

---

Vergaderjaar 2011–2012

---

**32 707**

**Parlementair onderzoek onderhoud en innovatie  
spoor**

**Nr. 12**

**DEELONDERZOEK II**

**Inrichting, Gebruik en Onderhoud Nederlands Spoorstelsel  
Internationale Vergelijking**

Uitgevoerd door de Technische Universiteit Delft, Faculteit Civiele  
Technische en Geowetenschappen, Afdeling Transport en Planning

Het onderzoek is uitgevoerd door een team bestaande uit de volgende personen

- Prof. Dr.-Ing. I.A. Hansen, Technische Universiteit Delft
- Ir. P.B.L. Wiggenraad, Technische Universiteit Delft
- Ir. J. W. Wolff, Technische Universiteit Delft

<b>Inhoudsopgave</b>	
<b>Managementsamenvatting</b>	<b>5</b>
<b>Lijst van Figuren</b>	<b>16</b>
<b>Lijst van Tabellen</b>	<b>18</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>19</b>
<b>2 Onderzoeksopdracht en -vragen</b>	<b>20</b>
<b>3 Aanpak</b>	<b>21</b>
<b>4. Benchmarkanalyse</b>	<b>23</b>
4.1 Informatiebronnen	23
4.2 Selectie van de landen, spoornetten en ondernemingen	23
4.3 Kenmerken	24
4.3.1 Spoorinfrastructuur	24
4.3.2 Materieel	26
4.3.3 Vervoer	28
4.3.4 Verkeer	29
4.3.5 Personeel	30
4.3.6 Exploitatiekosten	32
4.3.7 Opbrengsten	35
4.3.8 Kostendeckking en winst	37
4.4 Kernprestatie-indicatoren	38
4.4.1 Productiviteit	39
4.4.2 Efficiëntie	42
4.4.3 Beschikbaarheid en betrouwbaarheid	48
4.4.4 Kwaliteit van de capaciteitsverdeling en bijsturing	49
4.4.5 Punctualiteit	49
4.4.6 Klanttevredenheid	52
4.4.7 Toegankelijkheid	52
4.4.8 Veiligheid en milieu	53
4.5 Conclusies	54
<b>5. Analyse dienstregeling en capaciteit van hoofdcorridors</b>	<b>58</b>
5.1 Nederland	58
5.2 België	62
5.3 Zwitserland	64
5.4 Zweden	66
5.5 Denemarken	68
5.6 Japan	70
5.7 Conclusies	74
<b>6. Management van het spooronderhoud</b>	<b>76</b>
6.1 ProRail	76
6.2 Buitenlandse infrastructuurmanagers	81
6.3 Conclusies	83
<b>7. Spoorvervoerbeleid en strategieën</b>	<b>85</b>
7.1 Deregulering	85
7.2 Strategieën	88
7.2.1 Nederland	88
7.2.2 België	90
7.2.3 Zwitserland	91
7.2.4 Zweden	92
7.2.5 Denemarken	93

7.2.6	JR East	93
7.3	Toekomststrategie voor de vernieuwing van het Nederlandse spoornet	94
7.4	Conclusie	98
<b>8.</b>	<b>Conclusies en Aanbevelingen</b>	<b>102</b>
8.1	Onderzoeksvragen en Antwoorden	102
8.2	Aanbevelingen	106
	<b>Referenties</b>	<b>110</b>
	<b>Bijlagen</b>	
Bijlage A	– Overzicht Inputwaardes Benchmarkvergelijking	113
Bijlage B	– Instandhoudingsconcept ProRail	115
Bijlage C	– Analysetool voor storingsmanagement ProRail	116
Bijlage D	– Organisatiestructuren spoorwegsectoren	117
	Nederland	117
	België	117
	Zwitserland	118
	Zweden	118
	Denemarken	119
	Japan	119
Bijlage E	– Reizigersmaterieel Chuo Line Tokyo	120
Bijlage F	– Interview partners	121

## MANAGEMENTSAMENVATTING

Het onderzoek heeft tot doel beter inzicht te geven in de relatieve prestaties en budgetten voor inrichting, gebruik en onderhoud van het Nederlandse spoor en in de wijze waarop innovatie op het spoor is aangepakt. Specifieke aandachtspunten zijn de organisatie van het spoor en de mogelijkheden voor een efficiëntere besteding van middelen voor het onderhoud. Het vergelijkend onderzoek bestaat uit

- (1) een kwalitatieve benchmarkanalyse van de belangrijke kenmerken van een zestal spoorwegnetten en -ondernemingen t.a.v. de infrastructuurele netwerken, de capaciteit en benutting van representatieve sterk belaste corridors en de globale exploitatiekosten en inkomsten,
- (2) een kwalitatieve beschrijving van de hoofdkenmerken t.a.v. het management van het spooronderhoud, regeringsbeleid en de strategieën van de infrastructuurmanager en de belangrijkste treinvervoerder in Nederland, België, Denemarken, Zweden, Zwitserland en Japan,
- (3) de ontwikkeling van een toekomststrategie voor de vernieuwing van het spoornet en vervoer in Nederland.

### *Benchmarkanalyse*

De benchmarkanalyse wordt voornamelijk gebaseerd op openbare statistische bedrijfsinformatie zoals jaarverslagen, beheerplannen, netwerkverklaringen en andere publicaties van de betrokken spoorwegondernemingen en infrastructuurmanagers. Gedetailleerde informatie m.b.t. infrastructuur, materieel, vervoer, verkeer, kosten en inkomsten in Nederland is door raadpleging van bedrijfsrapporten en met ondersteuning door accountmanagers van ProRail en NS verkregen, terwijl de betreffende informatie in de andere landen is geleverd door onderzoekpartners van de TU Delft. Aanvullende informatie t.a.v. organisatie van het spooronderhoud is verkregen door middel van interviews.

De andere landen, spoornetten en ondernemingen t.b.v. de internationale vergelijking zijn geselecteerd op de criteria schaalgrootte, mate van splitsing of integratie van infrastructuur en treinvervoer, invoering van nieuwe beveiliging- en beheersingssystemen en excellentie. De prestaties van de spoorwegen in Zwitserland en Japan staan internationaal hoog aangeschreven en dienen als een maatstaf voor prestatieverhoging in Nederland.

De lengte van het Nederlandse spoornetwerk (2 886 km in 2009) komt ongeveer overeen met de netwerklengte in België, van SBB in Zwitserland en in Denemarken, terwijl het netwerk in Zweden ruim drie keer en van JR East ongeveer twee keer zo lang is. De zes spoornetten en ondernemingen vertonen historisch gezien een grote variatie t.a.v. de splitsing tussen of integratie van infrastructuur en treinvervoer. De infrastructuur van het spoornet in Zweden is al in 1988 afgesplitst van het treinvervoer, dat sinds 2001 door zes onafhankelijke spoorondernemingen wordt verzorgd. In Denemarken is de splitsing in onafhankelijke ondernemingen in 1997 doorgevoerd, terwijl de spoorinfrastructuur in België sinds 2004 door Infrabel onder een holding van de spooronderneming NMBS wordt beheerd. De Zwitserse spooronderneming is net als de JR East een verticaal geïntegreerde spoorwegonderneming.

De spoornetlengte per inwoner is in Nederland met uitzondering van JR East het laagst en in Zweden het hoogst. De netwerk lengte van het door ProRail beheerde spoornet per km<sup>2</sup> oppervlak is in Nederland circa 10% lager dan het door SBB beheerde netwerk en circa 40% lager dan in België, maar de spoorwegnetten van Denemarken, Zweden en JR East vertonen een lagere dichtheid dan in Nederland. De gemiddelde afstand tussen stations is in Zweden dan ook veel langer dan in Nederland (7,4 km), terwijl deze afstand bij de SBB en JR East duidelijk korter is. Ongeveer een derde van de spoornetten van Nederland en de SBB is enkelsporig, in Denemarken en bij JR East ruim de helft en in Zweden 82%. Het percentage geëlektrificeerd spoornet in Nederland (76%) verschilt niet veel t.o.v. België, Zweden en JR East, maar is veel lager dan bij SBB (100%). Het aantal elektrisch aangedreven treinstellen van JR East is bijna 40% hoger dan van NS en NMBS, terwijl dit bij de SBB 40% lager is dan van NS doordat SBB meer door locomotieven getrokken reizigers-treinen en trek-duwcombinaties inzet dan NS.

Het vervoervolume van de NS en de SBB in 2009 verschilt vrij weinig, in België ligt het 35% lager, terwijl JR East negen keer zoveel reizigers als NS en SBB samen vervoert. Het aantal reizigerskilometers van NS is in 2010 verder gestegen naar 16 359 miljoen (11% meer dan 2005), terwijl dit aantal van JR East ongeveer vier keer zo groot als van de NS en SBB samen. De gemiddelde reisafstand bij NS, NMBS en SBB verschilt met 47 à 51 km weinig, terwijl deze bij JR East met slechts 21 km aanzienlijk korter is.

Het aantal reizigerstreinkilometers op het Nederlandse spoor (NS en andere treinvervoerders) komt in 2009 vrijwel overeen met de prestatie van de SBB; het aantal treinkilometers van JR East is bijna twee keer zo groot. Het percentage reizigerstreinkilometers op het Nederlandse spoornet is met 90% zeer hoog, terwijl het percentage goederentreinkilometers op de spoornetten in België en bij de SBB in 2009 twee keer en in Zweden zelfs drie en een half keer hoger is dan op het Nederlandse net.

Het aantal werknemers voor infrastructuurmanagement in de zes onderzochte spoornetten toont een grote variatie. Het onderhoud van de spoorinfrastructuur in Nederland is door ProRail uitbesteed aan private ondernemingen, terwijl het kleinschalige onderhoud in de andere landen en spoornetten volledig of deels door de infrastructuurbeheerder of treinvervoeronderneming zelf wordt uitgevoerd. Om die reden is het aantal werknemers van 3 489 fte van ProRail in 2009 niet vergelijkbaar met de andere landen.

De relatief lage beheer- en onderhoudsbestedingen per netwerk kilometer, per spoor kilometer en per treinkilometer door ProRail in vergelijking tot de meeste andere spoornetten duidt op een zeer zuinige besteding van middelen voor functieherstel van de spoorinfrastructuur. Daar komt bij dat ProRail gemiddeld duidelijk minder middelen besteedt aan vernieuwing van de bovenbouw en veel minder kilometers spoor en aantal wissels per jaar vervangt dan bijvoorbeeld de SBB.

De geschatte exploitatiekosten van de NS zijn 2009 met circa € 13 per treinkilometer de laagste van de onderzochte treinvervoerders, terwijl de inkomsten uit kaartverkoop met € 0,11 per personenkilometer bijna twee keer hoger zijn dan van NMBS en iets lager dan bij de koplopers SBB en JR East. De dekkingsgraad van de exploitatie- en onderhoudskosten van

het materieel van de NS is met 117% koploper in Europa en wordt slechts door JR East overtroffen.

De punctualiteit van de NS-treinen in 2008 met 93% circa 3%-punten minder dan van de SBB in 2007 bij een drempelwaarde van 5 minuten en is veel lager dan van JR East, die een gemiddelde vertraging van de regionale en exprestreinen van slechts 1,3 minuten in 2010 kende. De betrouwbaarheid van de spoorinfrastructuur, door ProRail uitgedrukt in het percentage geleverde treinpaden, geeft de storingsgevoeligheid van de infrastructuur onvoldoende weer omdat door reizigers en verladers ervaren ongemak, tijdverlies en de extra kosten niet worden verdisconteerd en geen kwantitatieve informatie over de verandering van het aantal en de hersteltijd van storingen t.o.v. voorafgaande perioden wordt gegeven. De veiligheidsprestaties op het Nederlandse spoor uitgedrukt in de aantallen ongevallen en slachtoffers per jaar zijn met absoluut 21, respectievelijk 23 in 2009 relatief klein en in relatie tot het aantal treinkilometers duidelijk lager dan bij de andere onderzochte spoornetten in Europa.

De rapportage en verantwoording van de meetbare prestaties door ProRail en NS zijn niet voldoende nauwkeurig of niet volledig t.a.v. enkele belangrijke kerncijfers (zoals beschikbaarheid, betrouwbaarheid, punctualiteit, operationele snelheid, reizigerskilometers en capaciteit per lijn). Deze kerncijfers zijn in de jaarverslagen van de NS niet compact en gestructureerd weergegeven en daardoor weinig toegankelijk voor vergelijking met andere treinvervoerders en spoornetwerken. Prestatierapporten van de kleinere reizigerstreinvervoerders zijn in Nederland blijkbaar niet of nauwelijks beschikbaar.

#### *Capaciteit en benutting*

De aanzienlijk lagere praktische capaciteit van gemengd gebruikte spoorlijnen in Europese landen is een gevolg van het verschil in rijtijd en haltepatroon tussen IC- en regionale treinen, het gemengde gebruik samen met goederentreinen en de geïntegreerde, regelmatige dienstregeling. De capaciteit op het nader m.b.v. micro-simulatie van de bestaande dienstregeling onderzochte baanvak Utrecht–Geldermalsen–'s-Hertogenbosch wordt beperkt door het grote reistijdverschil tussen de IC-, stoptreinen en goederentreinen en de beperkte mogelijkheid tot inhalen te Geldermalsen.

De baanvakbelasting van de huidige dienstregeling (vier IC- en vier stoptreinen per uur en richting) met inachtneming van twee goederentreinpaden per uur en richting ligt met 88,3% ver boven de door de UIC aanbevolen waarde van maximaal 75% voor gemengd gebruikte sporen. In werkelijkheid rijden er tegenwoordig overdag slechts acht à negen treinen per uur en richting, omdat er gemiddeld maar één goederentrein elke twee uur en richting rijdt van maandag t/m vrijdag. Daardoor vermindert de daadwerkelijke baanvakbelasting tot een aanvaardbaar niveau en kunnen incidentele treinvertragingen binnen de perken worden gehouden. Door de uitbreiding van het traject Utrecht Centraal–Houten Castellum tot vier sporen in 2015 zou de treinfrequentie naar zes IC- en zes stoptreinen per uur kunnen worden verhoogd, mits geen goederentreinpad overdag wordt ingepland en het beveiligingssysteem wordt vernieuwd.

De capaciteitsanalyse van het baanvak Utrecht–'s-Hertogenbosch laat zien dat op deze dubbelsporige lijn de frequentieverhoging naar zes IC- en zes stoptreinen per uur en richting zonder reistijdverlenging in combinatie met één goederentrein per uur slechts haalbaar is door de invoering van ETCS. Maatregelen zoals «Kort volgen» bieden onvoldoende capaciteit om PHS zonder grootschalige additionele infrastructurele investeringen en negatieve effecten op de punctualiteit te implementeren. Een soortgelijke capaciteitsstijging mag in eerste instantie door ETCS op termijn ook worden verwacht voor de corridors Den Haag–Utrecht–Arnhem en Schiphol–Amsterdam–Almere.

De uitermate hoge treinfrequentie op de Chuo Line in Tokyo van 26 treinen per spitsuur en richting is alleen mogelijk doordat de lijn volledig losgekoppeld van andere spoorlijnen wordt geëxploiteerd en alle (stop)treinen met uitzondering van slechts twee treinen dezelfde haltes aandoen en dezelfde lage operationele snelheid van 44 km/h op de binnenstedelijke 29 km halen. Overdag neemt de frequentie van de lijn af naar in totaal zestien treinen per uur, waarvan zes expres- en regionale treinen, die de stoptreinen op drie inhaalstations passeren. In totaal zijn er negen stations met inhaalsporen verdeeld over de 53 km lange spoorlijn en zijn er gemiddeld twee wissels per lijnkilometer, zodat de treinen in geval van stremming zeer vele mogelijkheden hebben voor kort keren. Goederentreinen mogen overdag überhaupt geen gebruik maken van deze spoorlijn in Tokyo.

#### *Spooronderhoud en -vernieuwing*

Privatisering van het spooronderhoud blijkt haalbaar. De organisatie en aanpak van ProRail voor het beheer en onderhoud van het Nederlandse spoornet door uitbesteding van het kleinschalige onderhoud aan private gecertificeerde ondernemingen komen grotendeels overeen met de praktijk van de Zweedse infrastructuurmanager. Beide zijn bezig met de optimalisering van de functionele programma's van eisen, grootte van de contractgebieden en spreiding van de aanbestedingen in de tijd om voldoende prikkels voor efficiëntieverhoging o.a. door schaalvergroting van de markt en netwerken in te bouwen.

De uitgaven van ProRail voor onderhoud zijn in de hele periode 2005–2010 na een tussentijdse piek in 2008 met 32% tot € 493 miljoen in 2010 toegenomen, waarvan ongeveer drie kwart voor regulier onderhoud. Voor bovenbouwvernieuwing heeft ProRail in 2005 € 220 miljoen en in 2006 € 200 miljoen besteed, maar in 2010 slechts € 168 miljoen. Sinds 2005 zijn elk jaar circa honderd spookilometer vernieuwd en rond 130 wissels vervangen. De gemiddelde uitbestede onderhoudskosten van de bovenbouw zijn in de periode 2005–2010 met 26% toegenomen tot circa € 60 000 per spookilometer in 2010. In 2010 heeft ProRail in totaal € 577 miljoen uitbesteed voor onderhoud en bovenbouwvernieuwing. Dit komt overeen met 1,4% van de bestaande spoorlengte en 1,8% van de wissels. Uitgaande van een gemiddelde levensduur van de bovenbouw van veertig jaar zouden echter circa 175 km spoor en 180 wissels per jaar (2,5%) moeten worden vervangen. De gemiddelde uitbestede onderhoudskosten van de bovenbouw zijn in de periode 2005–2010 met 26% toegenomen en bedragen in 2010 circa € 60 000 per spookilometer. In 2010 heeft ProRail in totaal € 577 miljoen uitbesteed voor onderhoud en bovenbouwvernieuwing.



De specifieke bestedingen van ProRail voor beheer en onderhoud per kilometer spoor en jaar zijn in vergelijking met de andere onderzochte spoorwegnetten met uitzondering van Zweden aan de lage kant, terwijl de gemiddelde verkeersprestatie per netwerkkilometer samen met de SBB maximaal is. Dit is een indicatie voor een mogelijke onderbesteding van middelen voor onderhoud en vernieuwing van het Nederlandse spoornet, die kan leiden tot meer technische storingen van de spoorinfrastructuur en vertragingen dan wenselijk.

De kosten per soort onderhoudsactiviteit, systeem en subsysteem, contractgebied, treinkilometer, tonkilometer en spoorkilometer worden periodiek door ProRail berekend en geanalyseerd t.b.v. het signaleren van trends en uitvoeren van benchmarks. De soorten storingen, oorzaken, objecten, onderdelen en functiehersteltijd worden sinds medio 1998 bijgehouden. Sinds 2006 wordt ook een gewogen beschikbaarheid afhankelijk van het belang van de spoorlijn en storingstijd bepaald. De hersteltijd voor alle storingen wordt tevens per lijn, contractgebied en objectsoort geregistreerd. De belangrijkste storingsbronnen van het Nederlandse spoornet zijn m.b.t. techniek de wisselgeleiding (43%) en treindetectie. De stelselmatige analyse van de uitkomsten per corridor en deelnetwerk over de soort en het aantal en de duur van de storingen zoals de treinvervoerders, reizigers en verladers deze ervaren, is nog in ontwikkeling.

De koppeling tussen en analyse van specifieke storingsparameters (zoals kans op uitval en hersteltijd van de belangrijkste systeemelementen, optimalisering van de life-cycle costs voor onderhoud en de tijdige vernieuwing van cruciale onderdelen zoals wissels vooral t.a.v. de belangrijkste spoorlijnen) verdienen een veel hogere prioriteit in de vernieuwingsplannen voor de organisatie van het beheer en de aansturing en supervisie van het spooronderhoud door ProRail.

#### *Vervoerbeleid en -strategieën*

Het infrastructuur- en capaciteitsmanagement in elk van de vijf onderzochte Europese landen voldoet formeel aan de basiseis van de Europese Railway Directive 2001/14 – door volledige of slechts boekhoudkundige scheiding van het infrastructuurmanagement t.o.v. treinvervoerondernemingen. Het beheer van de spoorinfrastructuur inclusief capaciteitsmanagement en verkeersleiding is in Nederland na invoering van de spoorwegwet 2003 uit de NS-holding gehaald. In 2005 heeft de regering de concessie voor het beheer van de Nederlandse spoorinfrastructuur met uitzondering van de HSL-Zuid voor een periode van tien jaar aan ProRail gegund. De concessie voor de exploitatie van het kernnet is in 2005 ook voor tien jaar onderhands aan de NS verstrekt.

