na migratie van het gehele materieelpark, zal de infrastructuur corridorsgewijs omgebouwd worden naar ERTMS Level 2. De totale doorlooptijd voor ombouw van de infrastructuur wordt ingeschat op circa 30 jaar (zie bijlage 2) en start vanaf het moment dat het materieelpark is omgebouwd.

7.5.3**PRESTATIES****Beschikbaarheid/betrouwbaarheid**

Gezien het feit dat er geen dubbele systemen in de infrastructuur aanwezig zijn, is de beschikbaarheid van het systeem hoger dan bij dual-signalling/overlay.

ERTMS Level 1 en 2 worden qua beschikbaarheid als gelijkwaardig beschouwd.

Veiligheid

ERTMS Level 2 wordt als veiliger beschouwd dan ATB-EG (geen remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u) en als even veilig als ATB-NG. ERTMS Level 1 en 2 zijn even veilig: beide systemen bieden remcurvebewaking in het snelheidsgebied onder 40 km/u. Echter, ERTMS level 2 biedt door de trein-wal communicatie via GSM-R mogelijk meer veiligheid dan ERTMS Level 1 als het gaat om arbeidsveiligheid.

Onderhoudbaarheid

Gezien de enkele systemen in de infrastructuur is de onderhoudbaarheid bij het big-bang scenario beter dan bij het natuurlijk implementatiescenario (dual-signalling/overlay).

Bij ERTMS Level 1 is de treinbeïnvloeding in het spoor bevestigd (balises) en zijn seinen aanwezig. Balises en LED-seinen vergen weinig onderhoud en de onderhoudbaarheid van een RBC is onbekend. Daarom wordt de onderhoudbaarheid van ERTMS Level 1 en 2 als gelijkwaardig beschouwd.

Capaciteit

ERTMS Level 2 wordt beschouwd als middel om de capaciteit op dezelfde infrastructuur te verhogen.

Een toevoeging van balises bij ERTMS Level 1 kan de capaciteit vaak dermate vergroten dat het capaciteitsniveau van ERTMS Level 2 benaderd wordt.

7.6

FUNCTIONALITEIT

Mogelijkheid 160 km/u rijden

ERTMS Level 2 biedt de mogelijkheid om 160km/u te rijden. Uiteraard moet de infrastructuur wel geschikt zijn voor een snelheid van 160 km/u.

Realisatie internationale interoperabiliteit

Met ERTMS Level 2 wordt internationale interoperabiliteit gerealiseerd.

7.7

RISICO'S

Hieronder wordt ingegaan op de risico's die betrekking hebben op de ERTMS implementatiescenario's. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen (1) migratie via dubbele systemen in de infrastructuur en migratie via dubbele systemen in het materieel, (2) ERTMS Level 1 en ERTMS Level 2 en (3) (ont)koppeling implementatie ERTMS aan vervanging beveiligingsinstallaties. De risico's zijn niet kwantitatief beoordeeld op ernst (= kans op optreden x gevolg) en onderling gerangschikt; er is slechts een inventarisatie gedaan naar mogelijke problemen die kunnen optreden.

Tabel 7.6

Risico's migratiescenario's

Migratie via dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel	Migratie via dubbele systemen in alleen Materieel
Geen gebruikmaking van optimale ERTMS (gebonden aan conventionele projectering)	Ombouw materieel gedurende migratie niet binnen gestelde periode haalbaar (> 5 jaar)
Veel storingen in de infrastructuur	Te weinig capaciteit bij leveranciers voor ombouw treinen
Extra onderhoud aan infrastructuur (duurder)	Extra aanpassingen aan treinen noodzakelijk als gevolg van 'bugs' en verdere ontwikkeling ERTMS software
Complexe beveiligingslogica en wijzigingen (a.g.v. dual signalling/overlay)	Opleidingstraject voor personeel niet op tijd gereed
Geen vrijgegeven interlocking beschikbaar	Kapitaalvernietiging van nieuwe treinen met ATB die alsnog omgebouwd worden
Extra bedrijfshinder door verwijderen conventionele beveiliging na migratie	In relatief vroeg stadium worden treinen voorzien van ERTMS. Hierna wordt de infrastructuur omgebouwd naar ERTMS. Door deze "dwangvolgorde" zijn dubbele systemen in de infrastructuur niet nodig. In theorie klopt dit. Maar vanwege de weerbarstige praktijk(ervaring) met materieelombouw lijkt dit een aanzienlijk risico.
	Het is onduidelijk of het in het kader van Amsterdam – Utrecht ontwikkelde dual signalling systeem elders zal worden toegepast. Bij een strategie met dubbele systemen in alleen het materieel zijn dual signallingssystemen niet meer nodig. Het is dan ook de vraag of het zinvol en doelmatig is om deze ontwikkeling voor te zetten als er geen verdere toepassing gepland is.