De Europese aanbesteding van lijndiensten op nationale hoofdspoornetten is tot nu toe in geen van de landen gebeurd, afgezien van de aanbesteding en concessie voor de HSL-Zuid in Nederland en de nieuwe Sontlijn in Denemarken en Zweden. Slechts grensoverschrijdende treinverbindingen van en naar de buurlanden zijn toegestaan, terwijl de nationale langeafstandslijnen op het conventionele spoornet in elk land direct aan de nationale hoofdtreinvervoeronderneming zijn gegund.

De opinies over de effecten van de verticale of horizontale scheiding van spoorwegondernemingen en de splitsing tussen infrastructuur en treinexploitatie op de productiviteit en efficiëntie lopen nogal uiteen. Het

recente onafhankelijke rapport in opdracht van het Britse Dept. of Transport en de Office of Rail Regulation (2011 p. 284) constateert bijvoorbeeld: «in the railway sector, privatization does not appear to have led to the cost reductions seen in other privatized industries» en de hoofdredacteur van het vooraanstaande internationale spoorwegvaktijdschrift *Railway Gazette International* concludeert «Competition is not an objective in its own right but a means of achieving a more efficient railway» (June 2011 p. 3). Goede voorbeelden van een geslaagde vervanging, d.w.z. aangetoonde verhoging van de kwaliteit, productiviteit en efficiëntie van het langeafstandsreizigerstreinvervoer over een langere periode t.o.v. de (in het verleden nationale) spoorvervoeronderneming door een concurrent uit het binnen- of buitenland zijn niet aangetroffen in de hier onderzochte zes landen, noch in het Verenigd Koninkrijk. Veraart pleit in zijn uitgebreide onderzoek naar sturing van publieke dienstverlening (2007 p. 131) ervoor om de splitsing van exploitatie en infrabeheer op het kernnet weer ongedaan te maken.

Het prestatieniveau, de effectiviteit en efficiëntie van de gesplitste nationale spoorwegnetten, infrastructuurmanagers, langeafstandstreinvervoerders en de deels geprivatiseerde regionale reizigerstreindiensten in Nederland, Denemarken en Zweden blijken vooral afhankelijk van externe factoren zoals de:

- netwerk-, stations- en bevolkingsdichtheid,
- hoogte van overheidsbijdragen aan de kosten voor beheer, onderhoud en vernieuwing van de infrastructuur en
- capaciteit en betrouwbaarheid van de infrastructuur en het materieel.

De organisatievorm van de spoorwegen en de bijdrage van private ondernemingen en kapitaal aan investeringen, exploitatie en vernieuwingen van het reizigerstreinvervoer is van minder belang voor de kwaliteit en prestatie van de spoornetten en reizigerstreinvervoerders dan de kracht van het flankerende vervoerbeleid, duurzame fiscale regelingen en financiële stimuli door overheden in de Europese landen. Dit blijkt uit recente kwantitatieve prestatieanalyses van andere auteurs, de bevindingen van de zeer recente onafhankelijke Rail Value for Money Study in opdracht van het Britse Dept. of Transport en de Office of Rail Regulation en de bewezen topprestaties van de verticaal geïntegreerde SBB en JR East.

De verticaal geïntegreerde spoorwegondernemingen zoals de SBB in Zwitserland en JR East in Japan, gecombineerd met andere regionale, verticaal geïntegreerde spoorvervoerondernemingen en spoornetten voor reizigersvervoer blijken het meest succesvol te zijn, terwijl verschillende goederentreinvervoerders mede gebruik kunnen maken van (delen van) hun spoorinfrastructuur. In dit opzicht biedt een integratie van de hoofdreizigerstreinvervoerder NS en de infrastructuurmanager ProRail zeker voor het Nederlandse hoofdrailnet de kans voor effectiever bestuur, syteeminnovatie, efficiëntieverhoging door optimalisering van investeringen en bedrijfsvoering.

Daardoor zouden nadelen van de verticale splitsing in de toekomst kunnen worden voorkomen of verminderd, zoals suboptimale beslissingen uit individueel bedrijfseconomisch belang bijvoorbeeld t.a.v. afzonderlijke reizigers- en klanteninformatie tijdens storingen, onvoldoende capaciteitsbenutting vooral tijdens grote verstoringen, beperking van alternatieven voor materieelomloop door vermindering van het aantal spoorverbindingen en wissels, gevolgen van capaciteitsonttrekking t.b.v. infrastructuuronderhoud voor de reizigers en vervoerders, slecht

gecoördineerde investeringen in infrastructuuruitbreiding en nieuw materieel en aanzienlijke transactiekosten.

De gemiddelde inkomsten uit spoorheffing van ProRail zijn met € 1,57 per treinkilometer veel lager dan van Infrabel en SBB en dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudskosten van het Nederlandse spoor. Daardoor blijft de financiering van de beheer- en onderhoudskosten voor de spoorinfrastructuur grotendeels afhankelijk van overheidsbijdragen en ervaart de infrastructuurmanager een onevenredige financiële belasting, terwijl de treinvervoerders worden ontlast in tegenstelling tot het economische basisprincipe «de veroorzaker betaalt».

ProRail zou m.b.v. hogere tarieven en extra opbrengsten uit spoorheffing gestimuleerd worden de capaciteitstoedeling, infrastructuurbenutting en doorstroming van treinen consequent te optimaliseren, terwijl de treinvervoerders kunnen worden geprikkeld tot zuiniger reservering van treinpaden en effectiever materieelinzet. De rijksoverheid zou daarmee synergievoordelen tussen infrastructuurmanagement en treinvervoer kunnen genereren, haar bijdrage aan het beheer- en onderhoudsbudget van ProRail verminderen en via flankerend beleid voor de benutting van het rijkswegennet duurzaam mobiliteitsgedrag bevorderen.

De hoofddoelstellingen voor de ontwikkeling van de spoorinfrastructuur en het reizigerstreinvervoer van ProRail en NS m.b.t. capaciteits- en frequentieverhoging van 50% in de brede Randstad zijn enigszins vergelijkbaar met de SBB, die zich richt op de noodzakelijke capaciteitsverhoging en optimalisering van de treinverkeersbeheersing in het kader van de landelijke uitrol van het integrale Taktfahrplan met een frequentie van vier IC- en vier regionale treinen per uur en richting in combinatie met de toename van het aantal goederentreinpaden.

Een belangrijk verschil tussen de ontwikkelingsstrategieën voor het Nederlandse en de hoofdspoornetten in België, Denemarken, Zweden en Zwitserland bestaat echter t.a.v. de (helderheid van de) besluitvorming en de consistente vernieuwing van de beveiligings- en beheersingssystemen (ETCS<sup>1</sup>/ERTMS<sup>2</sup>). Deze systemen zijn in Nederland op de Betuweroute, HSL-Zuid en het baanvak Amsterdam–Utrecht ingebouwd en worden te zijner tijd op de Hanzelijn aangelegd<sup>3</sup>. In Zwitserland is het Europese beveiligingssysteem ETCS Level 2 (cabinesignalering via Radio Block Centre) sinds 2007 op de nieuwe hogesnelheidsverbinding Mattstetten–Rothrist en de Lötschbergbasistunnel geïmplementeerd, terwijl de treinen en de infrastructuur van het bestaande net met normaalspoorwijdte tot 2017 met ETCS Level 1 Limited Supervision<sup>4</sup> zullen worden uitgerust. In Zweden wordt te zijner tijd op een regionale lijn ETCS ingebouwd. België en Denemarken hebben onlangs besluiten genomen voor de landelijke invoering van ERTMS op netwerkniveau.

<sup>1</sup> European Train Control System t.b.v. interoperabiliteit van spoorlijnen met continue bewaking van de treinsnelheid en remcurve.

<sup>2</sup> European Traffic Management System bestaande uit het beveiligingssysteem ETCS en het datacommunicatiesysteem GSM–R.

<sup>3</sup> Voor de besluitvorming en beoordeling van de effecten van ETCS/ERTMS op bestaande baanvakken in Nederland zie Goverde & Hansen (2011), Innovatie op het spoor en mogelijkheden van ERTMS in Nederland.

<sup>4</sup> Voor de nadere toelichting van de ETCS varianten zie Goverde & Hansen (2011).

Terwijl in de andere vier Europese landen de overheden, infrastructuurmanagers en belangrijkste treinvervoerondernemingen een heldere ETCS-implementatiestrategie afgesproken hebben en bepaalde (financiële) middelen voor de korte tot middellange termijn zijn gepland, lijken de betrokken partijen in Nederland de kat uit de boom te kijken. Dit betreft ook de afstemming en definitieve besluitvorming m.b.t. invulling van het Programma Hoogfrequent Spoor (PHS) en het project Openbaar Vervoer Schiphol–Amsterdam–Almere–Lelystad (OV-SAAL), die tot nu toe slechts in beperkte mate maatregelen voor de capaciteitsverhoging zoals Kort Volgen voorzien.

De verwachtingen van ProRail m.b.t. in het kader van PHS haalbare capaciteitsverhoging van de infrastructuur in de dubbelsporige corridors van het hoofdrailnet met kleine ingrepen zoals optimalisering van het bestaande blokseinstelsel NS'54 door verkorting van sommige seinafstanden en verwijderen van wissels zijn te hooggespannen. De strategie van de Nederlandse infrastructuurmanager ProRail en de hoofdreizigers-treinvervoerder NS t.a.v. de vernieuwing van het bestaande beveiligings- en beheersingssysteem via de implementatie van het Europese standaard-beveiligings- en beheersingssysteem ETCS/ERTMS is defensief. De beslissingen van de huidige directies van beide ondernemingen zijn vooral gericht op «quick wins» en voorkomen van risico's tot kosten- en budgetoverschrijdingen tijdens hun eigen managementperiode i.p.v. op innovatie en systeemoptimalisering. De aansturing van ProRail en personele bezetting van haar leidende posities lijkt vooral ingegeven vanuit de economie en (veel) minder door de techniek.

Daardoor wordt de interoperabiliteit van de grensoverschrijdende hoofdspoorlijnen belemmerd en het risico van stoptonende seinpassages (STS) en botsing tussen treinen niet helemaal weggenomen i.v.m. het voortdurende ontbreken van de bewaking van de remcurve bij snelheden van 40 km/h en hoger, evenals de bewaking van de remweg bij lagere snelheden dan 40 km/h van het bestaande automatische treinbeveiligingssysteem ATB-EGvv d.m.v. extra balises.

Een toekomstvaste strategie voor de nagestreefde verhoging van de capaciteit en efficiëntie van het hoofdrailnet en het treinvervoer, vooral op de druk belaste dubbelsporige corridors in de brede Randstad stoelt op spoedige innovatie van het treinbeveiligings- en beheersingssysteem door invoering van ETCS/ERTMS op het hoofdrailnet in stappen binnen de komende tien tot twintig jaar en op de korte termijn toepassing van betrouwbaarder en nauwkeuriger analyse-, simulatie-, informatie- en intelligente beslissingsondersteunende systemen voor dienstregelings-ontwerpers, verkeersleiders, machinisten en managers van ProRail en NS.

*Onderzoeksvragen en antwoorden in het kort*

### **1. Hoe presteert het Nederlandse spoor qua inrichting, gebruik en onderhoud?**

Het Nederlandse spoornet genereert het hoogste aantal reizigers per station en reizigerskilometer per netwerkkilometer van de Europese landen en wordt in dit opzicht slechts door de Japanse spoornetten overtroffen, waar een veel hogere bevolkingsdichtheid bestaat. De gemiddelde verkeersprestatie van reizigerstreinen per netwerkkilometer is iets lager dan van de koploper SBB, maar hoger dan van JR East. Het aandeel goederentreinkilometers van 10% is in Nederland echter duidelijk lager dan in België, Zwitserland en Zweden. De geschatte gemiddelde exploitatiekosten van de NS zijn met circa € 13 per reizigerstreinkilometer het laagst van alle zes onderzochte treinvervoerders, terwijl de gemiddelde inkomsten van € 0,11 per reizigerskilometer iets lager zijn dan van de SBB en JR East. De dekingsgraad van de opbrengsten uit kaartverkoop van de NS bedraagt 117% en is de hoogste van de vijf onderzochte Europese treinvervoerders.

## **2. Wat zijn de internationale verschillen in fysieke infrastructuur en beleid en welk effect heeft dit op het treinaanbod?**

De spoorwegnetlengte is in Nederland met 175 km per miljoen inwoners veel kleiner dan in de andere vier onderzochte Europese landen. De netwerklengte per km<sup>2</sup> oppervlak is in Nederland circa 10% lager dan het door SBB beheerde netwerk en circa 40% lager dan in België. De gemiddelde afstand tussen stations is in Nederland met 7,4 km duidelijk groter dan bij de andere spoornetten met uitzondering van het relatief dunbevolkte Zweden. Alleen in België is het aandeel enkelspoor kleiner dan in Nederland, terwijl het percentage geëlektrificeerde sporen in Nederland van 76% lager is dan in België, Zwitserland en Zweden.

Het Nederlandse beleid voor de ontwikkeling van de spoorinfrastructuur en de capaciteits- en treinfrequentieverhoging van 50% in de brede Randstad (PHS) is enigszins vergelijkbaar met de SBB, die zich richt op landelijke uitrol van het integrale *Taktfahrplan* met een frequentie van vier IC- en vier regionale treinen per uur en richting in combinatie met de toename van het aantal goederentreinpaden.

Een belangrijk verschil tussen de ontwikkelingsstrategieën voor het Nederlandse en de hoofdspoornetten in België, Denemarken, Zweden en Zwitserland bestaat t.a.v. de (helderheid van de) besluitvorming en de consistente vernieuwing van de beveiligings- en beheersingssystemen ETCS/ERTMS. Terwijl in de andere vier Europese landen de overheden, infrastructuurmanagers en belangrijkste treinvervoerondernemingen een heldere implementatiestrategie afgesproken hebben en bepaalde (financiële) middelen voor de korte tot middellange termijn zijn gepland, lijken de betrokken partijen in Nederland de kat uit de boom te kijken.

## **3. Hoe verhouden de budgetten voor spooronderhoud en bovenbouwvernieuwing zich tot andere landen in termen van efficiëntie en doelmatigheid?**

In Nederland wordt met gemiddeld circa € 6,7 per treinkilometer het minst besteed aan de exploitatie van de spoorinfrastructuur; in relatie tot de lengte van het spoornet geven alleen het Belgische Infrabel en het Zweedse Trafikverket per netwerk- en spoorkilometer er minder voor uit. ProRail besteedt in 2009 slechts € 4,8 per treinkilometer, € 242 000 per netwerkkilometer of € 102 000 per spoorkilometer aan beheer- en onderhoudskosten, terwijl de SBB bij ongeveer gelijke netwerk- en spoorlengte met omgerekend € 7,8 per treinkilometer, € 409 000 per netwerkkilometer en € 174 000 per spoorkilometer 63% à 70% meer dan ProRail uitgeeft. Dit is een duidelijke indicatie voor onderbesteding van de Nederlandse spoorinfrastructuur. De gemiddelde inkomsten uit spoorheffing van ProRail zijn met € 1,57 per treinkilometer veel lager dan van Infrabel en SBB, maar hoger dan van Banedanmark en Trafikverket en dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudskosten van het Nederlandse spoor.

ProRail heeft in 2010 in totaal € 577 miljoen uitbesteed aan onderhoud en bovenbouwvernieuwing. Dit komt neer op gemiddelde onderhouds- en vernieuwingskosten van € 191 000/netwerkkilometer, € 85 000/spoorkilometer en € 3,95/treinkilometer. Voor bovenbouwvernieuwing heeft ProRail in de periode 2005–2008 jaarlijks tussen € 200 miljoen en € 299 miljoen besteed, maar in 2009 en 2010 slechts € 170 en € 168 miljoen per jaar. Elk jaar werden in Nederland sinds 2005 circa honderd spoorkilometer

vernieuwd en rond 130 wissels vervangen. Dit betekent rond de helft minder spoorkilometers en twee derde minder nieuwe wissels per jaar dan door de SBB, hoewel het gemiddelde aantal treinkilometers per netwerkkilometer in beide spoornetten niet veel verschilt. Betrouwbare informatie over de specifieke onderhouds- en vernieuwingskosten van de andere onderzochte spoorwegondernemingen is helaas niet beschikbaar.

#### **4. In hoeverre zijn eventuele verschillen tussen deze budgetten te verklaren?**

De gemiddelde beheer- en onderhoudskosten bij ProRail (zonder kosten voor planning, capaciteitsmanagement en verkeersleiding, afschrijvingen en andere bedrijfslasten) van circa € 102 000 per spoorkilometer in 2009 zijn veel lager dan bij de infrastructuurdivisies van de SBB en JR East, maar hoger dan in België, Zweden en Denemarken. De beheer- en onderhoudskosten per kilometer reizigers- en goederentrein van de Nederlandse infrastructuurmanager in 2009 blijken ongeveer 40% lager te zijn dan van de SBB en drie keer lager dan van JR East!

De gemiddelde inkomsten uit spoorheffing van ProRail zijn met € 1,57 per treinkilometer veel lager dan van Infrabel en SBB en dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudskosten van het Nederlandse spoor. Daardoor blijft de financiering van de beheer- en onderhoudskosten voor de spoorinfrastructuur grotendeels afhankelijk van overheidsbijdragen en ervaart de infrastructuurmanager een onevenredige financiële belasting, terwijl de treinvervoerders worden ontlast in tegenstelling tot het economische basisprincipe «de veroorzaker betaalt».

De door ProRail in de afgelopen vijf jaar gemiddeld vervangen honderd spoorkilometer per jaar en rond 130 wissels zijn slechts 1,4% van de bestaande spoorlengte en 1,8% van de wissels. Uitgaande van een gemiddelde levensduur van de bovenbouw van veertig jaar zouden echter circa 175 km spoor en 180 wissels per jaar (2,5%) moeten worden vervangen. De SBB heeft daarentegen gemiddeld 190 km spoor en rond 320 wissels per jaar vernieuwd wat overeenkomt met 2,5% van de spoorlengte en 2,2% van de wissels.

De opening van de markt voor kleinschalig onderhoud in Zweden en Nederland en de contractering van private bedrijven hebben bijgedragen tot duidelijk minder uitgaven voor onderhoud per spoorkilometer per jaar in deze landen. De duidelijk lagere onderhouds- en vernieuwingsuitgaven per spoorkilometer van ProRail en Trafikverket – beide worden gekenmerkt door volledige verticale splitsing tussen infrastructuurbeheer en treinexploitatie, evenals outsourcing en privatisering van het spooronderhoud – dan in de andere onderzochte landen lijkt samen te hangen met de in beide landen het meest voortgeschreden deregulering van de spoorsector, outsourcing en privatisering van het spooronderhoud en de relatief sterkere bezuiniging van de middelen voor spooronderhoud en -vernieuwing in Nederland en Zweden.

#### **5. Welke ontwikkelingsrichtingen voor het Nederlandse spoor kunnen op de korte, middellange en lange termijn worden geïdentificeerd?**

##### *1. Korte termijn 2012–2014*

- Ontwikkeling van en besluitvorming over het definitieve ERTMS/ETCS-implementatieplan op de belangrijke grensoverschrijdende hoofdcorri-

- dors; inrichting van een regieorganisatie en expertteam ERTMS/ETCS ter voorbereiding van de functionele specificaties en aanbesteding; inrichting en start van het ERTMS/ETCS-proefbedrijf Utrecht–Amsterdam.
- Invoering van state-of-the-art analyse- en micro-simulatiertools voor de optimalisering van dienstregelingen en capaciteitsbenutting bij ProRail en NS.
  - Vernieuwing/vervanging van het bestaande Vervoer Per Trein (VPT)-systeem voor informatie, communicatie en regeling van het treinverkeer.
  - Uitwerking en aanpassing van de PHS-maatregelen in combinatie met het door de TU Delft voorgestelde ETCS/ERTMS- implementatieprogramma en afstemming met decentrale overheden, voorbereiding en start van bijbehorende MER-procedures.
  - Opening van de Hanzelijn met maximale IC-treinsnelheid van 160 km/h.
  - Verificatie en optimalisering van de prestaties m.b.t. onderhoud, vernieuwing en robuustheid van de spoorinfrastructuur in de hoofdcorridors en knooppunten.
  - Uitbesteding van het kleinschalige spooronderhoud m.b.v. Prestatie-Gerichte Onderhoudscontracten (PGO) voor grotere contractgebieden dan in het verleden in concurrentie aan ervaren (gecertificeerde) sporaannemers.
  - Onderzoek naar de synergie- en welvaartseffecten van samenvoeging van exploitatie en infrabeheer.

### *II. Middellange termijn 2015–2020*

- Uitrol ERTMS/ETCS op de corridors Utrecht–Eindhoven–Roermond en Naarden–Bussum–Hilversum–Utrecht–Amersfoort–Apeldoorn–Deventer–Almelo–Hengelo–Enschede. De verbinding Rotterdam–Roosendaal–Antwerpen verbetert de interoperabiliteit van het goederentransport per spoor van/naar België.
- Vervanging van de boordapparatuur van het bestaande en inbouw in nieuw reizigersmaterieel voor het hoofdrailnet met ERTMS/ETCS.
- Realisering van de maatregelen voor OVSAAL en PHS in combinatie met de uitrol van ETCS/ERTMS.
- Invoering van de hoogfrequente dienstregeling op werkdagen tot na de avondspits in de corridors van de brede Randstad.
- Uitbesteding van grootschalig onderhoud op basis van raamcontracten en aanbesteding m.b.v. grotere contracten voor bovenbouwvernieuwing in concurrentie aan gecertificeerde sporaannemers met hoge machinecapaciteit en bewezen prestaties.

### *III. Lange termijn 2020–2030*

- Uitrol ERTMS/ETCS op het hele hoofdrailnet.
- Optimalisering van de landelijke en regionale netwerkdienstregelingen.
- Snelheidsverhoging op alle IC-lijnen naar 160 km/h en op de Hanzelijn naar 200 km/h.
- Aanleg van partiële viersporigheid en/of inhaalsporen waar nodig.
- Opening van nieuwe stations met voldoende vervoerpotentie.

## LIJST VAN FIGUREN

- Figuur 1: Lengte van de geselecteerde spoorwegnetten
- Figuur 2: Netwerklengte/miljoen inwoners
- Figuur 3: Netwerklengte/km<sup>2</sup>
- Figuur 4: Gemiddelde stationsafstand
- Figuur 5: Lengte hogesnelheidslijnen
- Figuur 6: Percentage enkelsporigheid
- Figuur 7: Percentage geëlektrificeerd net
- Figuur 8: Aantal reizigerstreinvervoerders conventioneel spoornet
- Figuur 9: Aantal elektrisch aangedreven treinstellen hoofdtreinvervoerder
- Figuur 10: Aantal getrokken reizigersrijtuigen hoofdtreinvervoerder
- Figuur 11: Vervoerde reizigers 2009 hoofdtreinvervoerder
- Figuur 12: Reizigerskilometers 2009 hoofdtreinvervoerder
- Figuur 13: Gemiddelde reisafstand hoofdtreinvervoerder 2009
- Figuur 14: Aantal reizigerstreinkilometers 2009
- Figuur 15: Percentage reizigerstreinkilometers 2009
- Figuur 16: Personeel infrastructuurmanager 2009
- Figuur 17: Ontwikkeling aantal werknemers ProRail 2005–2010
- Figuur 18: Aantal werknemers hoofdreizigerstreinvervoerder 2009
- Figuur 19: Aantal werknemers infrastructuurmanager en hoofdreizigers-treinvervoerder 2009
- Figuur 20: Exploitatiekosten infrastructuur
- Figuur 21: Ontwikkeling uitgaven beheer en instandhouding en productie ProRail 2005–2010
- Figuur 22: Schatting exploitatiekosten beheer & onderhoud spoorinfrastructuur 2009
- Figuur 23: Schatting exploitatiekosten hoofdvervoerder reizigerstreinen 2009
- Figuur 24: Bedrijfslasten hoofdspoornet NS 2005–2010
- Figuur 25: Bedrijfslasten niet-hoofdspoornet NS 2005–2010
- Figuur 26: Inkomsten uit spoorheffing 2009
- Figuur 27: Overheidsbijdragen aan uitgaven ProRail 2005–2010
- Figuur 28: Percentage overheidsbijdrage aan spoorinfrastructuuruitgaven 2009
- Figuur 29: Inkomsten uit kaartverkoop en totaal hoofdtreinvervoerder 2009
- Figuur 30: Totale winst uit bedrijfsvoering hoofdtreinvervoerder 2009
- Figuur 31: Winst bedrijfsvoering NS hoofdspoornet 2005–2010
- Figuur 32: Winst bedrijfsvoering NS niet-hoofdspoornet 2005–2010
- Figuur 33: Aantal reizigers per station 2009
- Figuur 34: Inwoners per netwerkkilometer 2009
- Figuur 35: Gemiddelde vervoersprestatie per netwerkkilometer 2009
- Figuur 36: Gemiddelde verkeersprestatie per netwerkkilometer 2009
- Figuur 37: Gemiddeld aantal reizigers per treinrit hoofdtreinvervoerder 2009
- Figuur 38: Gemiddelde vervoersproductiviteit per werknemer hoofdtreinvervoerder 2009
- Figuur 39: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer infrastructuurmanager 2009
- Figuur 40: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer reizigers-treinvervoerder 2009
- Figuur 41: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer infrastructuurmanager en hoofdreizigerstreinvervoerder 2009
- Figuur 42: Gemiddelde exploitatiekosten per netwerkkilometer, per spookilometer en per treinkilometer in 2009
- Figuur 43: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per netwerkkilometer 2009



Figuur 44: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per spoorkilometer 2009

Figuur 45: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per treinkilometer 2009

Figuur 46: Gemiddelde opbrengsten uit spoorgebruiksheffing per treinkilometer 2009

Figuur 47: Gemiddelde onderhoudsbestedingen ProRail 2005–2010 per spoor-km

Figuur 48: Gemiddelde onderhoudsbestedingen ProRail 2005–2010 per trein-km

Figuur 49: Dekkingsgraad beheer- en onderhoudsuitgaven door opbrengsten spoorheffing 2009

Figuur 50: Exploitatiekosten hoofdreizigerstreinvervoer per trein-km 2009

Figuur 51: Inkomsten kaartverkoop hoofdtreinvervoerder per trein-km 2009

Figuur 52: Inkomsten uit kaartverkoop hoofdtreinvervoerder per personen-km 2009

Figuur 53: Inkomsten uit kaartverkoop hoofdtreinvervoerder per persoon 2009

Figuur 54: Inkomsten uit kaartverkoop gedeeld door exploitatie- en onderhoudskosten hoofdtreinvervoerder 2009

Figuur 55: Overheidsbijdrage aan exploitatiekosten hoofdtreinvervoerder 2009

Figuur 56: Sporenschema van het baanvak Utrecht Lunetten–’s-Hertogenbosch

Figuur 57: Basisuurpatroon van de dienstregeling op het baanvak Utrecht C–Eindhoven

Figuur 58: Gecomprimeerde dienstregeling Utrecht–’s-Hertogenbosch met zes IC-, zes stoptreinen (t/m Geldermalsen) en één goederentrein

Figuur 59: Vereenvoudigd sporenschema van de spoorlijnen 25 en 27 tussen Antwerpen en Brussel

Figuur 60: Grafische dienstregeling Antwerpen–Brussel (7.00–8.00)

Figuur 61: Sporenplan en grafische dienstregeling (7.00–8.00 uur) van de spoorlijn Lausanne–Biel

Figuur 62: Sporenschema van de spoorlijn Älgarås–Tälle

Figuur 63: Grafische dienstregeling avondspits van de spoorlijn Älgarås–Tälle

Figuur 64: Sporenplan Kopenhagen–Roskilde–Ringsted

Figuur 65: Grafische dienstregeling Kopenhagen–Ringsted

Figuur 66: Spoorlijnen in de metropool Tokyo

Figuur 67: Chuo Line

Figuur 68: Sporenschema Chuo Line

Figuur 69: Grafische dienstregeling Chuo Line

Figuur 70: Dienstregeling Chuo Line station Tokyo

Figuur 71: Uitgaven voor projectmatig en periodiek onderhoud ProRail 2005–2010

Figuur 72: Kwaliteitsborgingsproces KO

Figuur 73: Storingsmanagementproces ProRail

Figuur 74: Kosten per kilometer spoor per contractgebied (2006–2011)

Figuur 75: Onderhoudskosten spoor (SEK) per treinkilometer in Zweden

Figuur 76: Aantal storingen per spoorkilometer in Zweden

Figuur 77: Spoorboekloos reizen in 2020

Figuur 78: Toekomstig Hogesnelheid/Intercity lijnennet in de brede Randstad

Figuur 79: Schema van de hoogfrequente IC- en regionale lijnen na 2020

## **LIJST VAN TABELLEN**

Tabel 1: Kernprestatie-indicatoren van ProRail

Tabel 2: Ontwikkeling aankomstpunctualiteit NS treindiensten 2005–2010

Tabel 3: Punctualiteit SBB-treinen op dertien hoofdstations 2005–2010

Tabel 4: Punctualiteitscijfers van de Belgische, Zweedse en Deense spoornetten

Tabel 5: Percentage klantoordeel > 7,0 over NS-prestatie 2005–2010

Tabel 6: Planning en kosten van de maatregelen m.b.t. toegankelijkheid

Tabel 7: Ontwikkeling veiligheidsindicatoren ProRail 2008–2010

Tabel 8: Spoorwegongevallen en slachtoffers 2009

Tabel 9: Ontwikkeling energieverbruik 2008–2010

Tabel 10: Kenmerken van de spoorwegderegulering in de onderzochte landen

## 1. INLEIDING

In de afgelopen jaren zijn in Nederland een aantal problemen gebleken bij de realisering van nieuwe spoorlijnen en het beheer en gebruik van het spoorwegnet die een zeer kritisch beeld in de openbare opinie, media en bij de reizigersbelangenvereniging ROVER hebben opgeleverd over de wijze van functioneren van het spoor in Nederland. De leden van de Tweede Kamer maken zich hierover grote zorgen. Dit betreft onder ander de vertraging en kostenoverschrijdingen bij de realisering van de Betuweroute, de indienstneming van de HSL-Zuid en onvoldoende punctualiteit van de treindiensten.

Daarnaast zijn in 2009 en 2010 grote incidenten opgetreden zoals herhaaldelijke stroom- en seinstoringen, urenlange uitval van treindiensten in grote regionale netwerken, bevroren wissels en uitval van reizigersmaterieel i.v.m. extreem winterweer, die tijdelijk hebben geleid tot volledige ontregeling van het nationale spoorvervoer en zelfs volledige uitschakeling van reizigersinformatie.

De Tweede Kamer heeft in maart 2011 op voorstel van de vaste commissie voor Infrastructuur en Milieu besloten om een tijdelijke commissie in te stellen voor de uitvoering van parlementair onderzoek naar onderhoud en innovatie van het Nederlands spoorstelsel. Dit parlementaire onderzoek wordt ondersteund door het Bureau Onderzoek en Rijksuitgaven en de commissiestaf. Het al door de vaste commissie voor Infrastructuur en Milieu vastgestelde onderzoeksplan bevat onder ander een onderzoek van de Algemene Rekenkamer naar de feitelijke besteding van budgetten (onderdeel II) en twee externe onderzoeken, te weten Verkenning van de mogelijkheden van ERTMS (onderdeel III) en een Internationale vergelijking (onderdeel IV). De externe onderzoeken zijn uitbesteed en in april gegund aan de TU Delft, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen.

Het voorliggende rapport heeft betrekking op onderdeel IV en is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de onderzoeksopdracht en de onderzoeksvragen in het kort beschreven. De methodische aanpak wordt vervolgens in hoofdstuk 3 toegelicht. Daarna worden in hoofdstuk 4 de voor de internationale vergelijking gekozen landen en de onderzochte kenmerken voor de benchmarkanalyse weergegeven. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de resultaten van de analyse van de infrastructuur, dienstregeling en capaciteit van een sterk belaste corridor in elk van de landen gepresenteerd. De organisatie van het beheer, aansturing en onderhoudsmanagement door ProRail en de buitenlandse infrastructuurmanagers wordt in hoofdstuk 6 belicht. De hoofdlijnen van het vigerende regeringsbeleid en de strategieën van de infrastructuurmanagers en treinvervoerders in de zes landen zijn in hoofdstuk 7 beschreven. Ten slotte worden in hoofdstuk 8 conclusies getrokken uit de internationale vergelijking en aanbevelingen gedaan voor de prestatieverbetering van het Nederlandse spoor.

## 2. ONDERZOEKSOPDRACHT EN -VRAGEN

Dit onderzoek heeft tot doel beter inzicht te geven in de besteding van de spoorbudgetten en in de wijze waarop innovatie op het spoor is aangepakt. Specifieke aandachtspunten zijn de organisatie van het spoor en de mogelijkheden voor een efficiëntere besteding van middelen voor het onderhoud. De vergelijking met het buitenland dient inzicht te verschaffen in de relatieve prestaties en budgetten voor inrichting, gebruik en onderhoud van het Nederlandse spoor en aanbevelingen te doen voor het beter laten functioneren van het spoor.

De volgende onderzoeksvragen zullen worden beantwoord:

1. Hoe presteert het Nederlandse spoor qua inrichting, gebruik en onderhoud?
2. Wat zijn de internationale verschillen in fysieke infrastructuur en beleid en welk effect heeft dit op het treinaanbod?
3. Hoe verhouden de budgetten voor spooronderhoud en bovenbouwvernieuwing zich tot andere landen in termen van efficiëntie en doelmatigheid?
4. In hoeverre zijn eventuele verschillen tussen deze budgetten te verklaren?
5. Welke ontwikkelingsrichtingen voor het Nederlandse spoor kunnen op de korte, middellange en lange termijn worden geïdentificeerd?

### 3. AANPAK

Het vergelijkend onderzoek bestaat uit drie onderdelen, te weten

- (1) een kwalitatieve benchmarkanalyse van de belangrijke kenmerken van een zestal spoorwegnetten en -ondernemingen t.a.v. de
  - (a) infrastructurele netwerken,
  - (b) capaciteit en benutting van representatieve sterk belaste corridors en
  - (c) globale exploitatiekosten en inkomsten;
- (2) een kwalitatieve beschrijving van de hoofdkenmerken t.a.v. het management van het spooronderhoud, regeringsbeleid en de strategieën van de spoorinfra-structuurmanager en de belangrijkste treinvervoerder in een beperkt aantal landen en
- (3) de ontwikkeling van een toekomststrategie voor de vernieuwing van het spoornet en vervoer in Nederland.

#### *Ad (1) Benchmarkanalyse*

De prestatie van het spoor in Nederland kan worden gemeten door kwantitatieve indicatoren. Voor de vergelijking van de prestatie tussen netwerken onderling in verschillende landen worden de specifieke prestatie per jaar, per kilometer spoor en per treinkilometer in 2009 berekend en de absolute en relatieve verschillen als maat voor de effectiviteit en de benutting van de infrastructuur en het materieel gehanteerd. Daarnaast wordt m.b.v. tijdreeksen voor de periode 2005 t/m 2009 van ProRail, NS en in de andere landen, voor zover beschikbaar, getoetst of de indicatoren een stabiele trend vertonen of trendbreuken bevatten.

Voor de analyse van de capaciteit en de benutting van een corridor wordt één druk bezette lijn in elk van de geselecteerde landen gekozen en de kenmerken m.b.t. de infrastructuur, beveiliging, beheersing, dienstregeling en capaciteit van de baanvakken verzameld en vergeleken.

De globale exploitatiekosten en inkomsten van de infrastructuurmanager van de belangrijkste reizigerstreinvervoerder in de geselecteerde landen worden m.b.v. onder meer jaarverslagen getraceerd; daaruit worden de netwerkkosten en -opbrengsten per jaar en spoorkilometer en per treinkilometer berekend. Voor landen met een geïntegreerde spoorwagonderneming worden de bijbehorende aantallen werknemers, kosten en opbrengsten gesplitst in cijfers voor infrastructuurmanagement en treinexploitatie. Daarnaast worden meer specifieke indicatoren voor de effectiviteit en efficiëntie van de prestatie van de infrastructuurmanager en de belangrijkste reizigerstreinvervoerder gedefinieerd en bepaald.

Op basis van de analyseresultaten worden de in de (Nederlandse) praktijk gehanteerde kernprestatie-indicatoren (KPI's) beoordeeld t.a.v. hun doelmatigheid, toepasbaarheid en stimuleringsvermogen. Daarnaast wordt de meerwaarde van enkele nieuwe KPI's getoetst. De vergelijking van de absolute en relatieve verschillen tussen de KPI's geeft de relatieve positie aan van de technische, personele en economische prestatie van de Nederlandse infrastructuurmanager ProRail en de spoorvervoerder NS t.o.v. de spoorondernemingen in de andere landen.

#### *Ad (2) Onderhoudsbeleid, regeringsbeleid en strategieën*

De hoofdaspecten van het onderhoudsmanagement, vigerende vervoersbeleid en de strategieën m.b.t. de spoorwegsector in de geselecteerde landen worden, zover beschikbaar, in een beknopt overzicht weergegeven.

Aandachtspunten zijn hier de mate van deregulering, doelstellingen t.a.v. groei van het spoornet en vervoer, bereikbaarheid en toegankelijkheid, capaciteit, punctualiteit, klantengerichtheid en innovatie.

*Ad (3): Toekomststrategie*

De hoofdbevindingen van de benchmarkanalyse en de analyse van het regeringsbeleid- en de sectorstrategieën in de onderzochte landen worden samengevat in een toekomststrategie gestoeld op de hoofdbevindingen en conclusies van de benchmarkanalyse (H4), een capaciteitsanalyse van hoofdcorridors (H5), het onderhoudsmanagement (H6) en de analyse van het spoorbeleid en strategieën. In H7 worden aanbevelingen gedaan voor de efficiëntieverhoging en vernieuwing van de Nederlandse spoorinfrastructuur.

## 4. BENCHMARKANALYSE

### 4.1 Informatiebronnen

De benchmarkanalyse wordt voornamelijk gebaseerd op openbare statistische bedrijfsinformatie zoals jaarverslagen, beheerplannen, netwerkverklaringen en andere publicaties van de betrokken spoorwegondernemingen en infrastructuurmanagers. Verder zijn algemene statistische gegevens over de spoorwegnetten in Europese landen m.b.v. Eurostat verkregen. Aanvullende informatie t.a.v. organisatie van het spooronderhoud is verkregen door middel van interviews.

Gedetailleerde informatie m.b.t. infrastructuur, materieel, vervoer, verkeer, kosten en inkomsten in Nederland is door raadpleging van bedrijfsrapporten en met ondersteuning door accountmanagers van ProRail en NS verkregen, terwijl de betreffende informatie, zover beschikbaar, in de andere landen is geleverd door onderzoekpartners (Infrabel/België, Railnet/Denemarken, Vectura/Zweden, SMA/ Switzerland en Chiba Institute of Technology/Japan).

### 4.2 Selectie van de landen, spoornetten en ondernemingen

De selectie van de landen, spoornetten en ondernemingen t.b.v. de internationale vergelijking is gebaseerd op de criteria schaalgrootte, mate van splitsing of integratie van infrastructuur en treinvervoer, invoering van nieuwe beveiliging- en beheersingssystemen en excellentie. De prestaties van de spoorwegen in Zwitserland en Japan staan internationaal hoog aangeschreven en dienen als een maatstaaf voor prestatieverhoging in Nederland. De redenen voor de in dit onderzoek geselecteerde landen, spoornetten en ondernemingen worden hieronder nader toegelicht.

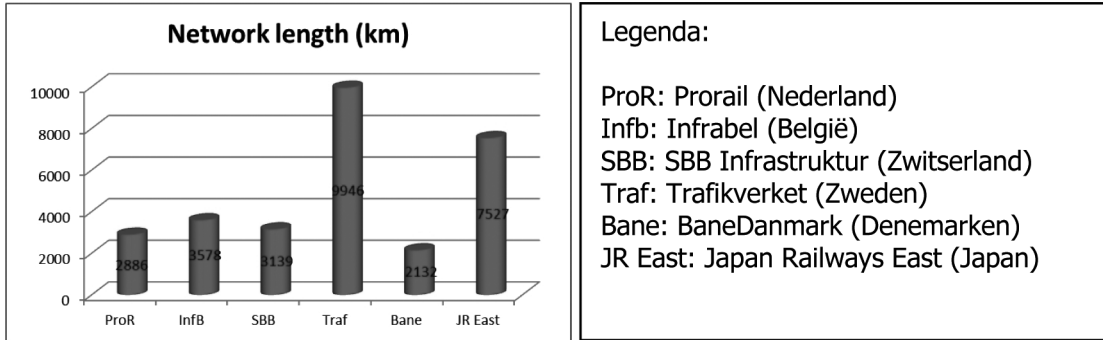
De veel grotere spoornetten in Europa, zoals in Duitsland, Frankrijk, Italië en het Verenigd Koninkrijk zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten omdat hun schaalgrootte niet past bij het Nederlandse spoornet en de netwerken en vervoerdiensten veel complexer zijn. Het Japanse spoornet is op wens van de opdrachtgever in de internationale vergelijking opgenomen in de vorm van de spoorwegonderneming JR East die de langeafstands- en regionale spoorlijnen van het noordelijke deel van het eiland Honshu en Tokyo beheert en exploiteert<sup>5</sup>.