	Op het Nederlandse spoorweginet rijdt een grote hoeveelheid verschillende soorten materieel. Hiermee wordt kriskras door het land gereden. Het grootste deel van deze verschillende soorten materieel moet omgebouwd zijn voordat een infrastructuurcorridor omgebouwd kan worden naar ERTMS. Als dit niet gebeurt, is het risico op materieelplanningsproblemen en bijvoorbeeld stilstaand materieel dat weggesleept moet worden en hinder veroorzaakt aanzienlijk.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 7.7

Risico's ERTMS Level 1 en Level 2

ERTMS Level 1	ERTMS Level 2
Desinvestering bij ontkoppeling aan vervanging beveiligingsinstallaties	Storingsgevoeligheid GSM-R (tunnels, emplacementen)
Capaciteitswinst beperkter dan verwacht (t.o.v. conventionele beveiliging)	Extra maatregelen nodig voor veilige werking (b.v. ERTMS Level 1 in tunnels, seinen op emplacementen)
Interlocking niet geheel uitontwikkeld	Posities van treinen op emplacementen lastig te bepalen a.g.v. afwezigheid van seinen
	Projecteringsregels ERTMS Level 2 niet bekend en vrijgegeven
	Interface Interlocking – RBC niet gespecificeerd (wijziging RBC leidt mogelijk tot nieuwe interlocking en vica versa)
	Problemen met interfaces RBC- RBC
	ERTMS Level 2 niet uitontwikkeld volgens de wensen van de klant
	Machinist onwennig met systeem (overgang van conventioneel naar ERTMS Level 2)
	Weinig bekendheid met wijzigbaarheid van ERTMS Level 2 installaties
	Capaciteitswinst beperkter dan verwacht (t.o.v. conventionele beveiliging en ERTMS Level 1)
	Grotere impact van storingen (t.o.v. ERTMS Level 1)
	Desinvestering bij ontkoppeling vervanging beveiligingsinstallaties (seinen en ATB)

Tenslotte volgen hieronder de risico's bij (ont)koppeling ERTMS aan vervanging beveiligingsinstallaties:

Tabel 7.8

Risico's (ont)koppeling ERTMS aan vervanging beveiligingsinstallaties

Ontkoppeling ERTMS aan vervanging beveiligingsinstallaties	Koppeling ERTMS aan vervanging beveiligingsinstallaties
Extra vervangingsinvesteringen die bij ERTMS Level 1 of 2 niet bruikbaar zijn (o.a. ATB en seinen)	Projecteringsregels ERTMS zijn op dit moment niet stabiel. Dit betekent dat er onzekerheden bestaan gedurende vervanging beveiligingsinstallaties. Dit brengt extra aanpassingen in reeds aangepaste beveiligingsinstallaties met zich mee.
Extra benodigde buitendienststellingen voor uitvoeringswerkzaamheden (hinder voor treinverkeer)	Extra (project)coördinatie en afstemming tussen vervanging beveiligingsinstallaties en implementatie ERTMS
	<p>De leerervaringen, waar ProRail naar verwijst, zullen naar verwachting slechts in beperkte mate tot kosten- en risicoreductie leiden. Dit vanwege het specifieke karakter van de door ProRail genoemde projecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ HSL-Zuid: nieuwbouw met specifiek materieel is niet hetzelfde als ombouw bestaande infrastructuur met grote diversiteit aan materieel. ▪ Betuweroute: nieuwbouw met beperkte specifieke functionaliteit en specifiek materieel is niet hetzelfde als ombouw bestaande infrastructuur met grote diversiteit aan materieel. ▪ Amsterdam – Utrecht: de mate waarin leerervaringen uit dit project worden opgedaan, moeten vanaf 2009 blijken.

HOOFDSTUK 8

Vergelijking

8.1

KOSTEN

De investeringskosten voor de verschillende scenario's, zoals berekend in hoofdstuk 7, zijn samengevat in tabel 8.1 Tevens zijn hierin opgenomen de kosten voor zowel infrastructuur als materieel zoals die door ProRail/de Spoorsector zijn ingeschat [1]. Dit betreft scenario 3 "ERTMS Level 2 dubbele systemen in de infrastructuur en materieel" en scenario 4 "ERTMS Level 2 dubbele systemen in alleen het materieel".

Overzicht investeringskosten ERTMS scenario's

Tabel 8.1

Nr.	Kostenpost	Scenario 1: ERTMS LEVEL 1 Dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel	Scenario 2: ERTMS LEVEL 1 Dubbele systemen in alleen Materieel	Scenario 3 ERTMS LEVEL 2 Dubbele systemen in Infrastructuur en Materieel		Scenario 4: ERTMS Level 2 Dubbele systemen in alleen Materieel	
		(ARCADIS)	(ARCADIS)	Beoordeling ProRail	Beoordeling ARCADIS	Beoordeling ProRail	Beoordeling ARCADIS
MATERIEEL							
1.	Retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM	0	€ 298 Mln	0	0	€ 280 Mln	€ 353 Mln
2.	Nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM	€ 152 Mln	€ 17 Mln	€ 460 Mln	€ 206 Mln	0	€ 22 Mln
3.	Upgrade materieelpark SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0	0	0	0	0	0	€ 50 Mln
4.	Leasen extra materieel	0	€ 30 Mln	0	0	0	€ 30 Mln
5.	Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken	€ 100 Mln	0	€ 280 Mln	€ 100 Mln	0	0
	Subtotaal Materieel	€ 252 Mln	€ 345 Mln	€ 740 Mln	€ 306 Mln	€ 280 Mln	€ 455 Mln
INFRASTRUCTUUR							
6.	Vervanging beveiligingsinstallaties	€ 2000 Mln	€ 2000 Mln	PM	€ 3400 Mln	PM	€ 3400 Mln
7.	Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay Level 2	0	0	€ 75 Mln	PM	0	0
8.	Aanleg ERTMS	€ 279 Mln	€ 279 Mln	€ 600 Mln	€ 1313 Mln	€ 600 Mln	€ 1313 Mln
9.	Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2	0	0	0	€ 180 Mln	0	€ 180 Mln
	Subtotaal Infrastructuur	€ 2279 Mln	€ 2279 Mln	€ 675 Mln + PM	€ 4893 Mln + PM	€ 600 Mln + PM	€ 4893 Mln
10.	Totale kosten Infrastructuur en Materieel	€ 2531 Mln	€ 2624 Mln	€ 1415 Mln + PM	€ 5199 Mln + PM	€ 880 Mln + PM	€ 5348 Mln
11.	Totale meerkosten ERTMS (= 10 – 6)	€ 531 Mln	€ 624 Mln	€ 1415 Mln	€ 1799 Mln + PM	€ 880 Mln	€ 1948 Mln

Toelichting op het overzicht investeringskosten ERTMS scenario's (tabel 8.1):

Materieel

Ad 1) Kosten voor retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM.

Ad 2) Kosten voor nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM.

Ad 3) Kosten voor upgrade materieel met verouderde versie (SRS 2.3.0) naar nieuwe versie (SRS 3.0.0).

Ad 4) Kosten voor het leasen van extra materieel (tijdelijk) gedurende migratieperiode.

Ad 5) Kosten voor aanschaf van extra materieel gedurende migratieperiode a.g.v. het ontstaan van deelparken (materieel met ATB en materieel met ERTMS + ATB STM).

Infrastructuur

Ad 6) Investeringskosten voor vervanging van verouderde treinbeveiligingsinstallaties (o.a. interlocking, seinen, ATB, treindetectie).

Ad 7) Voor het scenario "dubbele systemen in de infrastructuur en materieel" (dual signalling/overlay, ERTMS Level 2) zijn extra investeringen nodig t.b.v. aanpassing bestaande beveiliging.

Ad 8) Investeringskosten benodigd voor realisatie ERTMS (o.a. balises).

Ad 9) Betreft investeringen in klasse B/ATB systemen in de periode 2008-2013 die bij ombouw naar ERTMS Level 2 niet meer bruikbaar zijn.

Ad 10) Totale kosten infrastructuur en materieel.

Ad 11) Kosten voor aanpassing beveiliging (interlockings) t.b.v. dual signalling/overlay Level 2 (zie post nr. 7) zijn meegerekend in de meerkosten ERTMS.

De gehanteerde kostenkennallen voor Infrastructuur en Materieel zijn opgenomen in de bijlage "Kosten indicatoren".

Verschillen investeringskosten beoordeling ARCADIS en beoordeling ProRail/de Spoorsector

Uit de in tabel 8.1 opgenomen investeringskosten blijken verschillen te bestaan tussen de beoordeling van ARCADIS en ProRail (scenario's 3 en 4 ERTMS Level 2). Hieronder zijn de belangrijkste verschillen tussen beide beoordelingen nader toegelicht.

Materieel:

- In de visie van ProRail/de Spoorsector zijn de kosten voor ERTMS per materieeleenheid hoger indien uitgegaan wordt van kleine ombouwseries. De eenheidsprijzen voor het scenario “dubbele systemen in infrastructuur en materieel” vallen hierdoor hoger uit dan voor het scenario “dubbele systemen in alleen materieel”. ARCADIS vindt dit discutabel. Ook met een geleidelijke ombouw van het materieel naar ERTMS (scenario dubbele systemen in infrastructuur en materieel) zijn gunstige prijsafspraken te maken met leveranciers. In de beoordeling van ARCADIS wordt hiermee dan ook geen rekening gehouden.
- ProRail/de Spoorsector maakt geen onderscheid tussen kosten ERTMS t.b.v. retrofit bestaand materieel en nieuw materieel voorzien van ERTMS. In de beoordeling van ARCADIS wordt hier wel rekening mee gehouden; de kosten voor retrofit bestaand materieel naar ERTMS vallen hoger uit dan die voor nieuw materieel voorzien van ERTMS (respectievelijk € 240.000,-- en € 125.000,--).
- ProRail/de Spoorsector rekent met een totaal van 1500 boordsystemen voor ombouw naar ERTMS, verdeeld over 1250 reizigerstreinen, 80 goederentreinen en 170 overig materieel (o.a. aannemers, regionaal). In de ARCADIS beoordeling is uitgegaan van een materieelpark van 1650 treinen dat omgebouwd moet worden naar ERTMS (opgave conform ATB<40 km/u project). Tevens wordt in de beoordeling van ARCADIS rekening gehouden met een jaarlijkse instroom van 40 nieuwe treinen met ERTMS.
- ProRail/de Spoorsector hanteert andere materieelkosten voor ERTMS dan ARCADIS (zie bijlage 1 Kosten indicatoren). De kosten zoals die door ProRail/de Spoorsector zijn gehanteerd, zijn naast inzichten van NS Reizigers gebaseerd op buitenlandse ervaringen (Zwitserland, Scandinavië). ARCADIS hanteert als basis de UNIFE prijzen.
- Voor het scenario “dubbele systemen in infrastructuur en materieel” verwacht ProRail/de Spoorsector extra materieelbehoefte ten gevolge van het ontstaan van deelparken (€ 280 Mln). In de ARCADIS beoordeling zijn deze kosten lager ingeschat (€ 100 Mln), omdat de natuurlijke instroom van materieel naar verwachting minder impact zal hebben op de bedrijfsvoering van vervoerders.
- Voor het scenario “dubbele systemen in alleen materieel” gaat de ARCADIS beoordeling uit van extra kosten (€ 30 Mln) voor inzet van tijdelijk materieel (kosten voor leasen extra materieel). ProRail/de Spoorsector gaat ervan uit dat de complete ombouw van het materieelpark zonder extra onttrekking moet kunnen plaatsvinden.
- In de kostencalculaties van ProRail/de Spoorsector ontbreken in het scenario “dubbele systemen in alleen materieel” de kosten voor upgrade van het materieelpark van SRS 2.3.0 naar SRS 3.0.0.