De netwerk lengte dient als maat voor de schaalgrootte van het vervoergebied. De totale lengte van het Nederlandse spoornetwerk (2 886 km in 2009) komt ongeveer overeen met de netwerk lengte in België, van SBB in Zwitserland<sup>6</sup> en in Denemarken, terwijl het netwerk in Zweden ruim drie keer en van JR East ongeveer twee keer zo lang is (Fig.1). Naast SBB is er nog een aantal regionale netwerken in Zwitserland zoals BLS en vele bergbanen, maar deze zijn niet meegenomen vanwege hun beperkte lengte, afwijkende spoorwijdte, lagere capaciteit en topografische bijzonderheden.

<sup>5</sup> Het landelijke spoornet in Japan is in zes regionaal gescheiden netwerken en ondernemingen opgedeeld (bijlage 1) met daarnaast meer dan twintig private en lokale spoorwegondernemingen.

<sup>6</sup> In Zwitserland zijn er 42 spoorbedrijven met een totale netwerk lengte van iets meer dan 5 000 km. De regionale netten (vaak smalsporige bergbanen) en treindiensten worden door eigen reizigersmaterieel bediend, waarbij hun aankomst- en vertrektijden bij de knooppunten van het landelijke hoofdspoornet met de treinen van SBB strak (elke vijftien of dertig minuten) gesynchroniseerd zijn.

**Figuur 1: Lengte van de geselecteerde spoorwegnetten**



De organisatie van de spoorsector is mogelijk van invloed op de prestatie van het infrastructuurbeheer en de treinexploitatie. De geselecteerde zes spoornetten en ondernemingen vertonen historisch gezien een grote variatie t.a.v. de splitsing tussen of integratie van infrastructuur en treinvervoer<sup>7</sup>. De infrastructuur van het spoornet in Zweden is al in 1988 afgesplitst van het treinvervoer, dat sinds 2001 door zes onafhankelijke spoorondernemingen wordt verzorgd. In Denemarken is de splitsing in onafhankelijke ondernemingen (Banedanmark en DSB) in 1997 doorgevoerd, terwijl de spoorinfrastructuur in België sinds 2004 door Infrabel onder een holding van de spooronderneming NMBS wordt beheerd. De Zwitserse spooronderneming is net als de JR East een verticaal geïntegreerde spoorwegonderneming.

### 4.3 Kenmerken

De meeste gepresenteerde kenmerken zijn ontleend aan de structuur en het format van de statistische tabellen van de Europese Unie [Eurostat, 2011]. De databestanden van Eurostat zijn echter niet altijd compleet en wijken soms af van de door infrastructuur-beheerders en spoorwegondernemingen geleverde informatie. In deze studie zijn daarom de door de spoorondernemingen beschikbaar gestelde en de door de buitenlandse onderzoekpartners (Bijlage F) geleverde data gebruikt (bijlage A).

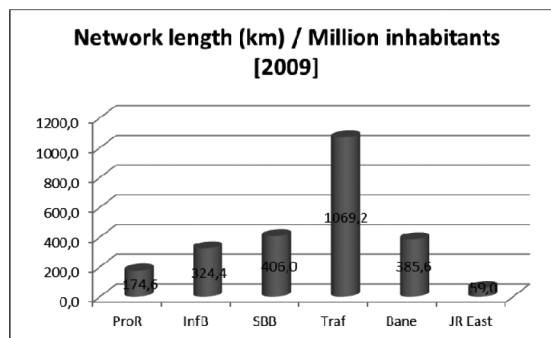
#### 4.3.1 Spoorinfrastructuur

De dichtheid van het spoornet en de stations is een maat voor de bereikbaarheid. De spoornetlengte per inwoner is in Nederland met uitzondering van JR East het laagst en in Zweden het hoogst (Fig. 2). De netwerklengte van het door ProRail beheerde spoornet per km<sup>2</sup> oppervlak is in Nederland circa 10% lager dan het door SBB beheerde netwerk en circa 40% lager dan in België (Fig. 3). De dichtheid van de spoorwegnetten (netwerklengte per km<sup>2</sup> oppervlak) van JR East en Denemarken liggen lager dan in Nederland; de dichtheid van het Zweedse spoorwegnet is zelfs significant lager dan in Nederland.

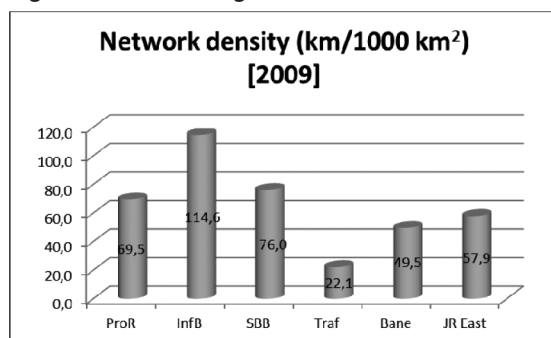
<sup>7</sup> Artikel 6 van de Railway Directive EC2001/14 schrijft de niet-discriminerende capaciteitstoeiding door infrastructuurmanagers en financiering van de beheers- en onderhoudskosten d.m.v. gebruiksheffing en mogelijk overheidsbijdragen voor.



**Figuur 2: Netwerklengte/miljoen inwoners**

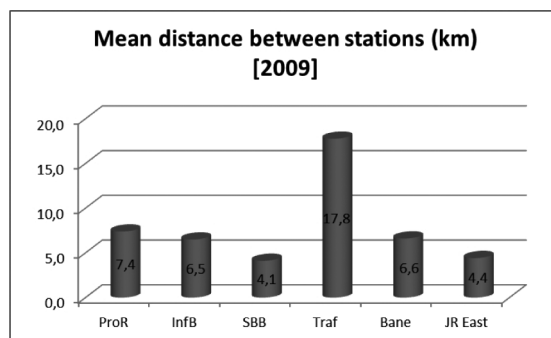


**Figuur 3: Netwerklengte/km<sup>2</sup>**

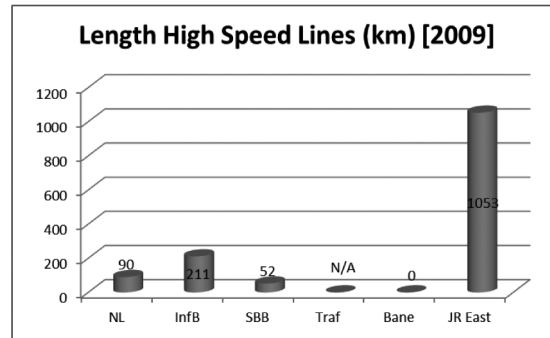


De gemiddelde afstand tussen stations is in Zweden dan ook veel langer dan in Nederland (7,4 km), terwijl deze afstand bij de SBB en JR East duidelijk korter is (Fig. 4). De lengte van hogesnelheidslijnen (snelheid  $\geq$  200 km/h) is, behalve bij JR East, in relatie tot de lengte van het conventionele spoornet in de onderzochte netwerken vrij beperkt (Fig. 5).

**Figuur 4: Gemiddelde stationsafstand**

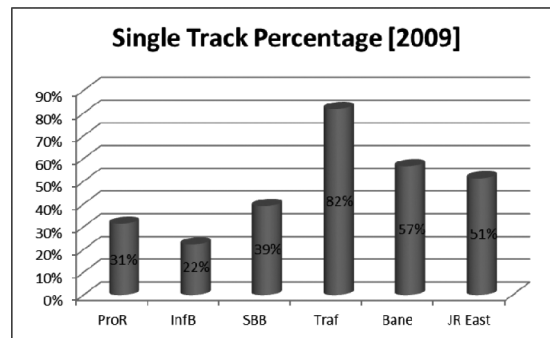


**Figuur 5: Lengte hogesnelheidslijnen**

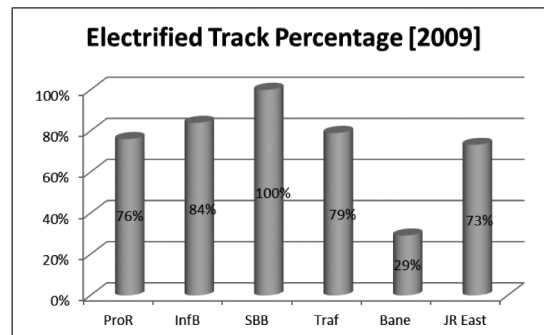


Ongeveer een derde van de spoornetten van Nederland en de SBB is enkelsporig, in Denemarken en bij JR East ruim de helft en in Zweden 82% (Fig. 6). Het zeer hoge aandeel enkelspoor in Zweden komt door de lage bevolkingsdichtheid en het relatief hoog aandeel goederenvervoervolume per spoor. Het percentage geëlektrificeerd spoornet is in Denemarken met afstand het laagst, het is bij SBB 100% en ligt bij de andere spoornetten tussen de 73% en 84% (Fig. 7).

**Figuur 6: Percentage enkelsporigheid**



**Figuur 7: Percentage geëlektrificeerd net**



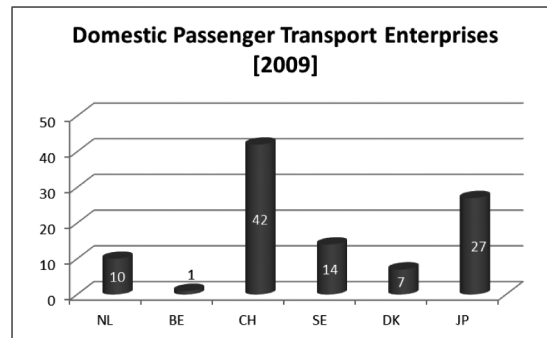
### 4.3.2 Materieel

Het aantal treinen en bakken die in de verschillende landen en netwerken worden ingezet kan niet goed worden bepaald omdat het soort, de snelheid, lengte en wijze van aandrijving van reizigerstreinen sterk uiteenlopen (door een locomotief getrokken, trek-duwcombinaties, treinstellen, bakken) en het aantal locomotieven voor goederentreinen niet te achterhalen valt. Tevens loopt het aantal reizigerstreinvervoerders in de vijf Europese landen sterk uiteen, terwijl het gemengd gebruikte conventionele spoornet in België uitsluitend door eigen treinen (de

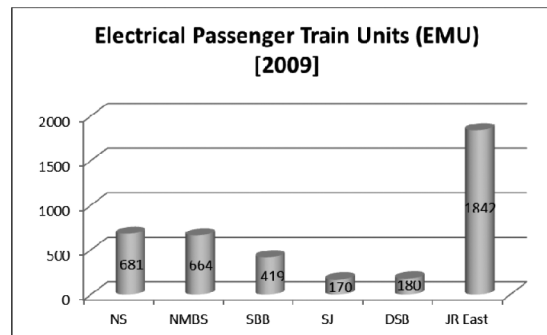
hogesnelheidslijnen zijn hier buiten beschouwing gebleven) en bij JR East alleen door eigen treinstellen wordt benut (Fig. 8).

Het aantal elektrisch aangedreven treinstellen (EMU<sup>8</sup>) van JR East is bijna 40% hoger dan van NS en NMBS samen, terwijl dit bij de SBB 40% lager is dan van NS. Dit komt doordat SBB meer door locomotieven getrokken reizigerstreinen en trek-duwcombinaties inzet dan NS (Fig. 9).

**Figuur 8: Aantal reizigerstreinvervoerders conventioneel spoornet**



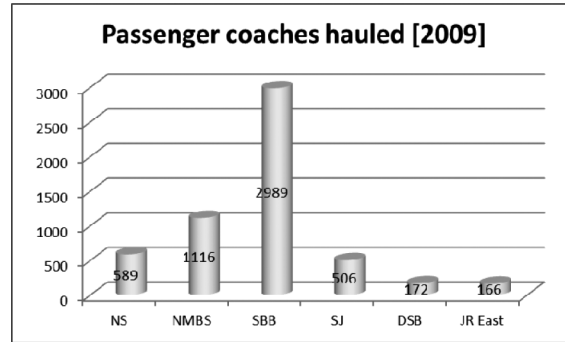
**Figuur 9: Aantal elektrisch aangedreven treinstellen hoofdtreinvervoerder**



Het totale aantal getrokken rijtuigen van NS is ongeveer 20% van het aantal rijtuigen bij SBB, en ongeveer 50% van het aantal in gebruik in België (Fig. 10). Het aantal rijtuigen is echter geen goed vergelijkbaar kenmerk omdat de samenstelling en capaciteit (enkeldeks, dubbeldeks, door locomotief getrokken, trek-duwcombinaties, treinstellen) sterk verschillen. Het totale aantal zitplaatsen van alle reizigerstreinen is alleen door NS gerapporteerd. Het verschil in totale vervoercapaciteit van het reizigersmaterieel per land kan op basis van de beschikbare statistische data niet worden vastgesteld. Een veel belangrijker kenmerk voor de prestatie is echter de vervoercapaciteit en de baanvakbelasting per corridor (zie § 5).

<sup>8</sup> Electrical Multiple Unit.

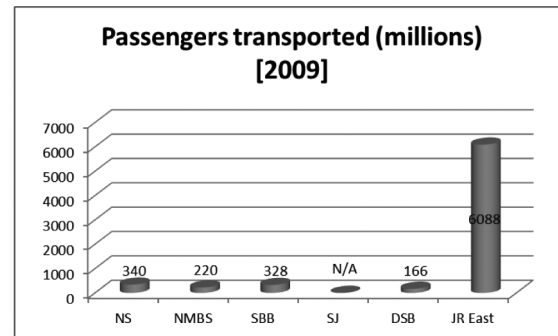
**Figuur 10: Aantal getrokken reizigersrijtuigen hoofdtreinvervoerder**



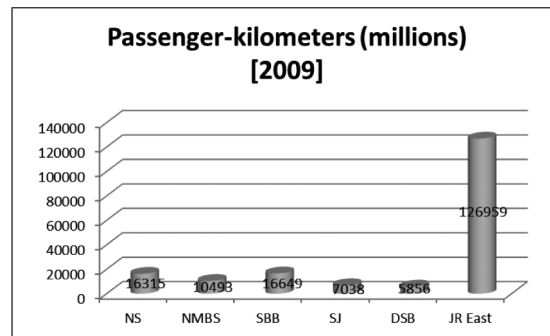
### 4.3.3 Vervoer

Het aantal treinreizigers van de private en regionale spoorondernemingen van de onderzochte hoofdspoornetten is niet te achterhalen. De door de hoofdtreinvervoerder gerapporteerde volumes voor het binnenlands vervoer in 2009 staan vermeld in Fig. 11. Het vervoervolume van de NS en de SBB in 2009 verschilt vrij weinig, in België ligt het 35% lager, terwijl JR East negen keer zoveel reizigers als NS en SBB samen vervoert. Het vervoervolume van de treinvervoerder in Zweden is niet bekend. Het vermelde aantal reizigers bij Denemarken bevat naast het volume van DSB ook de gebruikers van de S-bane in Kopenhagen, hoewel deze tot een afzonderlijk netwerk en spooronderneming behoren.

**Figuur 11: Vervoerde reizigers 2009 hoofdtreinvervoerder**



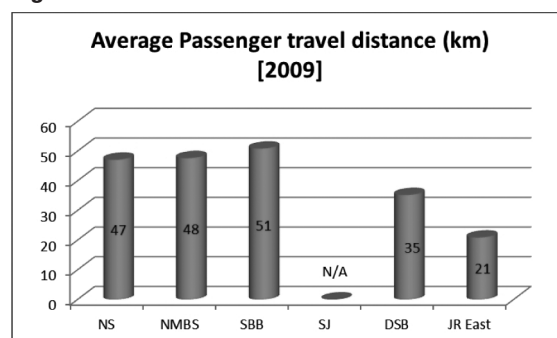
**Figuur 12: Reizigerskilometers 2009 hoofdtreinvervoerder**



De verdeling van het aantal reizigerskilometers in 2009 in elk netwerk is in Fig. 12 afgebeeld. Het aantal reizigerskilometer van JR East is ongeveer vier keer zo groot als van de NS en SBB samen. Het aantal reizigerskilometers van NS is in 2010 verder gestegen naar 16 359 miljoen, wat een

toename betekent van 11% t.o.v. 2005. Opmerkelijk is de ongeveer even grote gemiddelde reisafstand van 47 à 51 km van NS, NMBS en SBB, terwijl deze bij JR East met slechts 21 km aanzienlijk korter is (Fig. 13).

**Figuur 13: Gemiddelde reisafstand hoofdtreinvervoerder 2009**



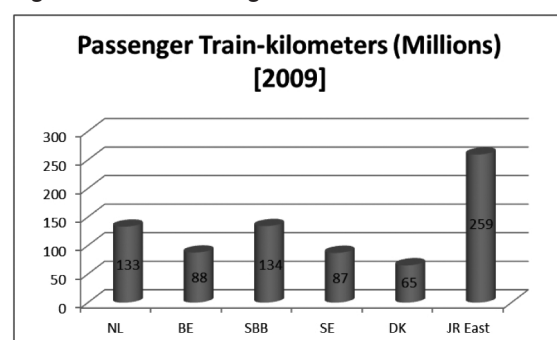
De prestatie van het goederenvervoer per spoor (vervoervolume, aantal tonkilometer) wordt niet door infrastructuurmanagers stelselmatig geregistreerd en slechts door enkele treinvervoerders (NMBS, SBB) gerapporteerd; daarom is die in deze studie niet verder meegenomen.

#### 4.3.4 Verkeer

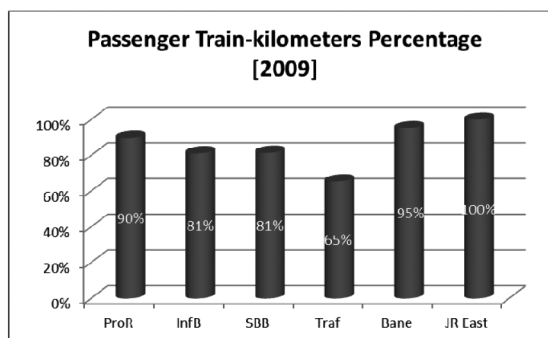
De verkeersprestatie van reizigerstreinen en goederentreinen per spoor wordt door de spoorondernemingen wel nauwkeurig geregistreerd. Het aantal reizigerstreinkilometers op het Nederlandse spoor (NS en andere treinvervoerders) komt in 2009 vrijwel overeen met de prestatie van de SBB; het aantal treinkilometer van JR East is bijna twee keer zo groot (Fig. 14).

Het percentage reizigerstreinkilometers gerelateerd aan het totale aantal treinkilometers is met 90% op het Nederlandse spoornet zeer hoog, zij het iets lager dan op het Deense spoornet. In vergelijking daarmee is het aandeel goederentreinkilometers op de spoornetten in België en bij de SBB in 2009 twee keer zo hoog als op het Nederlandse net en maakt op het spoornet van Trafikverket in Zweden zelfs 35% van alle treinkilometers uit (Fig. 15). Het percentage goederentreinkilometers op het spoornet van JR East is niet bekend.

**Figuur 14: Aantal reizigerstreinkilometers 2009**



**Figuur 15: Percentage reizigerstreinkilometers 2009**

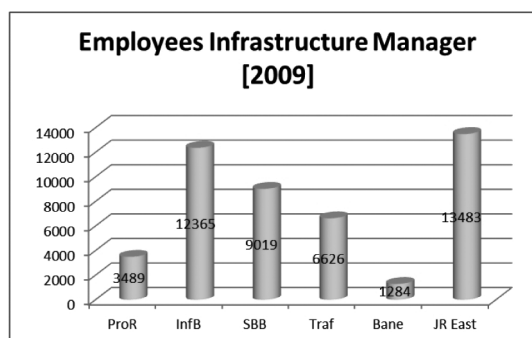


#### 4.3.5 Personeel

De verdeling van het aantal werknemers tussen de infrastructuurmanagers en de treinvervoerders is afhankelijk van de taakverdeling na de verticale splitsing, de breedte van het eigen werkveld, de verlening van onderopdrachten aan derden en de toedeling van de algemene staf in geval van de geïntegreerde spoorondernemingen. De infrastructuurmanager ProRail is verantwoordelijk voor het beheer en de «operatie» van de Nederlandse spoorinfrastructuur met uitzondering van de HSL-Zuid en de Betuweroute. Het beheer, de exploitatie en ontwikkeling van de gebouwen en de grond is in Nederland in handen van de treinvervoerder NS.

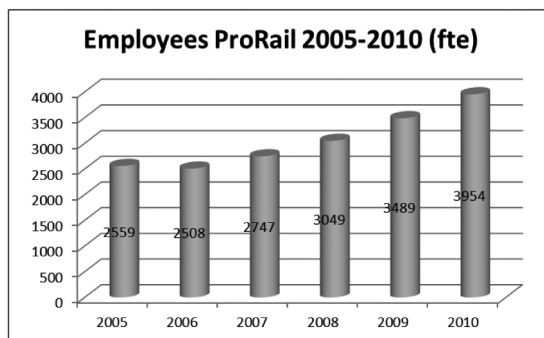
Het aantal werknemers voor infrastructuurmanagement in de zes onderzochte spoornetten toont een grote variatie (Fig. 16). Het onderhoud van de spoorinfrastructuur in Nederland is door ProRail uitbesteed aan private ondernemingen, terwijl dit in de andere landen en spoornetten volledig of deels door de infrastructuurbeheerder of treinvervoerder zelf wordt uitgevoerd. De verkeersleiding<sup>9</sup> is een taak van de infrastructuurmanager, maar de uitvoering van het perronopzicht en de reizigersinformatie kan (ook) gedaan door personeel van de treinvervoerder.

**Figuur 16: Personeel infrastructuur manager 2009**



<sup>9</sup> Verkeersleiding en perronopzicht wordt bij JR East gerekend tot treinexploitatie.

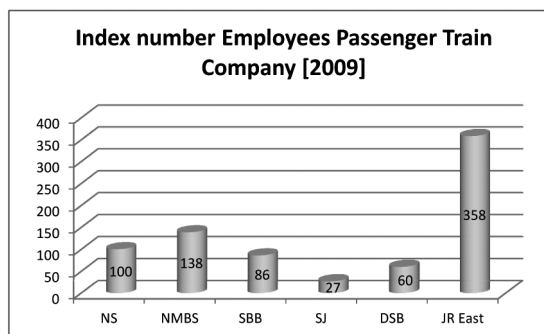
**Figuur 17: Ontwikkeling aantal werknemers ProRail 2005–2010**



Opmerkelijk is de sterke toename van het aantal werknemers van ProRail met meer dan 50% in de periode 2005–2010 (Fig. 17). Een gedeeltelijke verklaring is de vervanging van inhuurkrachten door eigen medewerkers en de toename van het aantal (kleine) investeringsprojecten. Het inhuurpercentage is tussen 2008 en 2010 van 18% afgenomen naar 15%. De totale kosten van uitbesteed werk zijn echter sinds 2005 van € 735 miljoen met slechts 17% afgenomen tot € 637 miljoen in 2010.

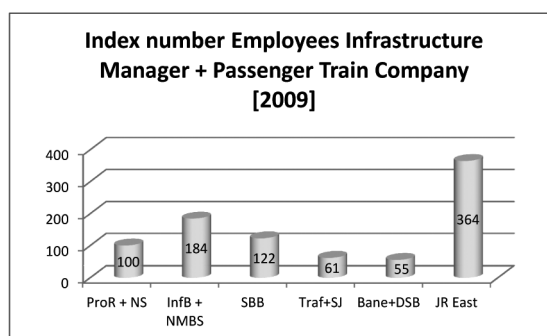
Het ontwerp van de dienstregeling voor reizigerstreinen wordt in Nederland voornamelijk door de hoofdtreinvervoerder NS gedaan, terwijl ProRail zich beperkt tot het ontwikkelen van het basisuurpatroon en de capaciteitstoedeling aan reizigers- en goederentreinvervoerders. Het relatieve aantal werknemers van de hoofdtreinvervoerders van reizigerstreinen<sup>10</sup> t.o.v. NS is in Fig. 18 weergegeven. Het NS/onderdeel reizigersvervoer heeft zonder haar dochterbedrijven Abellio en NS Hispeed bijna 15% meer werknemers dan de divisie personenvervoer van de SBB. Het aantal werknemers voor andere vervoerders dan de hoofdreizigerstreinvervoerder en van de goederentreinvervoerders is onbekend en in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

**Figuur 18: Aantal werknemers hoofdreizigerstreinvervoerder 2009**



<sup>10</sup> Aantal werknemers van JR East voor treinexploitatie bevat tevens zeer veel stationspersoneel.

**Figuur 19: Aantal werknemers infrastructuurmanager en hoofdreizigerstreinvervoerder 2009**



Het totale aantal werknemers van de infrastructuurmanager en de hoofdreizigerstreinvervoerder van de buitenlandse spoorondernemingen t.o.v. NS Reizigers en ProRail samen (index 100) is voor de overzichtelijkheid in Fig. 19 toegevoegd. ProRail en NS samen hebben in 2009 20% minder personeel in dienst dan de divisies Infrastructuur en Personenvervoer van de SBB, terwijl de NMBS (zonder B-Cargo) en Infrabel samen 45% meer werknemers hebben. Het totale aantal werknemers van JR East is ongeveer 3,5 keer zo groot als van ProRail en NS samen. In Zweden en Denemarken zijn duidelijk minder mensen werkzaam bij de railinfrastructuurmanager en de hoofdvervoerder van reizigerstreinen.

#### 4.3.6 Exploitatiekosten

De exploitatiekosten voor het beheer en onderhoud (inclusief de operatie, bestaande uit planning, capaciteitsmanagement en verkeersleiding) van de spoorinfrastructuur en de exploitatie- en onderhoudskosten van de belangrijkste vervoerder van reizigerstreinen in de zes onderzochte landen en spoornetten in 2009 worden afzonderlijk getoond. In geval van JR East worden de totale personeelskosten en materiële kosten van de onderneming naar rato van de hoeveelheden personeel voor infrastructuur en treinvervoer geschat. De afzonderlijke exploitatiekosten voor goederenvervoer zijn alleen door SBB gerapporteerd.

##### 4.3.6.1 Infrastructuur

De jaarlijkse exploitatiekosten voor het beheer, onderhoud en operatie van de infrastructuur in de zes spoornetten verschillen sterk en hangen af van de netwerklengte en inrichting (seinen, wissels, bruggen, overwegen et cetera), treinintensiteit en -tonnage, slijtage van de bovenbouw en beschikbare financiële middelen. Daarnaast beïnvloeden de valutakoersen na omrekening in Euro de hoogte van de uitgaven<sup>11</sup>. De exploitatiekosten van ProRail in 2009 bedragen € 970 miljoen. De hoogte van de uitgaven voor het management van de spoorinfrastructuur van JR East steekt duidelijk uit boven de bestedingen in de spoornetten van Nederland, België en Zweden (Fig. 20).

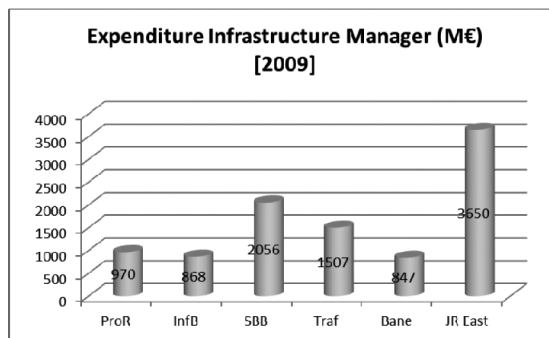
De beheer-, onderhouds- en exploitatiekosten voor de infrastructuur, los van de exploitatiekosten voor reizigers- en goederentreinen, zijn door de SBB gepubliceerd [2010], terwijl deze in geval van JR East grof geschat zijn op basis van de verdeling van het aantal werknemers per divisie, de salariskosten, energiekosten, spoorgebruikskosten<sup>12</sup>, afschrijvingen en belasting.

<sup>11</sup> De volgende valutakoersen zijn gehanteerd: 1 Euro = 0,875 Zwitserse Frank, 1 Euro = 115 Yen, 1 Euro = 7,45 Deense Kroon, 1 Euro = 9,0 Zweedse Kroon.

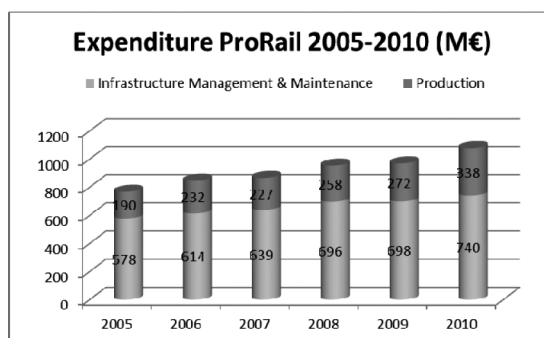
<sup>12</sup> JR East heeft in 2009 omgerekend € 694 miljoen heffing aan het Japanse spoorvervoersfonds JRJT betaald.



**Figuur 20: Exploitatiekosten infrastructuur**



**Figuur 21: Ontwikkeling uitgaven beheer & onderhoud en operatie ProRail 2005-2010**



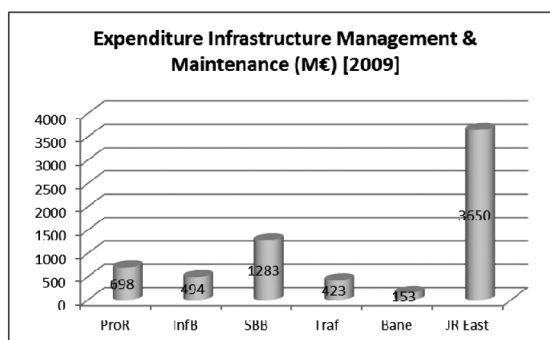
Opvallend zijn de meer dan drie keer zo hoge uitgaven van JR East voor het beheer, onderhoud en exploitatie van haar infrastructuur in vergelijking tot ProRail. De kosten voor het beheer, onderhoud en exploitatie van de infrastructuur van SBB zijn ruim twee keer zo hoog als bij ProRail, maar deze bevatten de volledige stations en niet alleen de transfervoorzieningen zoals bij ProRail.

De bestedingen van Railinfrabeheer voor beheer en onderhoud zijn van 2000 tot 2005 verdubbeld (niet weergegeven), terwijl de investeringen eerst zijn toegenomen van € 800 miljoen naar € 1 200 miljoen in 2003 en daarna sterk verminderd naar € 700 miljoen in 2005 [Veraart, 2007 p.106]. Sinds 2005 zijn de geschatte jaarlijkse bedrijfslasten van ProRail voor beheer en onderhoud<sup>13</sup> met 28% gestegen van € 578 miljoen naar € 740 miljoen in 2010, terwijl de geschatte kosten voor operatie in deze periode met bijna 80% zijn gestegen (Fig. 21).

De uitgaven voor het beheer en onderhoud van de spoorinfrastructuur, los van de kosten voor planning, capaciteitsmanagement en verkeersleiding, kunnen in geval van de meeste infrastructuurmanagers slechts grof worden geschat op basis van de aanname dat deze kosten ongeveer naar rato van het aandeel werknemers en de materiële kosten, voor zover expliciet aangegeven, worden toegerekend. De geschatte beheer- en onderhoudsuitgaven van ProRail van € 698 miljoen in 2009 en van de andere infrastructuurmanagers zijn in Fig. 22 weergegeven. De beheer- en onderhoudskosten van de divisie infrastructuur van de SBB zijn wel expliciet vermeld [SBB, 2011]. De bestedingen voor onderhoud en vernieuwing van de spoorinfrastructuur van de SBB zijn ruim 80% hoger dan bij ProRail, terwijl deze bij JR East ruim vijf keer hoger liggen.

<sup>13</sup> Uitsplitsing van de exploitatiekosten, bestaande uit beheer-, onderhouds- en operatiekosten, inclusief salaris- en sociale kosten van het personeel naar rato van de verdeling van het totale aantal voltijdse werknemers, naar beheer en onderhoud aan de ene kant en operatie aan de ander kant.

**Figuur 22: Schatting exploitatiekosten beheer en onderhoud spoorinfrastructuur 2009**

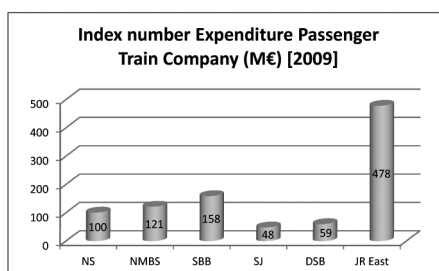


De vernieuwingskosten in de spoorinfrastructuur zijn afhankelijk van de levensduur van de onderdelen van de baanapparatuur, gebouwen en de vervangingskosten. Omdat het beheer en onderhoud van de spoorinfrastructuur geen winstgevend bedrijf is, worden de vervangingskosten meestal door overheidsbijdragen gedekt. De investeringsbijdragen van ProRail zijn in de afgelopen vijf jaar met 72% gestegen van € 743 miljoen (2006) naar € 1 284 miljoen (2010) vooral i.v.m. de uitbreidingen voor de Hanzelijn, Sporen in Arnhem en Randstadspoor. Informatie over de hoogte van de vervangings- en vernieuwingskosten voor spoornetten in het buitenland is vaak niet beschikbaar. De SBB besteedt omgerekend circa € 600 miljoen/jaar aan instandhouding en vernieuwing van de spoorbaan en meldt een toename in de periode 2005–2009 van 25% (met inflatie) en 13% (zonder inflatie).

#### 4.3.6.2 Reizigerstreinvervoer

De jaarlijkse exploitatiekosten voor het rijden van reizigerstreinen zijn afhankelijk van de grootte en verdeling van de vervoervraag, evenals van de capaciteit, bezettingsgraad, frequentie, snelheid en bemensing van de treinen. De totale exploitatiekosten van de NS<sup>14</sup> zijn bijna 20% lager dan van het personenvervoer van de NMBS, terwijl deze bij de divisie personenvervoer van de SBB bijna 60% hoger liggen dan bij NS (Fig. 23). De geschatte absolute exploitatiekosten zijn hier en in de ervan afgeleide Fig. 39–41 vervangen door indexwaarden i.v.m. de gevoeligheid van de ontvangen bedrijfsinformatie. De relatieve kosten van SJ en DSB zijn veel lager en van JR East meer dan vier keer hoger dan van NS.

**Figuur 23: Schatting exploitatiekosten hoofdvervoerder reizigerstreinen 2009**

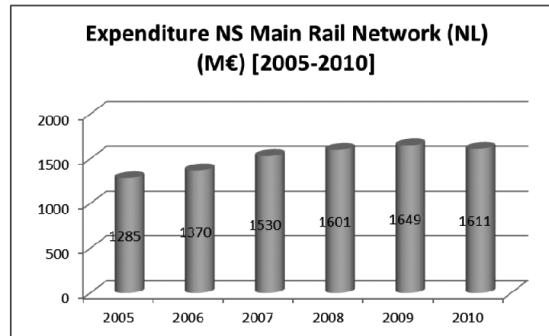


<sup>14</sup> Exploitatiekosten NS zijn geschat voor reizigersvervoer in Nederland naar rato van de hoeveelheden personeel werkzaam in het Nederlandse en buitenlandse reizigersvervoer. Afschrijvingskosten zijn voor alle landen buiten beschouwing gelaten.

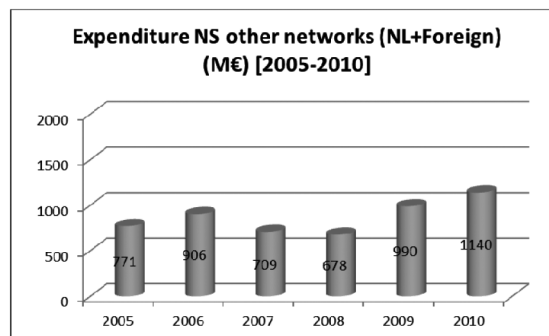
Doordat de grote vervoerondernemingen naast de exploitatie van hun treinen ook de stationsgebouwen commercieel (laten) exploiteren en met vastgoedontwikkeling van de grond bij de stations en emplacementen bezig zijn, zouden de exploitatiekosten voor het rijden en het onderhoud van treinen zelf van de niet-transport gerelateerde taken afzonderlijk

moeten worden aangegeven, ten einde de efficiëntie van de treindiensten te kunnen beoordelen. Deze zijn helaas niet afzonderlijk gepubliceerd.

**Figuur 24: Bedrijfslasten hoofdspoornet NS 2005-2010**



**Figuur 25: Bedrijfslasten niet-hoofdspoornet NS 2005-2010**



De NS maakt in haar jaarverslagen tevens de globale bedrijfslasten afzonderlijk voor het Nederlands hoofdrailnet en voor het niet-hoofdrailnet bekend (Fig. 24 en 25), maar de bijbehorende vervoers- en verkeersprestaties zijn er helaas niet bij aangegeven. In de bedrijfslasten voor het niet-hoofdspoornet zijn tevens lasten voor uitvoering van buitenlandse vervoerconcessies opgenomen (via dochterbedrijf Abellio), maar de grootte van deze buitenlandse lasten wordt niet gespecificeerd.

### 4.3.7 Opbrengsten

#### 4.3.7.1 Infrastructuurmanagement

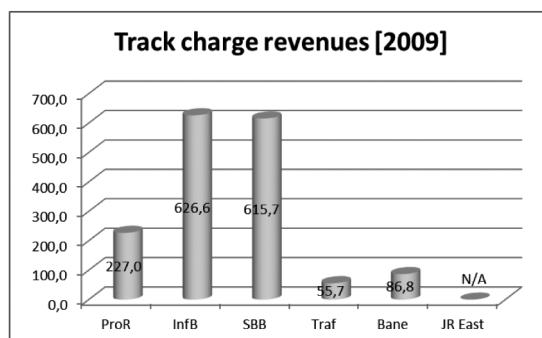
De opbrengsten van infrastructuurmanagers in Europa bestaan vooral uit de door de treinvervoerders te betalen gebruiksheffing en uit overheidsbijdragen<sup>15</sup>. De opbouw en hoogte van de tarieven voor het spoorgebruik<sup>16</sup> variëren internationaal zeer sterk en worden (mede) bepaald door het beleid van EU en de nationale regeringen en uit concurrentieoverwegingen t.o.v. andere vervoerwijzen [Nash, 2005].

Volgens de Europese Spoorweg Directive 2001/14 dient het stelsel voor de spoorheffing niet-discriminerend te zijn en zullen de bedrijfsopbrengsten van de infrastructuurmanager plus mogelijke subsidies op den duur in evenwicht met de uitgaven voor het beheer en de instandhouding moeten zijn. De inkomsten door gebruiksheffing door de spoorondernemingen zijn in Fig. 26 weergegeven. Het door ProRail 2009 in totaal ontvangen bedrag van € 227 miljoen is in 2010 licht toegenomen naar € 232 miljoen. Het aandeel van de spoorheffing aan de totale opbrengsten van ProRail is echter van slechts 15% naar 13% afgenomen.

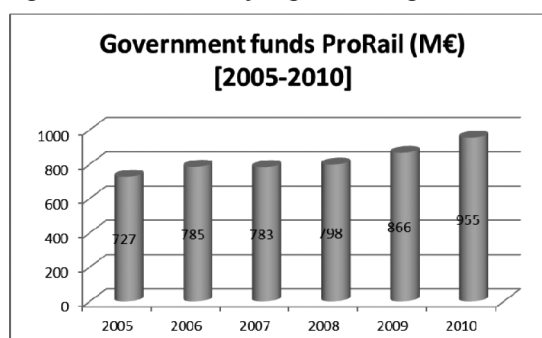
<sup>15</sup> De Japanse spoorwegondernemingen zijn verplicht de exploitatiekosten te dekken uit de vervoerinkomsten en mogen in bijzondere gevallen slechts overheidssubsidies ontvangen voor de financiering van kosten voor de inpassing van de infrastructuur; kruissubsidies uit andere bedrijfstakken zijn wettelijk verboden.

<sup>16</sup> De hoogte van het basistarief voor het gebruik van het Nederlandse spoor bedraagt voor reizigerstreinen tegenwoordig € 0,4671 per treinkilometer en tussen de € 0,812 en € 4,418 voor goederentreinen afhankelijk van de gewichtsklasse [ProRail, Network Statement, 2011].