Infrastructuur:

- Voor de aanlegkosten ERTMS hanteert ProRail/de Spoorsector een bottom-up benadering, waarbij gebruik is gemaakt van kentallen (o.a. RBC's, balises), ervaringen van experts binnen BB21, Betuweroute en Amsterdam - Utrecht. In de ARCADIS beoordeling is uitgegaan van een top down benadering, waarbij op basis van het project

Amsterdam – Utrecht eenheidsprijzen voor aanleg ERTMS Level 2 per kilometer zijn bepaald.

- De kosten voor aanleg ERTMS Level 2 komen volgens de visie van ProRail/de Spoorsector uit op € 600 Mln. In de beoordeling van ARCADIS worden de aanlegkosten ERTMS Level 2 ingeschat op € 1313 Mln. Dit verschil valt deels te verklaren uit de hogere kosten die ARCADIS inschat voor testwerkzaamheden, vrijgave en indienststellen. Ook wordt verwacht dat ontwikkelkosten van ERTMS systemen door leveranciers prijsverhogend zullen werken.
- Net als in de ARCADIS beoordeling voorziet ProRail/de Spoorsector extra kosten voor aanpassing beveiligingsinstallaties ten behoeve van dual signalling/overlay. Echter, in de visie van ProRail/de Spoorsector komen deze kosten op € 75 Mln. In de ARCADIS beoordeling zijn deze kosten niet gekwantificeerd (“PM”).
- In de beoordeling van ARCADIS zijn naast de infrastructuurkosten voor ERTMS ook de kosten voor vervanging beveiligingsinstallaties meegenomen (€ 3400 Mln). De kostencalculatie van ProRail/de Spoorsector beperkt zich alleen tot de meerkosten voor ERTMS ten opzichte van deze vervanging.
- In de beoordeling van ProRail/de Spoorsector worden geen extra kosten verwacht voor ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2. Aangezien investeringen in deze periode niet voorbereid zijn op ERTMS, gaat de ARCADIS beoordeling uit van € 180 Mln aan ombouwkosten.

8.2

BATEN

Naast bovengenoemde kosten, spelen ook baten een belangrijke rol in de afweging van de mogelijke ERTMS implementatiescenario's. Echter, in deze studie zijn baten niet gekwantificeerd. Hieronder zijn dan ook de baten opgenomen zoals die door ProRail/Spoorsector in het ERTMS implementatiestrategie zijn opgenomen [1].

Tabel 8.2

Overzicht baten (ERTMS Level 2) conform ERTMS implementatieplan ProRail/Spoorsector [1]

critierium	Baten	Inschatting ProRail [1]	Opmerkingen ARCADIS
interoperabiliteit	Verlaging kosten en vergroting concurrentiekracht internationaal spoorvervoer	PM	--
Capaciteit en betrouwbaarheid	Verkorting opvolgtijden	€ 10 Mln per jaar	< 10 Mln per jaar
	Versnelling rijtijd reizigers	PM	--
	Toekomstige vermindering van infra-investeringen	€ 5 Mln per jaar	< 5 Mln per jaar
Veiligheid	Aantal STS'n	€ 0,17 Mln per jaar	--
	Fatale ongevallen baanwerkers	€ 0,68 Mln per jaar	--
Exploitatie	Opleiding personeel t.b.v. materieel	€ 2 Mln per jaar	--
	Toekomstwaarde materieel en infrastructuur wordt vergroot	PM	--

Toelichting:

ARCADIS schat de baten die met ERTMS Level 2 behaald kunnen worden ten aanzien van capaciteit en betrouwbaarheid (“verkorting opvolgtijden” en “toekomstige vermindering van infra-investeringen”) lager in dan ProRail/de Spoorsector. Mogelijk dat deze baten wel gelden voor enkele specifieke knelpunten in de infrastructuur, maar deze zijn niet generiek voor de rest van Nederland.

Opgemerkt wordt dat ook met blokverdichting en herprojectering van de conventionele beveiliging (ATB) deels dezelfde baten behaald kunnen worden.

8.3

PLANNING

In de figuren 6.1 tot en met 6.4 zijn de planningen van de verschillende migratiescenario's schematisch weergegeven. Hieronder zijn de doorlooptijden voor ombouw materieel (nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM/retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM) en infrastructuur (aanleg ERTMS) per scenario samengevat:

Tabel 8.3

Indicatie doorlooptijden per scenario

	ERTMS Level 1 natuurlijk	ERTMS Level 1 big bang	ERTMS Level 2 natuurlijk	ERTMS Level 2 big bang
Materieel (nieuw materieel voorzien van ERTMS + ATB STM/retrofit bestaand materieel naar ERTMS + ATB STM)	19 jaar	5 jaar	19 jaar	5 jaar
Infrastructuur (aanleg ERTMS)	30 jaar	26 jaar	25 jaar	25 jaar

De berekeningen die door ARCADIS zijn gevoerd voor het bepalen van de doorlooptijd per scenario (alleen voor de infrastructuur) laten zien dat de doorlooptijd voor implementatie van ERTMS Level 1 (dubbele systemen in alleen materieel) niet verschilt van die voor ERTMS Level 2 (dubbele systemen in alleen materieel). De doorlooptijden bedragen voor alle scenario's circa 30 jaar. Hierbij dient te worden opgemerkt dat uitgegaan is van nieuwe interlockingsinstallaties. Bij handhaving van bestaande interlockingsinstallaties (veelal B-relaisinstallaties), zoals dat mogelijk is bij ERTMS Level 1, zal ERTMS Level 1 significant gunstiger scoren qua doorlooptijd dan ERTMS Level 2.

8.4

PRESTATIES

In tabel 8.4 zijn de prestaties van de verschillende implementatiescenario's ten opzichte van de bestaande situatie weergegeven.

Tabel 8.4

Vergelijking prestaties

Kostenfactor	ERTMS Level 1 natuurlijk	ERTMS Level 1 big-bang	ERTMS Level 2 natuurlijk	ERTMS Level 2 big-bang
Beschikbaarheid/ betrouwbaarheid	-	0	-	0
Veiligheid ¹	0/+	+	0/+	+
Onderhoud- baarheid	0	+	0	+
Capaciteit ²	0/+	0/+	+	+

¹Bij een landelijke uitrol van ATB < 40 km/u zal het veiligheidsniveau bij ATB EG voor wat betreft STS passages op hetzelfde niveau liggen als bij ATB NG of ERTMS Levels 1 en 2. De veiligheidsniveaus van ERTMS Level 1 en 2 zijn gelijk.

²Zoals vermeld in paragraaf 7.2.3 zijn er mogelijkheden om de capaciteit van ERTMS Level 1 de capaciteit van ERTMS Level 2 te laten benaderen.

Het bovenstaande tabel laat zien dat ERTMS Level 2 op aspecten capaciteit en veiligheid beter scoort dan ERTMS Level 1. ERTMS Level 2 zou hiermee hogere baten kunnen genereren dan ERTMS Level 1. In hoeverre deze baten de investeringskosten voor ERTMS Level 2 rechtvaardigen, kan in deze studie geen uitspraak over worden gedaan.

8.5

FUNCTIONALITEIT

Mogelijkheid 160 km/u rijden

Alle scenario's bieden de mogelijkheid tot het verhogen van de snelheid naar 160 km/u. Deze snelheid is alleen te halen met gebruik van ERTMS treinapparatuur op ERTMS infrastructuur.

De natuurlijke implementatiescenario's hebben de beperking dat de ATB en de beveiligingscircuits aangepast moeten worden voor 160 km/u, wanneer ook ATB treinen 160 km/u moeten kunnen rijden. Vanuit het oogpunt van eenduidigheid lijkt dit wenselijk.

Realisatie van interoperabiliteit

Met elk behandeld implementatiescenario wordt interoperabiliteit gerealiseerd.

HOOFDSTUK 9 Conclusies

Op basis van de resultaten die verkregen zijn uit de in deze second opinion uitgevoerde analyses, is een vergelijking gemaakt met de ERTMS implementatiestrategie van ProRail. Hierbij zijn alleen de hoofdconclusies, zoals verwoord in aanbiedingsbrief ERTMS implementatiestrategie van ProRail, NS en BRG [28], nader vergeleken op basis van de resultaten uit onderhavig rapport.

9.1

HOOFDCONCLUSIE 1

Hoofdconclusie 1 uit het onderzoek van ProRail/de Spoorsector [28] luidt als volgt:

“Ambieer implementatie van ERTMS Level 3, aangezien hierbij substantiële voordelen voor de spoorsector ontstaan die de komende 25 jaar groter zijn dan de kosten. Focus echter vooralsnog op ERTMS Level 2, zodanig dat logischerwijs een snelle migratie naar Level 3 mogelijk is. Als over een aantal jaren ERTMS Level 3 in zicht komt, is ook het tijdstip daar om migratie van Level 2 naar Level 3 te bezien; dan te bepalen hoe en waar de toegevoegde voordelen zijn te incasseren. Afwegingen nu op dit punt zijn niet opportuun. De spoorsector is voornemens concrete voorstellen te benoemen en uit te werken voor beïnvloeding van de Europese Level 3 discussie. Het streven is om voor 1 jan 2008 een eerste voorstel te hebben opgesteld.”

ERTMS Level 3 geniet inderdaad de voorkeur boven ERTMS Level 1 en 2, gelet op de voordelen (capaciteit, kosten, onderhoud, etc.) van dit systeem. Het systeem zal echter voorlopig nog niet leverbaar zijn. ARCADIS verwacht hogere kosten en lagere baten van ERTMS Level 2 zoals die door ProRail/de Spoorsector zijn ingeschat. Daarom wordt geadviseerd om niet nu grootschalig te investeren in ERTMS Level 1 en 2 voor migratie naar ERTMS Level 3 maar terughoudend te zijn met deze investeringen. Terughoudendheid is vereist zolang ERTMS Level 2 niet stabiel is en ERTMS Level 3 niet in zicht is. Tot die tijd zal bij natuurlijke vervangingsmomenten moeten worden bezien welke systemen geschikt worden geacht. Migratie naar ERTMS Level 3 vanuit bestaande beveiligingssystemen dient niet te worden uitgesloten.

9.2

HOOFDCONCLUSIE 2

Hoofdconclusie 2 uit het onderzoek van ProRail/de Spoorsector [28] luidt als volgt:

“De meest efficiënte invoering van ERTMS is een migratie via ‘dubbele’ systemen (ATB-STM en ERTMS) in het materieel, te installeren tussen 2009 en 2012, voorafgaand aan de wijziging in de infrastructuur. De infrastructuur wordt voorzien van ERTMS Level 2 via een natuurlijke vervanging. Hiermee worden de integrale kosten geminimaliseerd en worden de baten versneld geïncasseerd. Deze strategie heeft baten ter waarde van € 675 mio euro terwijl de investeringen € 880 mio euro bedragen. Ook kan op de vervangingskosten worden bespaard.”