**Figuur 26: Inkomsten uit spoorheffing 2009**

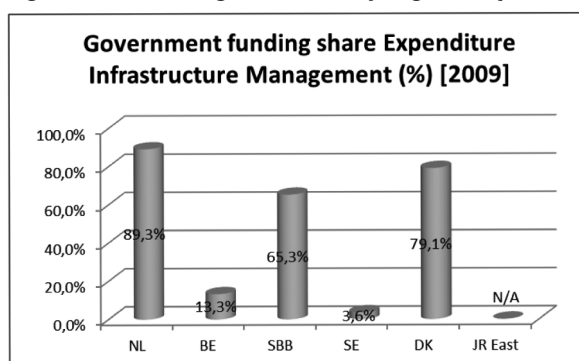


**Figuur 27: Overheidsbijdragen aan uitgaven ProRail 2005-2010**



De bijdrage van de overheid aan de kosten voor het beheer en onderhoud van de infrastructuurmanager in Nederland is in 2010 gestegen tot € 955 miljoen (Fig. 27). Het percentage overheidsfinanciering van de uitgaven voor het infrastructuurmanagement bedraagt voor ProRail 89%, voor Infrabel slechts 13%, voor de SBB 65%, terwijl JR East geen enkele overheids subsidie ontvangt (Fig. 28).

**Figuur 28: Percentage overheidsbijdrage aan spoorinfrastructuuruitgaven 2009**

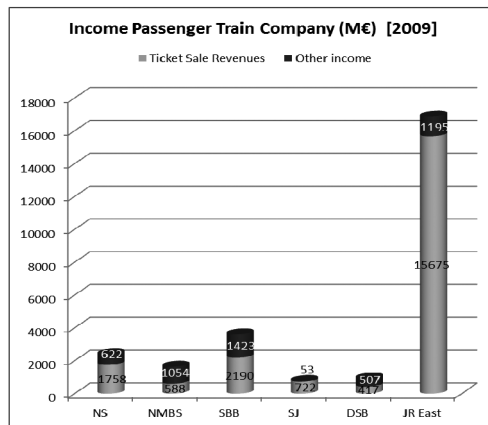


#### 4.3.7.2 Reizigerstreinvervoer hoofdvervoerder

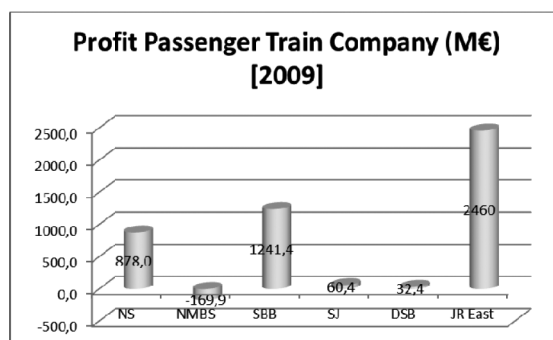
De belangrijkste bron van inkomsten van de reizigerstreinvervoerders is de kaartverkoop. De inkomsten in 2009 uit kaartverkoop van de NS<sup>17</sup> zijn 20% lager dan bij de SBB, maar bijna drie keer hoger dan bij de NMBS, terwijl de inkomsten van JR East acht en een half keer hoger zijn dan van NS. Daarnaast ontvangen de treinvervoerders met uitzondering van JR East overheidsbijdragen voor het vervoer op niet/rendabele nevenlijnen en van kortingsregelingen voor scholieren, ouderen en mindervaliden.

<sup>17</sup> Schatting van inkomsten NS gegenereerd uit Nederlands reizigersvervoer (exclusief inkomsten van NS Hispeed en Abellio).

**Figuur 29: Inkomsten uit kaartverkoop en totaal hoofdtreinvervoerder 2009**



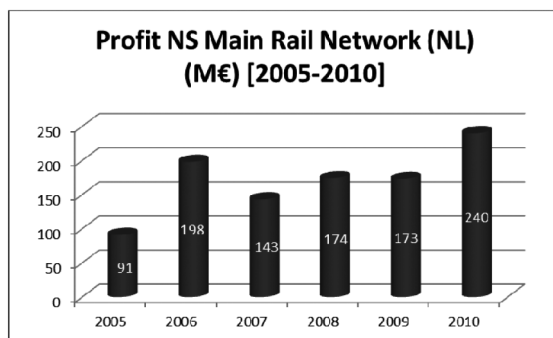
**Figuur 30: Totale winst uit bedrijfsvoering hoofdtreinvervoerder 2009**



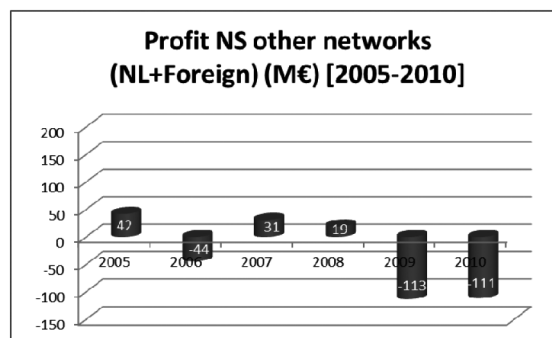
**4.3.8 Kostendekking en winst**

De kosten van het infrastructuurmanagement zelf kunnen in de vijf onderzochte Europese spoornetten slechts m.b.v. overheidsbijdragen worden gedekt omdat de inkomsten uit spoorheffing vrij beperkt zijn. Alleen JR East bekostigt de uitgaven voor het beheer en de instandhouding van de infrastructuur geheel uit de inkomsten van het reizigers-treinvervoer. Het aandeel van de overheidsbijdragen in de beheer- en onderhoudskosten voor de verschillende spoornetten in 2009 is in Fig. 28 weergegeven

**Figuur 31: Winst bedrijfsvoering NS hoofdspoorlijn 2005-2010**



**Figuur 32: Winst bedrijfsvoering NS niet-hoofdspoornet 2005–2010**



De reizigerstreinvervoerders NS, SBB en JR East rapporteren een aanzienlijke winst in de bedrijfsvoering (Fig. 30). De hogere winst van NS uit de exploitatie van het hoofdrailnet (Fig. 31) heeft het verlies op het niet-hoofdrailnet van € 111 miljoen in 2010 (Fig. 32), o.a. veroorzaakt door verlieslatende exploitatie van de HSL-Zuid-concessie door NS Hispeed, gecompenseerd.

#### 4.4 Kernprestatie-indicatoren

De effectiviteit en efficiëntie van het infrastructuurmanagement en het reizigerstreinvervoer van de onderzochte spoornetten kunnen m.b.v. geschikte combinatie van de boven gepresenteerde kenmerken vergeleken worden onder inachtneming van de verschillen in netwerk lengte, reizigersvolume en intensiteit van het treinverkeer. In de beheerconcessie voor de Nederlandse hoofdspoorweginfrastructuur worden bijvoorbeeld de verhouding tussen de kosten en organisatie van het beheer en de geleverde beheerprestaties, toegankelijkheid, (sociale) veiligheid, capaciteit, productiviteit en gebruiksvergoeding genoemd [Minister van Verkeer en Waterstaat, 2009]. Deze eisen zijn door ProRail in een pakket van kernprestatie-indicatoren (Tab. 1) vertaald en geoperationaliseerd.

**Tabel 1: Kernprestatie-indicatoren van ProRail (bron: Beheerplan, 2011)**

Zorgplichtgebieden Conform artikel 6, lid 1, Beheerconcessie	Diensten Conform Netverklaring 2011	Prestatie-indicatoren Conform artikel 6, lid 1, Beheerconcessie	Grenswaarde			Streefwaarde		
			2009	2010	2011	2012	2013 e.v	
Kwaliteit van de capaciteitsverdeling Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de hoofdspoorweginfrastructuur	Treinpaden	Capaciteitsverdeling	99,5%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%	
		Geleverde Treinpaden	-	97%	98%	98%	98%	
		Deels gerealiseerde treinpaden	-	40%	60%	60%	60%	
Kwaliteit van de bijsturing		Beschikbaarheid:	99,49%	99,53%	99,45%	99,45%	99,45%	
		Storingstijd	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	
		Onderhoudstijd	0,30%	0,26%	0,34%	0,34%	0,34%	
Reinheld, toegankelijkheid en sociale veiligheid van transfervoorzieningen	Transferdiensten	Reizigerstevredenheid over reinheid	55%	55%	55%	55%	55%	
		Reizigerstevredenheid over sociale veiligheid:	overdag	86%	89%	90%	90%	90%
			's avonds	58%	58%	58%	58%	58%
		Toegankelijkheid	56%	71%	86%	96%	>96%	
Kwaliteit van de Informatievoorziening	Informatiediensten	Reizigerstevredenheid over reisinformatie bij ontregelingen	53%	56%	56%	57%	57%	

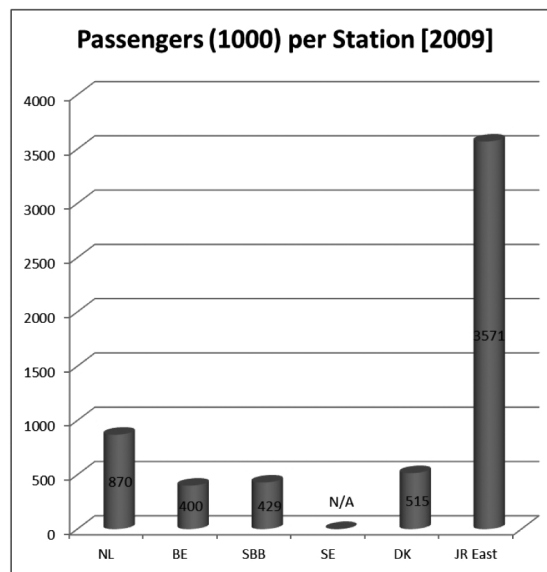
De in het Vervoerplan (2011) door de NS te hanteren zorggebieden bevatten op tijd rijden, informatievoorziening, reinheid, sociale veiligheid en kans op een zitplaats. De SBB rapporteert bijvoorbeeld de gemiddelde treinintensiteit per baanvak, het percentage gehaalde aansluitingen, aankomstpunctualiteit van treinen en reizigers, bedrijfskosten per treinkilometer en treinpadkilometer, aantal ongevallen, inkomsten per reizigerskilometer en reis, exploitatiekosten per treinkilometer, reizigersvolume, gemiddeld aantal treinkilometers per etmaal [SBB, 2010].

In dit onderzoek worden voor de internationale vergelijking in eerste instantie de meest geschikte en relevante prestatie-indicatoren gepresenteerd waarvan de uitkomsten enigszins de relatieve verschillen in prestatieniveaus verhelderen. Deze zijn onderverdeeld naar productiviteit van de infrastructuur, het materieel en het personeel, efficiëntie van het infrastructuurmanagement en reizigersvervoer en financiële kerncijfers. Daarnaast wordt ingegaan op de doelmatigheid en uitkomsten van enkele andere prestatie-indicatoren die tot nu toe door ProRail en de NS gehanteerd worden.

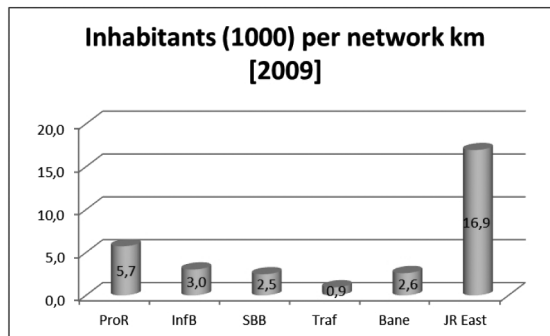
#### 4.4.1 Productiviteit

Het gemiddelde aantal reizigers per station in 2009 is met 3 571 000 bij JR East uitzonderlijk hoog, daarna volgen met grote afstand het Nederlandse spoornet met 870 000 reizigers en Denemarken, SBB en België met tussen de 515 000 en 400 000 reizigers (Fig. 33). De vervoersgeneratie per station is een omgekeerde weerspiegeling van de gemiddelde stationsafstand (Fig. 4). Het aantal inwoners per netwerkkilometer bedraagt bij JR East bijna drie keer meer dan in Nederland en meer dan 6,5 keer meer dan het door de SBB bediende spoornet van Zwitserland (Fig. 34).

**Figuur 33: Aantal reizigers per station 2009**

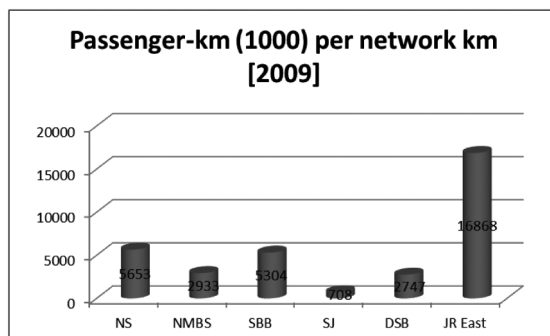


**Figuur 34: Inwoners per netwerkkilometer 2009**

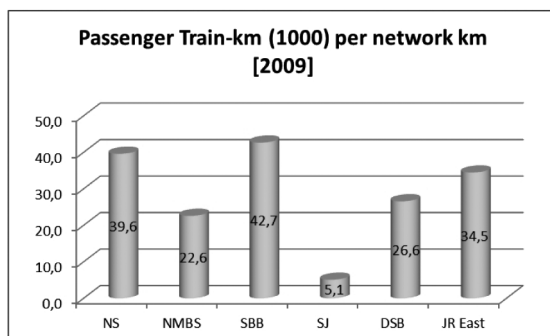


De gemiddelde vervoersprestatie per netwerkkilometer is in 2009 bij JR East ongeveer drie keer zo hoog als op het Nederlandse en het SBB-spoornet, terwijl deze op het Belgische en Deense spoornet circa de helft van de prestatie in Nederland is (Fig. 35). De gemiddelde verkeersprestatie van de belangrijkste reizigerstrein-vervoerder op het Nederlandse en het SBB-spoornet is echter 15 à 20% hoger dan op het spoornet van JR East (Fig. 36).

**Figuur 35: Gemiddelde vervoersprestatie per netwerkkilometer 2009**



**Figuur 36: Gemiddelde verkeersprestatie per netwerkkilometer 2009**



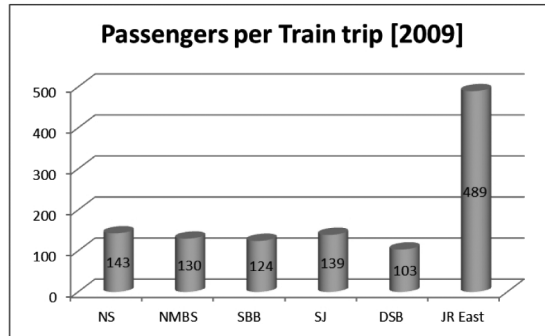
De productiviteit van het reizigerstreinmaterieel wordt uitgedrukt in de vervoersprestatie en verkeersprestatie per trein en jaar. Het gemiddeld aantal reizigers per treinrit is bij JR East bijna drie en half keer zo hoog als bij NS, terwijl de gemiddelde vervoersprestatie per trein van de NMBS en SBB circa 10% lager is dan van de NS (Fig. 37). Het gemiddelde aantal zitplaatsen per trein in 2009 is volgens de NS 515 en bedraagt bij de SBB 623 en 308 zitplaatsen respectievelijk voor IC- en regionale treinen. Het gemiddelde aantal reizigers per trein van NS is in die periode nagenoeg constant gebleven en bedraagt 138 reizigers in 2010, waaruit een



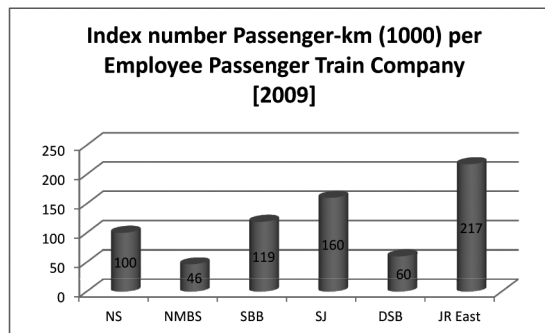
gemiddelde dynamische bezettingsgraad van 28,3% van de reizigers-treinen van de NS volgt.

De gemiddelde verkeersintensiteit van het Nederlandse spoornet door reizigers- én goederentreinen van 50 242 treinkilometer/netwerkkilometer in 2009 is t.o.v. 2005 iets toegenomen en wordt internationaal slechts door de SBB met 53 760 km overtroffen<sup>18</sup>.

**Figuur 37: Gemiddeld aantal reizigers per treinrit hoofdtreinvervoerder 2009**



**Figuur 38: Gemiddelde vervoersproductiviteit per werknemer hoofdtreinvervoerder 2009**

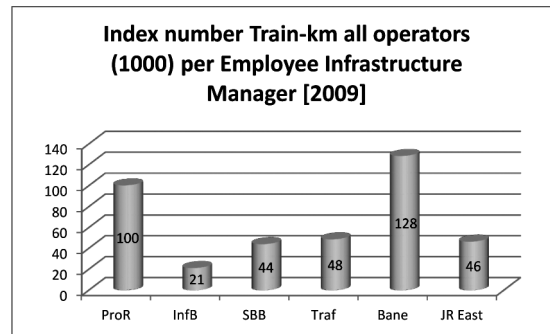


De productiviteit van het personeel van de reizigerstreinvervoerders per spoornet kan worden uitgedrukt in het gemiddelde aantal reizigers, reizigerskilometers en reizigerstreinkilometers per jaar per werknemer. De vervoerproductiviteit per werknemer van de hoofdreizigerstreinvervoerders (Fig. 38) is bij de SBB bijna 20% hoger en bij SJ zelfs bijna 60% hoger dan bij NS. Dit is mogelijk te verklaren door verschillen in de gemiddelde lengte, vervoercapaciteit en omloopsnelheid per trein, alsmede het aantal werkuren per jaar per werknemer.

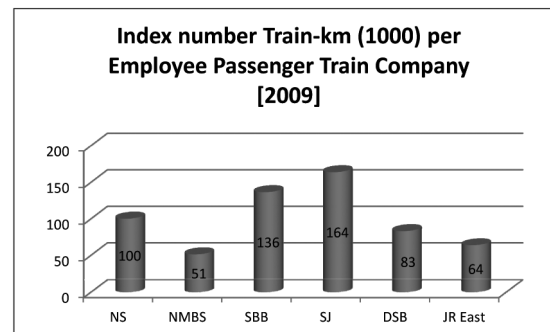
De relatieve productiviteit van het personeel voor infrastructuurmanagement loopt sterk uiteen naarmate het spooronderhoud door eigen personeel of door private ondernemingen in onderopdracht wordt uitgevoerd (Fig. 39). Dit verklaart de relatief hoge verkeersprestatie per werknemer van de infrastructuurbeheerder in Nederland en Denemarken t.o.v. België en Zwitserland, waar het spooronderhoud door eigen personeel wordt gedaan.

<sup>18</sup> Zie ook analyse van 22 spoorwegondernemingen met pijljaar 1999 in Poort, J.J. (2002) Grenzen aan benutting, NYFER, Breukelen.

**Figuur 39: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer infrastructuurmanager 2009**

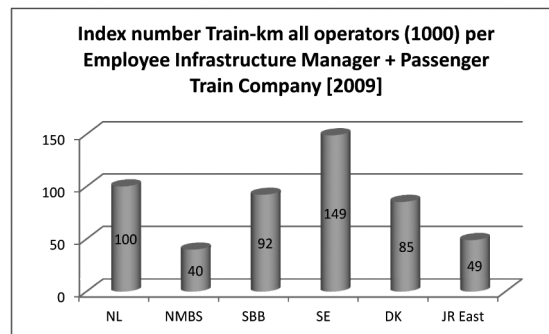


**Figuur 40: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer reizigerstreinvervoerder 2009**



De verkeersproductiviteit per werknemer in 2009 van de hoofdreizigerstreinvervoerders SBB en SJ is circa 50% hoger dan van de NS (Fig. 40). Het bijzonder hoge aantal treinkilometers per werknemer en jaar van de hoofdreizigerstreinvervoerder SJ is door de hoge productiviteit van het langeafstands- en hogesnelheidsverbindingen tussen de grote steden in Zweden te verklaren, terwijl het stadsgewestelijke spoornet rond Stockholm en de regionale spoorlijnen door andere treinvervoerders worden bediend. Indien het totale aantal treinkilometer op het spoornet (reizigers en goederen) wordt gerelateerd aan het totale aantal werknemers van de infrastructuurmanager en de hoofdreizigerstreinvervoerder samen (Fig. 41), is de relatieve verkeersproductiviteit per werknemer van het Nederlandse spoornet 8% hoger dan van het spoornet van de SBB (zonder het personeel voor het goederenvervoer) en twee keer zo hoog als bij JR East. Alleen het aantal treinkilometers per werknemer van SJ en Trafikverket in Zweden is wegens de beperking tot IC- en hogesnelheidstreindiensten bijna 50% hoger.