De kosten voor invoering van ERTMS bij migratie via dubbele systemen (ATB STM) in alleen het materieel komen volgens ARCADIS op € 1948 Mln; de kosten voor dubbele systemen in de infrastructuur en materieel bedragen naar verwachting € 1799 Mln + PM. Het verschil bedraagt € 149 Mln + PM en is kleiner dan het verschil aan kosten tussen beide scenario's van € 535 Mln (= € 1415 - € 880 Mln) volgens ProRail/de Spoorsector. Migratie via “dubbele” systemen in alleen het materieel, te installeren in de periode 2009 – 2012, laat zich niet uitwijzen als het meest efficiënte scenario. De investeringskosten die ProRail voor dit scenario opvoert van € 880 Mln bedragen volgens ARCADIS € 1948 Mln; de baten die ProRail opvoert (€ 675 Mln) zijn veel te optimistisch ingeschat. Bovendien kunnen dergelijke baten gerealiseerd worden zonder ERTMS met optimalisaties in conventionele systemen.

9.3

HOOFDCONCLUSIE 3

Hoofdconclusie 3 uit het onderzoek van ProRail/de Spoorsector [28] luidt als volgt:

“Geen enkele implementatiestrategie voor Level 2 leidt tot een positieve businesscase voor de spoorsector. De spoorsector kan de invoering daarom niet zelfstandig dragen. Ook uitstellen is geen optie. Met een strategisch perspectief kan de spoorsector met aanvullende inspanningen de effectiviteit van de landelijke implementatie van ERTMS verder verbeteren.”

ARCADIS benadrukt dat er zeker geen sprake kan zijn van een positieve businesscase. De kosten voor implementatie ERTMS zijn voor beide scenario's aanzienlijk hoger dan de kosten die ingeschat zijn door ProRail/de Spoorsector: migratie via dubbele systemen (ATB-STM) in alleen het materieel komen op € 1948 Mln (ProRail/de Spoorsector: € 880 Mln); de kosten voor dubbele systemen in de infrastructuur en materieel bedragen naar verwachting € 1799 Mln + PM (ProRail/de Spoorsector: € 1415 Mln). Ook schat ARCADIS de baten lager in dan € 675 Mln, zoals opgevoerd door ProRail/de Spoorsector.

9.4

HOOFDCONCLUSIE 4

Hoofdconclusie 4 uit het onderzoek van ProRail/de Spoorsector [28] luidt als volgt:

“Invoering van ERTMS per infra-corridor, gekoppeld aan het moment aan vervanging van de bestaande beveiligingssystemen, voorkomt inefficiënte investeringen. De infra-corridor benadering maakt een rationalisatie mogelijk van complexe interfaces en levert voor de gebruikers één type systeem op per infra-corridor.”

Door ERTMS volgens een corridorbenadering te implementeren kunnen voordelen worden behaald. Gezien de doorontwikkeling van ERTMS is de verwachting dat er meerdere typen systemen beschikbaar zullen zijn op de verschillende infra-corridors. Uit kostenoverwegingen (besparingen ATB en/of seinen) is het gunstig om implementatie van ERTMS te koppelen aan vervanging van de bestaande beveiligingsinstallaties. Echter,

koppeling aan deze vervanging brengt extra risico's met zich mee die zowel de vervanging van beveiligingssystemen als de implementatie van ERTMS kunnen bemoeilijken. Bovendien heeft ARCADIS twijfels over de leerervaringen uit de door ProRail/de Spoorsector genoemde projecten HSL-Zuid, Betuweroute en Amsterdam – Utrecht voor landelijke implementatie van ERTMS –systemen op bestaande baanvakken, vanwege het specifieke karakter van elk van deze projecten.

9.5

HOOFDCONCLUSIE 5

Hoofdconclusie 5 uit het onderzoek van ProRail/de Spoorsector [28] luidt als volgt:

“De aanwezige kansen, maar zeker ook de risico's en onzekerheden noodzaken om de voorbereidingen voor landelijke implementatie nú te starten. Uitstel van deze voorbereidende activiteiten is geen optie; deze activiteiten moeten te allen tijde worden uitgevoerd en langer wachten zorgt voor grotere risico's.”

Gelet op de huidige risico's en onzekerheden omtrent ERTMS wordt geadviseerd om niet nu actief te migreren naar ERTMS Level 2, maar alleen op basis van natuurlijke vervanging per situatie afwegen of ERTMS Level 1 of 2 gewenst is. Op het moment dat risico's en onzekerheden weggenomen zijn, kan actieve implementatie van ERTMS Level 2 of 3 plaatsvinden. Op dat moment dient de strategie voor implementatie van ERTMS opnieuw te worden bezien.