**Figuur 41: Gemiddelde verkeersproductiviteit per werknemer infrastructuurmanager en hoofdreizigerstreinvervoerder 2009**



#### 4.4.2 Efficiëntie

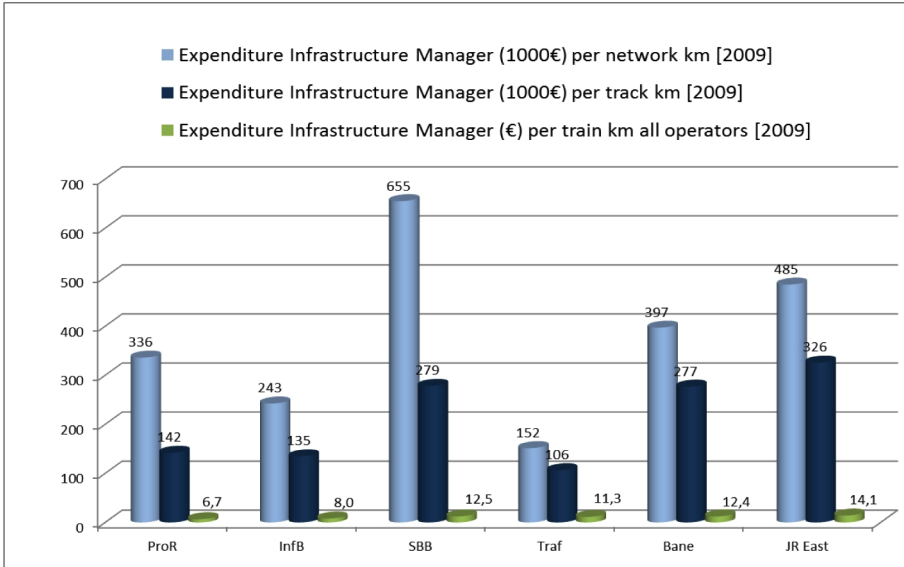
De efficiëntie van het beheer van de spoorinfrastructuur en de exploitatie van de reizigerstreinen kan worden uitgedrukt door kosten en opbrengsten respectievelijk per netwerkkilometer, treinkilometer of personenkilometer te bekijken. Hierbij moet echter de invloed van (tijdelijke verandering van de) hoogte van de valutakoers van de Zwitserse Frank en de Yen t.o.v. de Euro in acht worden genomen. De in § 4.4.1 vermelde productiviteitsindicatoren zoals de vervoergeneratie per station, per netwerkkilometer en per trein zijn tevens maten voor de efficiëntie los van de invloed door koersverschillen van de valuta.

##### 4.4.2.1 Infrastructuurbeheer en onderhoud

De exploitatiekosten per netwerkkilometer, per spoorkilometer en per treinkilometer t.b.v. beheer-, onderhoud en operatie van de spoorinfrastructuur van de infrastructuurmanagers en spoorondernemingen in 2009 zijn weergegeven in Fig. 42. De gemiddelde exploitatiekosten van ProRail van € 336 000 per netwerkkilometer in 2009 bedragen de helft van de SBB, 85% van Banedanmark en 70% van JR East, maar zijn 38% hoger dan bij Infrabel en ruim twee keer hoger dan bij Trafikverket. De gemiddelde exploitatiekosten van ProRail van € 142 000 per spoorkilometer in 2009 zijn iets hoger dan bij Infrabel en ongeveer de helft van de SBB, Banedanmark en JR East. De specifieke exploitatiekosten van € 6,7 per treinkilometer van ProRail in 2009 zijn echter met afstand de laagste van de zes onderzochte spoornetten.

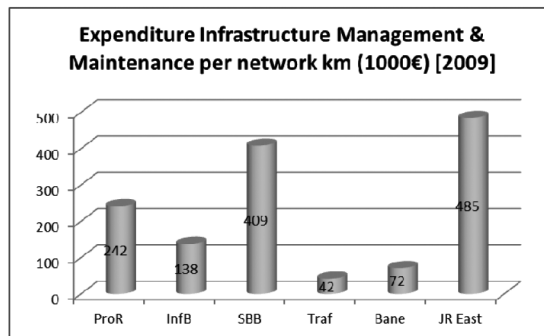
De in 2009 door ProRail bestede beheer- en onderhoudskosten, dus zonder kosten voor de operatie van de infrastructuur, per netwerkkilometer van € 242 000 en per spoorkilometer van € 102 000 zijn 40% lager dan van SBB en 50% lager dan van JR East, maar 75% hoger dan van Infrabel (Fig. 43). In relatie tot het aantal spoorkilometers zijn de beheer- en onderhoudskosten van ProRail 32% hoger dan van Infrabel, ruim 40% lager dan van de SBB en circa 70% lager dan van JR East (Fig. 44).

**Figuur 42: Gemiddelde exploitatiekosten per netwerkkilometer, per spoorkilometer en per treinkilometer in 2009**

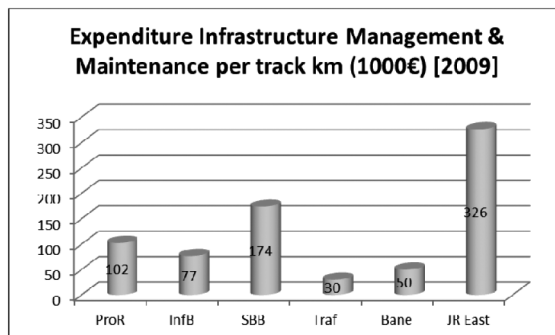


Het duidelijk kleinere gemiddelde aantal wissels en seinen per spoorkilometer – beide zijn belangrijke kostendragers van het onderhoud – van ProRail (1,1 wissels/km en 1,7 seinen/km) t.o.v. de SBB (1,9 wissels/km en 4,0 seinen/km), verklaart mede de lagere beheer- en onderhoudsuitgaven per spoorkilometer van ProRail.

**Figuur 43: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per spoorkilometer 2009**

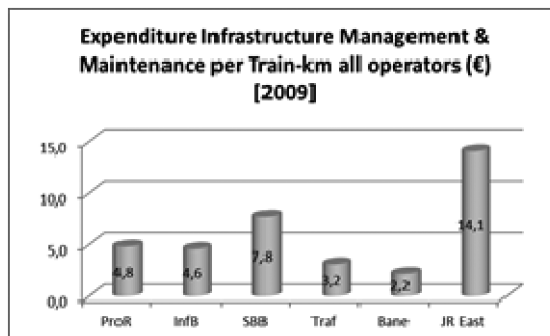


**Figuur 44: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per netwerkkilometer 2009**

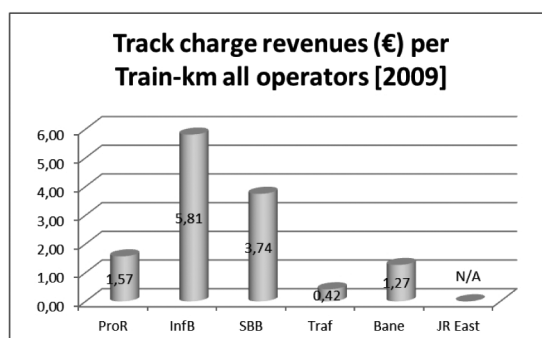


De gemiddelde beheer- en onderhoudskosten van ProRail van € 4,8 per trein-kilometer in 2009 zijn iets hoger dan van Infrabel 38% lager dan van SBB en 66% lager dan van JR East (Fig. 45).

**Figuur 45: Gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per treinkilometer 2009**



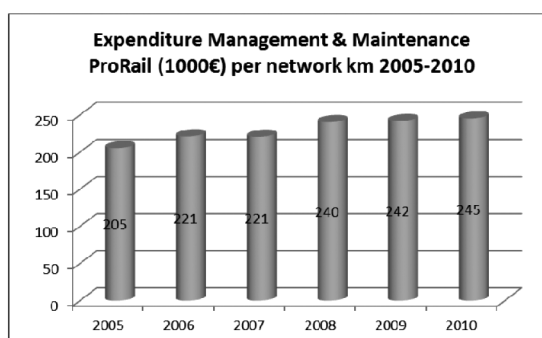
**Figuur 46: Gemiddelde opbrengsten uit spoorgebruiksheffing per treinkilometer 2009**



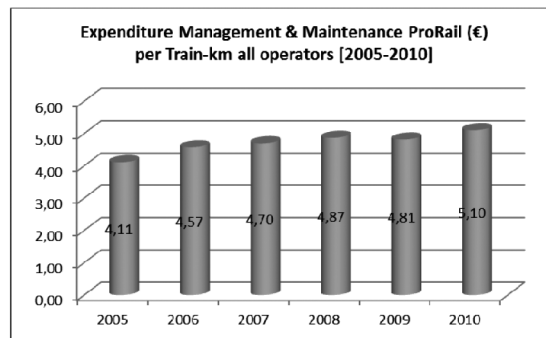
De gemiddelde opbrengsten uit de spoorgebruiksheffing zijn met € 1,57 per treinkilometer minder dan de helft t.o.v. SBB en zelfs meer dan drie keer minder dan van Infrabel (Fig. 46). JR East heeft omgerekend € 2,68/treinkilometer betaald (zie voetnoot 11).

De geschatte uitgaven van ProRail voor het beheer- en onderhoud per netwerkkilometer zijn van 2005 tot 2010 met 20% gestegen (Fig. 47). In relatie tot het aantal treinkilometers zijn de beheer- en onderhoudsuitgaven van ProRail per treinkilometer in die periode met 24% gestegen (Fig. 48).

**Figuur 47: Gemiddelde beheer- en onderhoudsuitgaven ProRail 2005–2010 per netwerk-km**

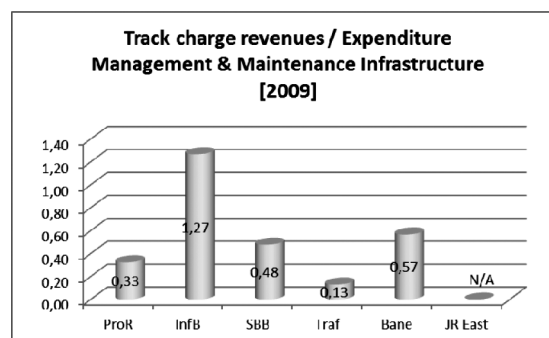


**Figuur 48: Gemiddelde beheer- en onderhoudsuitgaven ProRail 2005–2010 per trein-km**



De optimale benutting van spoorwegnetten m.b.t. de totale bedrijfskosten (dus niet alleen van de beheer- en onderhoudskosten) van de 22 door Poort onderzochte spoorondernemingen is voor netwerken met 70% meersporigheid geschat op 25 000 à 40 000 treinkilometer/netwerkkilometer [Poort, 2002]. Als het percentage meersporigheid (in Nederland nu 70%) wordt verhoogd is een optimale benutting van tegenwoordig 50 000 treinkilometer/netwerkkilometer volgens Poort aannemelijk, maar de veiligheid neemt i.v.m. de hogere risico's van enkelsporige trajecten reeds af boven de 25 000 treinkilometer/netwerkkilometer.

**Figuur 49: Dekkingsgraad beheer- en onderhoudsuitgaven door opbrengsten spoorheffing 2009**



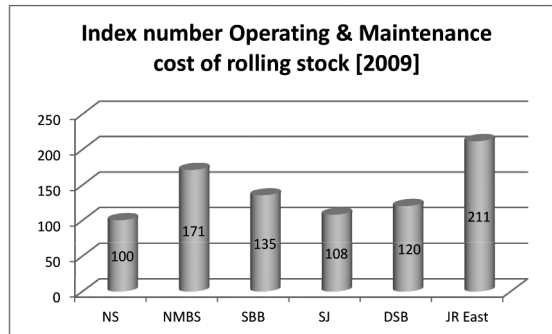
De dekkingsgraad van de uitgaven voor beheer- en onderhoud van de infrastructuur door de inkomsten uit spoorgebruiksheffing van de verschillende spoornetten is in Fig. 49 weergegeven. De heffingsinkomsten van het door ProRail beheerde spoornet dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudsuitgaven. Deze dekkingsgraad is opmerkelijk hoog bij de Belgische infrastructuurmanager Infrabel (127%) en ligt ook bij SBB (48%) en Banedanmark (57%) duidelijk hoger. SBB ontvangt gebruiksheffing van andere treinvervoerders, vooral andere goederenvervoerders, die het SBB-spoornet benutten. JR East vermeldt niet de ingenomen, maar de betaalde gebruiksheffing (omgerekend € 2,68/trein-km) aan het Japanse spoorwegfonds JR TT.

#### 4.4.2.2 Reizigerstreinexploitatie

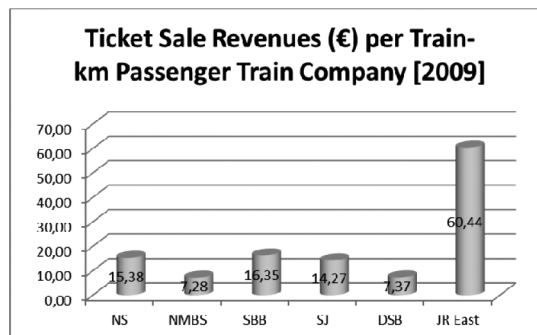
De efficiëntie van de reizigerstreinexploitatie in de verschillende spoornetten kan nader worden beschreven door de exploitatiekosten en de opbrengsten uit kaartverkoop te relateren aan de gerealiseerde verkeers- en vervoerprestatie. De geschatte exploitatie- en onderhoudskosten van

de NS per treinkilometer liggen in 2009 circa 70% lager dan bij de NMBS, 35% lager dan bij de SBB, en zelfs meer dan 100% lager dan bij JR East (Fig. 50). De inkomsten uit kaartverkoop per treinkilometer van de NS en de SBB zijn met € 15 à 16 bijna even hoog, bij NMBS bijna 60% lager en bij JR East bijna vier keer zo hoog als bij NS (Fig. 51).

**Figuur 50: Exploitatiekosten hoofdreizigerstrein vervoerder per treinkilometer 2009**

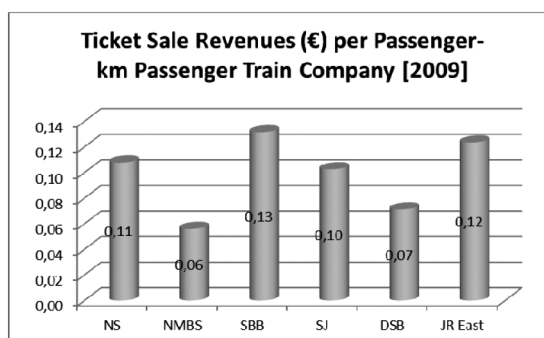


**Figuur 51: Inkomsten kaartverkoop hoofdtreinvervoerder per treinkilometer 2009**

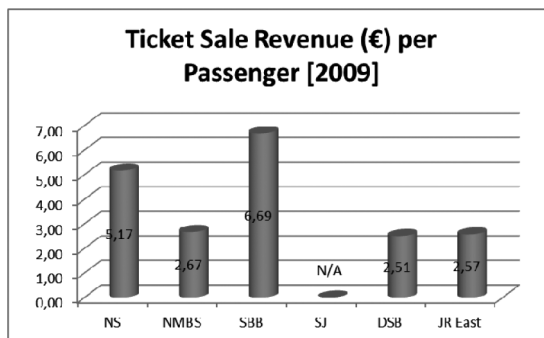


De kaartinkomsten per personenkilometer liggen in 2009 bij de SBB 18% hoger dan bij de NS, terwijl de specifieke kaartinkomsten van de NMBS bijna de helft ervan zijn (Fig. 52). JR East scoort in dit opzicht iets minder dan de SBB en iets hoger dan de NS. De gemiddelde opbrengst per vervoerde persoon is bij de SBB 30% hoger dan bij de NS, terwijl deze bij JR East minder dan de helft bedraagt (Fig. 53).

**Figuur 52: Inkomsten uit kaartverkoop hoofdtrein vervoerder per personen-km 2009**

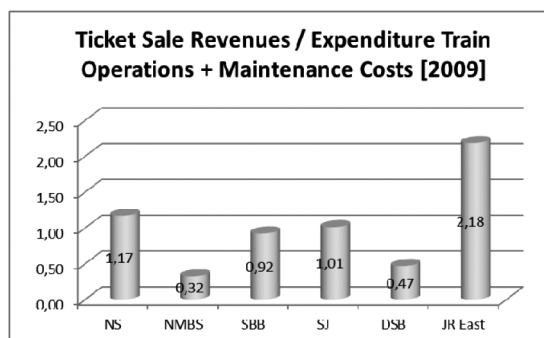


**Figuur 53: Inkomsten uit kaartverkoop hoofdtreinvervoerder per persoon 2009**

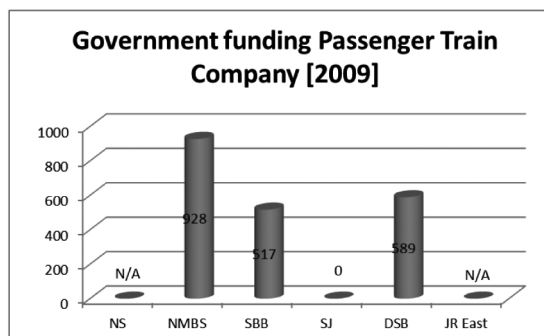


De kaartinkomsten dekken de exploitatie- en onderhoudskosten van NS volledig (dekkingsgraad van 117%). Bij NMBS ligt de dekkingsgraad slechts bij 32%, terwijl de dekkingsgraad bij SJ in Zweden 101% en bij JR East zelfs 218% is (Fig. 54). De overheidssubsidies voor het reizigerstreinvervoer in 2009 van de NS en JR East zijn niet bekend gemaakt, maar door NMBS, SBB, SJ en DSB wel gepubliceerd (Fig. 55).

**Figuur 54: Inkomsten uit kaartverkoop gedeeld door exploitatie- en onderhoudskosten hoofdtreinvervoerder 2009**



**Figuur 55: Overheidsbijdrage aan exploitatiekosten hoofdtreinvervoerder 2009**



#### 4.4.3 Beschikbaarheid en betrouwbaarheid

De beschikbaarheid van de Nederlandse spoorinfrastructuur wordt door ProRail gedefinieerd als het percentage van de tijd dat het spoor beschikbaar is voor de treindienst, als resultaat van de ongeplande en de geplande onttrekkingen. De beschikbaarheid houdt hier dus slechts rekening met het aantal uitgevallen treinpaden wegens technische storingen of overschrijding van de geplande tijd voor nieuwbouw en onderhoudswerkzaamheden. Het percentage beschikbaarheid van het



Nederlandse spoornet ligt sinds 2005 boven de 99% (Tab. 1 pag. 25). Het aantal, de tijdsduur en de gevolgen van storingen voor de treinvervoerders en de reizigers of verladers worden echter niet expliciet weergegeven. Informatie over de beschikbaarheid van de infrastructuur in de andere buitenlandse spoornetten is niet verkregen.

De betrouwbaarheid van het infrastructuurmanagement wordt door ProRail als percentage geleverde treinpaden t.o.v. de door oorspronkelijk geplande treinpaden. Deze lag in 2010 bij 97% en de streefwaarde voor 2011 is verhoogd naar 98% (Tab. 1).

De betrouwbaarheid van de treindienstuitvoering volgens het Vervoerplan wordt door de NS gedefinieerd als het percentage daadwerkelijk gereden treinen t.o.v. dagdienstregeling. Dit betrouwbaarheidspercentage schommelt sinds jaren rond de 98% [NS jaarverslag 2009 en 2010], maar behelst niet het aantal uitgevallen treinen i.v.m. geplande onttrekkingen van het spoor en de gevolgen van de tevoren bekend gemaakte wijzigingen van de dienstregeling. Deze indicator is door andere treinvervoerders dan NS niet bekend gemaakt.

#### **4.4.4 Kwaliteit van de capaciteitsverdeling en bijsturing**

De kwaliteit van de capaciteitsverdeling wordt door ProRail gemeten als percentage gehonoreerde treinpaden t.o.v. door treinvervoerders aangevraagde treinpaden. Het honoreringspercentage bedraagt sinds 2007 99,7% of hoger (ProRail Beheerplan 2010). In geval van storingen kunnen sommige treinpaden niet of slechts op alternatieve routes en/of tijdstippen worden geleverd. Het percentage alternatief geleverde treinpaden is door ProRail voor 2010 vastgesteld op 40% en voor 2011 verhoogd naar 60% (Tab. 1). Indien het aantal gewijzigde treinpaden per periode en corridor niet ook en in samenhang met het aantal storingen wordt genoemd, kan de betekenis van deze prestatie echter niet goed worden beoordeeld noch vergeleken met andere infrastructuurmanagers. Bovendien is het meer dan 60% kleinere aantal goederentreinkilometers op het Nederlandse spoornet (11 miljoen) in vergelijking met het aantal goederentreinkilometer op het SBB-spoornet van 28,6 miljoen (2010) een indicatie voor de relatief minder complexe taak voor verkeersbeheersing en bijsturing tijdens verstoringen op het Nederlandse spoornet.