Referenties

- [1] ProRail, ERTMS Implementatieplan, onderbouwing van de strategische keuzes met businesscase, 24 augustus 2006 versie 1.0 met kenmerk 20585767 v1/Spa.
- [2] Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, Nota Mobiliteit Deel I, 30 september 2004.
- [3] Ministerie van Verkeer & Waterstaat – Directoraat Generaal Personenvervoer, Veiligheid op de Rails, Tweede Kadernota Railveiligheid, november 2004.
- [4] Europese Unie, Beschikking van de commissie van 28 maart 2006 betreffende de technische specificaties van het subsysteem besturing en seingeving van het conventionele trans- Europese spoorwegsysteem, 28 maart 2006.
- [5] Infrabel, persbericht “Infrabel tekent voor grootschalig contract met Siemens voor een veiliger spoorwegnet”, 20 juni 2006.
- [6] Banedanmark, e-mail van de heer J. H. Møller (Banedanmark) aan de heer R. M. Jhari (ARCADIS) van 26-02-2007.
- [7] Mr Morton Søndergaard (Banedanmark), “Signalling Programme – Resignalling the Danish network”, Rail Network Solutions, May 2007.
- [8] Banedanmark, e-mail van de heer J. H. Møller (Banedanmark) aan de heer R. M. Jhari (ARCADIS) van 23-04-2007.
- [9] Swiss Federal Railway (SFR), Mr Arnold Trümpi, “Operational experiences with ERTMS in Switzerland”, Rail Network Solutions (ERTMS conferentie te Stockholm), 2007.
- [10] Railway Gazette International, “UK gives a welcome to ERTMS”, March 2006
- [11] Banverket, presentatie “ERTMS/ETCS: Ett trafikstyrningssystem och ett gemensamt ATC-system för hela Europa”.
- [12] Mr Aki Härkönen (FRA) “Finnish national implementation plan for the European Traffic Management System (ERTMS)”, Rail Network Solutions (ERTMS conferentie te Stockholm), May 2007.
- [13] Mr Jens Melsom, Jernbaneverket, “ERTMS Implementation Plan, Rail Network Solutions (ERTMS conferentie te Stockholm), May 2007.
- [14] <http://www.ertms.com>. Geraadpleegd op 11 april 2007.
- [15] Veider & Zierl, Operationally Optimised Application of ETCS Level 1 – Theoretical Analysis of ETCS Level 1 Potential, Proceedings of the International Conference Aspect IRSE, London, September 2003.
- [16] ProRail, Beheerplan ProRail 2006, kenmerk 20555483, versie definitief, 15 december 2006
- [17] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, kamerbrief met kenmerk DGP/MDVU.05.02759, 28 november 2005.
- [18] European Commission, “Non paper: ATB++ versus accelerated ERTMS deployment”.
- [19] European Commission, Karel Vinck, Coordinator’s recommendations to the Commission on the Financing of on-board ERTMS equipment, 10-04-2006.
- [20] UNIFE/Siemens, presentatie “ETCS voor Nederland”, 05-07-2005.
- [21] Verslag bespreking ProRail en ARCADIS, 12-03-2007 (concept versie 0.2).
- [22] Verslag bespreking Ministerie V&W, NS, ProRail en ARCADIS dd. 14 juni 2007 (concept).
- [23] Verslag bespreking Ministerie V&W, NS, ProRail en ARCADIS dd. 25 juni 2007, deel Materieel (concept).

- [24] Verslag bespreking Ministerie V&W, NS, ProRail en ARCADIS dd. 28 juni 2007, deel Infrastructuur (concept).
- [25] NS Reizigers, email J. Holtzer (NS Reizigers) aan R. Jhari (ARCADIS), A. van Andel (ProRail) en O. van Rooy (Ministerie van Verkeer en Waterstaat) van 26 juni 2007.
- [26] ERA ERTMS conferentie, "System Version Management", Lille, 07-0-2007.
- [27] European Railway Review, Signalling: Banvet, "ERTMS strategy and planning in Sweden", issue 3 2006.
- [28] ProRail, "Implementatiestrategie ERTMS", brief van B. Klerk aan Minister Eurlings, van 16 juli 2007 met kenmerk 20715864.
- [29] SBB CFF FFS, Workshop ProRail/NS – SBB, "ETCS in Switzerland- Strategy, Projects & Organisation", Bern 13-07-2006.
- [30] NS Reizigers, Ombouwkosten materieelpark in Nederland naar ERTMS.
- [31] NS Reizigers, Kostenraming ombouw ERTMS/ATB STM voor materieelvloot NSR.
- [32] ProRail, A. van Andel, memo "Leren van Zwitsers", 12 augustus 2006.
- [33] ProRail, actuele situatie ERTMS in Europa, email H. van Houten aan A. van Andel, 12-12-2006.
- [34] Lloyd's Register Rail, Kostenschattingen implementatie ERTMS in Nederland – onderbouwing en verantwoording t.b.v. implementatiestrategie ERTMS, versie 1.1 van 28 september 2006.
- [35] ProRail, A. van Andel, "Outline strategische keuzes voor implementatie ERTMS in Nederland", versie 11-04-2006.
- [36] ProRail, J.P. van Eekelen, "Overview of the ETCS development and applications in Europe", version 2C, 15-05-2006.
- [37] ProRail, onderbouwing baten zoals gehanteerd in ERTMS implementatiestrategie.
- [38] ProRail, A. van Andel, "ERTMS Level 3", versie 28-06-2007.
- [39] NS, "Dienstregeling", brief van A. Meerstadt (Nederlandse Spoorwegen) aan J.A. Jacobs (Ministerie van Verkeer en Waterstaat) met kenmerk NSC/BPO/MI/2006.24.10, 24 oktober 2006.
- [40] ProRail, "Second opinion ERTMS implementatieplan", brief van C.J.G. Dosker (ProRail Spoorontwikkeling) aan J. Jacobs (Ministerie van Verkeer en Waterstaat) met kenmerk 20719640/SpO van 4 september 2007

Lijst van afkortingen

ATB EG	Automatische Treinbeïnvloeding Eerste Generatie
ATB NG	Automatische Treinbeïnvloeding Nieuwe Generatie
ATB Vv = ATB < 40 km/h	ATB Verbeterde versie
EC	Europese Commissie
EDS	Early Deployment Schemes
ERTMS	European Rail Traffic Management System
GSM-R	Globale System for Mobile Communication - Railways
HSL	Hoge SnelheidsLijn
IXL	Interlocking
INDUSI	Induktive Zugbeeinflussung
LEU	Lineside Electronic Unit
LS	Limited Supervision
RBC	Radio Block Centre
STS	StopTonend Sein
STM (ATB)	Specific Transmission Module (ATB)
TBL	Transmissie Baken-Locomotief
TSI	Technical Specifications of Interoperability
TVM	Transmission Voie-Machine
UNIFE	Union of European Railway Industries
ZUB	Zug Beeinflussung

BIJLAGE 1

Kosten indicatoren

Materiaal/actie	Kosten van UNIFE/Siemens [k€]	Kosten gebruikt door EC [k€]	Kosten gehanteerd in ARCADIS beoordeling [k€]	Kosten gehanteerd in ProRail beoordeling [k€]
MATERIEEL				
Level 1 retrofit bestaand materieel naar ERTMS met ATB STM	270	260 - 300	203	reizigerstrein: 150 (min) – 250 (max) goederentrein: 290 (min) – 320 (max)
Level 1 nieuw materieel voorzien van ERTMS met ATB STM	92	90-100	92	
Level 2 retrofit bestaand materieel naar ERTMS met ATB STM	320	300 - 350	240	
Level 2 nieuw materieel voorzien van ERTMS met ATB STM	125	120-140	125	
Upgrade materieelpark SRS2.3.0 naar SRS 3.0.0 (Level 2)	--	--	€ 50 Mln ¹	0
Extra materieelbehoefte t.g.v. deelparken (Level 1 en 2)	--	--	€ 100 Mln ²	€ 280 Mln
INFRASTRUCTUUR				
Aanpassing beveiligingsinstallaties t.b.v. dual signalling/overlay Level 2	--	--	PM	€ 75 Mln
Aanleg ERTMS Level 1 (Dubbele systemen infrastructuur/dubbele systemen materieel)	102 per km ³	100 per km	43 per km	52 per km
Aanleg ERTMS Level 2 (Dubbele systemen infrastructuur/dubbele systemen materieel)	312 per km ⁴	200 per km	202 per km	100 per km
Kosten vervanging beveiligingsinstallaties (2008 – 2038) Level 2	--	--	€ 3400 Mln ⁵	--
Ombouw beveiligingsinstallaties (2008-2013) naar ERTMS Level 2	--	--	€ 180 Mln ⁶	0

Opmerkingen:

¹ In de ARCADIS beoordeling is aangenomen dat de kosten voor upgrade materieelpark van SRS versie 2.3.0 naar SRS versie 3.0.0 (scenario 4, Level 2) € 50 Mln bedragen.

² In de ARCADIS beoordeling is aangenomen dat de kosten voor extra materieelbehoefte t.g.v. van deelparken € 100 Mln bedragen voor zowel Level 1 als Level 2 (scenario's 1 en 3).

³ Engineering, installatie, test, etc. geschat op 20%. Kosten apparatuur is € 85K.

⁴ Engineering, installatie, test, etc. geschat op 20%. Kosten apparatuur is € 260K.

⁵ Beheerplan 2006 van ProRail: € 156-300 Mln per jaar over periode tot 2020. Brief Min. V&W van 25 november 2005: totaal € 1800 Mln voor vervanging beveiligingsinstallaties voor 1/3 van Nederland (opgave ProRail). In deze studie is uitgegaan van factor 1,7 x € 2000 Mln = € 3400 Mln voor vervanging beveiligingsinstallaties in de periode 2008-2038 voor heel Nederland (Level 2 scenario's 3 en 4).

⁶ Voor de kosten ombouw beveiligingsinstallaties (van periode 2008-2013) naar ERTMS Level 2 is uitgegaan van 10% van de investeringen die in deze periode zijn gedaan voor vervanging

beveiligingsinstallaties. Uitgaande van een jaarlijks investeringsbedrag van € 300 Mln voor vervanging beveiligingsinstallaties komen de kosten voor ombouw beveiligingsinstallaties periode 2008-2013 naar ERTMS Level 2 op: € 180 Mln (= 10% van 6 x € 300 Mln). ProRail schat in dat hiervoor geen kosten gemaakt hoeven te worden, omdat men ervan uitgaat dat de beveiligingsinstallaties van periode 2008-2013 al voorbereid zijn op ERTMS Level 2.

BIJLAGE 2

Planning, onderbouwing doorlooptijden

BIJLAGE 3

Reactie ProRail

Reactie ProRail op rapport "Second opinion ERTMS Implementatieplan en 160 km/u"
concept versie 0.8 met kenmerk 141244/EA7/0R4/000149/kvr van 17 augustus 2007

COLOFON

SECOND OPINION ERTMS IMPLEMENTATIEPLAN EN 160
KM/U**OPDRACHTGEVER:**

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT
IR. O. VAN ROOY

STATUS:

Definitief (versie 1.0)

AUTEUR:

ir. R.M. Jhari
ir. F. Kossen

ARCADIS
ARCADIS (tot 1 juni 2007)

GECONTROLEERD DOOR:

ing. T.H. Tiesma

ARCADIS

VRIJGEGEVEN DOOR:

ing. T.H. Tiesma

ARCADIS

5 september 2007
141244/EA7/0V0/000149/kvr

ARCADIS Infra BV
Piet Mondriaanlaan 26
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Tel 033 4771 000
Fax 033 4772 000
www.arcadis.nl

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veeelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.