Het aantal, de snelheid en de prestatie van de bijsturing door verkeers- en treindienstleiders, evenals de gevolgen voor reizigers en verladers van niet volgens dienstregeling geleverde treinpaden en -diensten worden door deze indicator niet weergegeven. De kwaliteit van de dienstregeling en de resulterende capaciteitsverdeling zelf worden (door de gehanteerde indicator) onvoldoende in kaart gebracht doordat de daadwerkelijke baanvakbelasting en verdeling van de buffertijden niet expliciet worden gerapporteerd en deze baanvakbelasting door ProRail niet expliciet als maatstaf wordt gebruikt voor de optimalisering van de dienstregeling en toedeling van de treinpaden. Sterker nog, de dagdienstregeling voor het landelijke spoornet wordt nog steeds door de hoofdtreinvervoerder NS en niet door de infrastructuurmanager ProRail gemaakt.

#### **4.4.5 Punctualiteit**

De punctualiteit van de treindiensten wordt op het Nederlandse hoofdspoornet automatisch m.b.v. treindetectiegegevens op een aantal meetpunten geregistreerd, waarbij een trein pas als vertraagd wordt

aangemerkt, indien hij 3 minuten (t/m 2007) of 5 minuten (vanaf 2008) of meer t.o.v. de geplande tijd te laat is. Het monitoringsysteem van ProRail houdt elke vertragingssprong op circa 300 meetpunten verdeeld over het spoornet bij en berekent vervolgens het percentage «stipte» treinen per kwartaal en per jaar. De punctualiteit van de treindiensten is primair de verantwoordelijkheid van de treinvervoerders. Alleen in geval van storingen van de infrastructuur (seinen, wissels, energietoevoer, bovenleiding) of niet op tijd instellen van rijwegen door treindienstleiders wordt de infrastructuurmanager verantwoordelijk voor de resulterende treinvertragingen. Volgens ProRail [jaarverslag 2010] zijn in 2010 92,5% van alle treindiensten op het hoofdspoornet minder dan 5 minuten te laat geweest.

NS heeft de punctualiteit van de aankomsten van haar treindiensten op basis van de meetgegevens van ProRail bij 35 stations bepaald. (Tab. 2). De punctualiteit van de binnenlandse treinen van NS was in 2008 met 93% maximaal, maar toch 2 à 3% lager dan de waarde van 95 à 96% bij de SBB-treinen tussen 2005 en 2007. Terwijl de SBB de strengere drempelwaarde voor het punctualiteitscijfer sinds 2008 heeft verhoogd naar 3 minuten, is deze bij de NS juist verlaagd naar 5 minuten (conform de nieuwe standaard van de UIC). Het lijkt erop dat de SBB nog steeds iets beter presteert t.a.v. de punctualiteit dan de binnenlandse treinen van NS.

**Tabel 2: Ontwikkeling aankomstpunctualiteit NS treindiensten 2005–2010 (bron: NS jaarverslagen)**

2005	2006	2007	2008	2009	2010
84,7%	84,8%	87,0%	93,0%	92,8%	92,5%
vertraging < 3 min				vertraging < 5 min	

Tussen punctualiteit en betrouwbaarheid van de treindiensten bestaat een wisselwerking doordat treindiensten met een grote vertraging vaak opgeheven worden en daardoor de punctualiteit niet negatief beïnvloeden, maar daardoor het percentage van niet-uitgevoerde treinritten iets verhogen. Volgens het met de rijksoverheid afgesproken Vervoerplan dient minimaal 98,5% van de in het dagplan geplande beladen reizigerstreinen gereden te zijn. NS heeft in 2008 98,7% daadwerkelijk gereden. Daarnaast wordt de tevredenheid van de reizigers m.b.t. de treinpunctualiteit gemeten, waarvoor een grenswaarde van 52% met een waardering van 7,0 of hoger is vastgesteld. 52% van de geïnterviewde klanten was in 2009 tevreden met de punctualiteit van de treinen van NS, wat precies op de grenswaarde van 52% ligt.

De indicator betrouwbaarheid wordt vanaf 2011 vervangen door de nieuwe indicator reizigerspunctualiteit. Deze geeft het percentage van de geslaagde treinritten weer gewogen naar het aantal betrokken reizigers en de gemeten aansluitingen naar het aantal overstappers. Als grenswaarde is 90,0% vastgesteld. Het precieze aantal reizigers en overstappers per trein is echter niet bekend – in plaats daarvan wordt een gemiddeld aantal reizigers en overstappers per lijn toegepast, waarvan het realiteitsgehalte niet bekend is.

De punctualiteit van de reizigerstreindiensten in de andere onderzochte spoornetten wordt niet op één en dezelfde wijze bepaald. SBB meet de aankomstpunctualiteit slechts op werkdagen op 13 belangrijke hoofdstations en heeft vanaf 2008 i.p.v. de drempelwaarde van 5 minuten de

strengere waarde van 3 minuten ingevoerd (Tab. 3), terwijl voor de S-Bahn Zürich een drempelwaarde van 6 minuten geldt.

**Tabel 3: Punctualiteit SBB treinen op 13 hoofdstations 2005–2010**

2005	2006	2007	2008	2009	2010
95,7%	96,2%	95,9%	85,4%	88,2%	87,0%
vertraging < 5 min				vertraging < 3 min	

NMBS vermeldt in het statistische jaarboek punctualiteitscijfers van 88,9% en 92,9% voor en na «neutralisatie» in 2009. De stiptheid wordt op ongeveer 1 800 meetpunten verdeeld over het spoornet gemeten, waarbij een drempelwaarde van 6 minuten wordt toegepast. Voor de berekening van de punctualiteit van de lijndiensten worden de aankomstvertragingen op de eindpunten van elke lijn, het station Brussel en twintig dienstregelpunten (in totaal 145 meetpunten) toegepast. Door de neutralisatie worden de treinvertragingen die te wijten zijn aan externe oorzaken en aan grote investeringswerken, geëlimineerd; de overblijvende worden vervolgens gewogen op basis van het aantal reizigers. In België worden 91% (2009), 91,5% (2010) en 92% (2011) als streefwaarde voor de stiptheid van de NMBS-treindiensten gehanteerd [Beheerscontract 2008–2012]. In Zweden worden voor gewone langeafstandstreinen 15 minuten en voor regionale en hogesnelheidstreinen 5 minuten als drempelwaarden voor de aankomstpunctualiteit bij het eindstation toegepast. In Denemarken geldt sinds 2009 de drempelwaarde van 5 minuten voor IC- en regionale treinen en 2,5 minuut voor de S-bane in Kopenhagen (Tab. 4).

**Tabel 4: Punctualiteitscijfers van de Belgische, Zweedse en Deense spoornetten**

	NMBS		Zweden				Denemarken	
	IC	HS	Regio	Arriva	IC DSB	Regio/DSB	S-bane	
2009	92,9%	84,4%	76,1%	95,2%	97,0%	98,2%	88,9/84,0%	95,7%

Het door NS en de andere treinvervoerders in Europa gerapporteerde punctualiteitscijfer is onvolledig doordat de grootte van de (gemiddelde) vertraging per trein niet bekend wordt gemaakt en door de drempelwaarde van meestal 5 minuten de grote hoeveelheid kleine vertragingen van 1 à 3 minuten wordt verwaarloosd.

JR East hanteert als prestatie maat niet de punctualiteit, maar de gemiddelde vertraging per trein, waarbij een drempelwaarde van 1,0 minuut wordt gehanteerd. De hogesnelheidstreinen hadden in 2010 een gemiddelde vertraging van 0,7 minuten, terwijl de expres- en regionale treinen op het conventionele spoornet van JR East gemiddeld 1,3 minuten te laat waren.

De nauwkeurigheid van de aankomst- en vertrektijden van de dienstregeling door ProRail en NS is beperkt door afronding van de tijden naar hele minuten, terwijl de SBB en JR East een tijdschaal voor de bedrijfsinterne dienstregeling van 1/10 minuut en een drempelwaarde van 1 minuut hanteren.

#### 4.4.6 Klanttevredenheid

ProRail meet elk jaar de tevredenheid bij de vervoerbedrijven (NS, Arriva, Connexion, Syntus, Veolia en goederenvervoerders zoals DB Schenker) met haar prestatie. De score voor de tevredenheid van de vervoerders steeg van 5,8 (2008) naar 6,3 (2009) en zakte weer naar 6,0 in 2010, waarbij sinds 2009 als norm een score van 7,0 gehanteerd wordt (Jaarverslag 2010). De tevredenheid met de door ProRail geleverde reizigersinformatie is in dezelfde periode gestegen van 51% naar 55%, terwijl sinds 2008 56% als norm geldt. Volgens ProRail is de score voor 2009 door de grote verstoringen op de verkeersleidingpost in Utrecht en door het winterweer beïnvloed. Het aantal ontvangen reizigersklachten per maand wordt niet gerapporteerd.

De NS laat sinds tien jaar de reizigerstevredenheid door een onafhankelijk bureau d.m.v. waarnemingen bij reizigers vaststellen en rapporteert in haar jaarverslagen het percentage klanten met een score van 7,0 en hoger (Tab. 5). In het Vervoerplan 2011 worden daarnaast het klantoordeel t.a.v. de aanspreekbaarheid van het personeel in de trein (realisatie 46%, grenswaarde 45%), de informatievoorziening in de trein (realisatie 36%, grenswaarde 40%), beschikbaarheid van zitplaatsen in de spits (realisatie 71%, grenswaarde 70%), vervoerscapaciteit in de spits (realisatie 99,2%, grenswaarde 98,5%) in 2009 gerapporteerd.

Tabel 5: Percentage klantoordeel  $\geq 7,0$  over NS-prestatie 2005–2010

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 <sup>1</sup>
Algemeen oordeel	67	68	70	76	78	75	
Op tijd rijden	40	39	45	54	56	56	52–55
Sociale veiligheid treinen	71	74	76	78	78	78	
Sociale veiligheid transfervoorzieningen overdag/s avonds				84/55	86/58	89/58	89/58
Zitplaatsbeschikbaarheid in de spits	70	71	68	70	71	69	
Reinheid treinen	55	54	54	54	57	55	
Reinheid transfervoorzieningen			55	53	55	55	55
Reisinformatie bij ontregelingen	47	48	50	51	55	56	57–58
Klantgerichtheid			57	59	62	63	61–64

<sup>1</sup> Streefwaarde 2011.

De SBB doet soortgelijke metingen van de reizigerstevredenheid. Hier worden de oordelen d.m.v. enquêtes geregistreerd. Van de andere buitenlandse infrastructuur-managers en treinvervoerders is niet bekend of en hoe zij de klanttevredenheid meten.

#### 4.4.7 Toegankelijkheid

De toegankelijkheid van de perrons en transfervoorzieningen wordt door ProRail uitgedrukt in het percentage gerealiseerde t.o.v. de geplande maatregelen volgens het implementatieplan, waarin met het ministerie is afgesproken dat in de periode 2009–2020 218 stations voor alle reizigers volledig zelfstandig toegankelijk dienen te worden gemaakt, terwijl voor de overige stations maatregelen volgen die niet voor alle reizigers tot volledig zelfstandige toegankelijkheid leiden. In totaal betreft dit een pakket van 2 068 maatregelen, waarvan 46% in 2008, 56% in 2009 en 72% in 2010 zijn uitgevoerd. De streefwaarde voor 2011 is 95%. De soort maatregelen en de planning ervan zijn in Tabel 6 weergegeven.

**Tabel 6: Planning en kosten van de maatregelen m.b.t. toegankelijkheid**

	Planning t/m 2009	Planning t/m 2010	Planning t/m 2020
<b>Prestatie</b>			
Maatregelen uitgevoerd	56%	72%	100%
<b>Maatregelen</b>			
– Perronhoogte	38	56	218
– Liften	12	20	74
– Hellingbanen	0	0	0
– Kleine maatregelen	423	960	1 776
<b>Totaal maatregelen</b>	<b>473</b>	<b>1 036</b>	<b>2 068</b>
<b>Kosten</b>			
Totaal kosten (mln)	€ 32,2	€ 72,8	€ 450

Bron: ProRail Beheerplan 2010

#### 4.4.8 Veiligheid en milieu

ProRail hanteert prestatie-indicatoren t.a.v. veiligheid m.b.t. het aantal botsingen tussen treinen, aanrijdingen op overwegen, ontsporingen, arbeidsveiligheidsincidenten, zelfmoordenaars en pogingen tot zelfmoord en spoorlopers (Tab. 7). Het aantal botsingen en ontsporingen is zeer klein en in de periode 2008–2010 vrij stabiel, terwijl het aantal aanrijdingen in 2010 sterk is afgenomen en het aantal spoorlopers sterk is toegenomen.

**Tabel 7: Ontwikkeling veiligheidsindicatoren ProRail 2008–2010**

Aantal	2008	2009	2010	2011 <sup>1</sup>
Botsingen trein–trein	3	3	3	2
Aanrijdingen op overwegen	18	13	10	
Dodelijke slachtoffers	72	47	47	
Ontsporingen	5	5	3	2
Arbidsveiligheidsincidenten	3	3	2	2
Zelfmoorden/ zelfmoordpogingen	169/186	206/218	202/277	
Spoorlopers	1 880	1964	2 165	

<sup>1</sup> Streefwaarde 2011.

(bron: Jaarverslag 2010)

De door Eurostat geregistreerde aantallen spoorongevallen en slachtoffers per land in 2009 zijn vrij klein en variëren tussen de 20 en 70 (Tab. 8). In relatie tot het aantal ongevallen per netwerkkilometer scoort Nederland met 7,3‰ wat slechter dan de spornetten in de andere Europese landen. De kans op een ongeval per treinkilometer is in Nederland met 0,15 ongevallen per miljoen treinkilometer echter zeer klein en zelfs drie keer kleiner dan op het spoorwegnet van de SBB.

**Tabel 8: Spoorwegongevallen en slachtoffers 2009 (bron: Eurostat, 2011)**

	NL	BE	CH	SE	DK
Ongevallen	21	36	72	49	28
Slachtoffers	23	39	63	37	30

Het energieverbruik van ProRail en NS is in de periode 2008–2009 licht afgenomen. ProRail heeft net als NS toegezegd mee te willen doen aan de nieuwe meerjarenafspraken voor het meten en verhogen van de energie-efficiëntie. ProRail wil het aandeel duurzaam opgewekte energie van 60% in 2009 tot 100% in 2020 verhogen. NS heeft in 2008 1331 GWh tractie-energie verbruikt en ongeveer dezelfde hoeveelheid in de volgende jaren. Dit komt overeen met 11,7 kW per treinkilometer. De doelstelling om 20% hogere energie-efficiëntie gemeten per reizigerskilometer in de afgelopen periode is ruimschoots gehaald; gestreefd wordt per jaar 2% verbetering t.o.v. het peiljaar 2008 te bereiken.

**Tabel 9: Ontwikkeling energieverbruik 2008–2010 (bron: jaarverslagen 2010)**

		2008	2009	2010
<b>ProRail</b>				
Gas	miljoen m <sup>3</sup>	4,8	4,2	
Elektriciteit	GWh	92	94	
Duurzaamheid			60%	
<b>NS Tractie-energieverbruik</b>				
Duurzaamheid	index	100	99	96 10%

Het tractie-energieverbruik en de energiekosten in 2009 inclusief goederenvervoer zijn door de NMBS (1371 GWh en € 131 miljoen) bekend gemaakt, terwijl de SBB slechts het totale energie verbruik (2089 GWh) en de energie en afvalkosten samen (omgerekend € 135 miljoen) in haar jaarverslag heeft gepubliceerd.

#### 4.5 Conclusies

De beschikbare kerncijfers over de spoornetten, diensten, bestedingen en opbrengsten van ProRail, NS en de infrastructuurmanagers en treinvervoerders in België, Zwitserland, Zweden, Denemarken en Japan tonen een tamelijk grote diversiteit. Door de belangrijkste kerncijfers te relateren aan de netwerklengte, aantal reizigers, reizigerskilometer, werknemers, treinstellen en treinkilometer is het mogelijk de productiviteit en efficiëntie van de onderzochte infrastructuurmanagers en treinvervoerders te vergelijken. Hierbij dienen echter de verschillen in acht te worden genomen in topografie, bevolkingsdichtheid, structuur en capaciteit van de spoornetwerken en lijndiensten, evenals de samenstelling van het materieelpark en het aandeel van het goederenvervoer.

Met uitzondering van de JR East genereerde het Nederlandse spoornet in 2009 het hoogste aantal reizigers per kilometer en per station. De verkeersprestatie in 2009 gemeten in aantal reizigerstreinkilometer per netwerkkilometer is weliswaar iets minder t.o.v. de SBB, maar liggen van beide duidelijk hoger dan in de andere landen, zelfs in Japan. De verkeersproductiviteit uitgedrukt in aantal reizigers- en goederentreinkilometers per werknemer van ProRail en NS Reizigers is gelijk aan de SBB en bijna twee keer zo hoog als bij JR East.

De specifieke uitgaven van ProRail voor beheer, onderhoud en operatie van de infrastructuur per netwerk- en spoorkilometer in 2009 (Fig. 42) zijn ongeveer 40 à 50% lager dan bij de SBB, terwijl de exploitatiekosten per reizigers- en goederentreinkilometer van ProRail het laagst van alle onderzochte netwerken zijn (Fig. 44). Opvallend zijn de vrij lage opbrengsten van ProRail uit spoorgebruiksheffing per treinkilometer t.o.v.

NMBS en SBB, die slechts 30% van de onderhoudsuitgaven van ProRail voor de spoorinfrastructuur t.o.v. 80% van Infrabel dekken (Fig. 49).

Dit duidt op een zuinige besteding van middelen voor functieherstel van de spoorinfrastructuur. Aangezien in de afgelopen jaren een tamelijk groot aantal technische storingen met grote gevolgen voor de reizigers, treinvervoerders en de beschikbaarheid van de infrastructuur (bijvoorbeeld uitval van de beveiliging in Utrecht Centraal<sup>19</sup> en elders, wisselstoring in het deelnetwerk Amsterdam<sup>20</sup>, uitval van wissels in grote delen van het netwerk<sup>21</sup>) en herhaaldelijke berichten in de media over treinvertragingen door wisselstoringen et cetera de onvoldoende robuustheid van de infrastructuur weerspiegelen, is het goed mogelijk dat de bestede middelen voor het onderhoud onvoldoende zijn of niet efficiënt worden besteed. De sterke toename van het aantal werknemers en van de uitgaven van ProRail in de afgelopen vijf jaar met meer dan 50%, respectievelijk 40% staat enigszins in verhouding tot de beperkte afname van de kosten van uitbesteed werk (17%) en met de sterke toename van de investeringsbedragen (47%) sinds 2006. Voor een nader beoordeling van organisatie en contractering en de wisselwerking met de besteding van middelen voor de vernieuwing van de infrastructuur wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

De specifieke exploitatiekosten van NS Reizigers per treinkilometer in 2009 zijn 26% lager dan bij de SBB en 50% minder dan van JR East (Fig. 50). De exploitatie- en onderhoudskosten van NS Reizigers werden ruimschoots gedekt door de opbrengsten uit kaartverkoop, terwijl deze kostendekkingsgraad bij JR East meer dan 200% bedraagt (Fig. 54). De exploitatiekosten per treinkilometer (inclusief materieelonderhoud) van de NS voor het binnenlandse reizigersvervoer zijn minimaal en zelfs minder dan bij de Zweedse SJ, die alleen langeafstands- en hogesnelheidslijnen exploiteert. De opbrengsten uit kaartverkoop voor binnenlandse reizen per treinkilometer zijn bijna even hoog als bij de SBB, terwijl de specifieke exploitatiekosten per treinkilometer van NS meer dan 40% lager zijn.

De veel hogere vervoerproductiviteit en kostendekkingsgraad bij JR East is mede mogelijk door verdergaande standaardisering van het reizigers-treinmaterieel (in principe slechts één soort treinstel met uitzondering van de hogesnelheidstreinen), beperkte variatie van de treinlengte, aantal stoelen en afstanden tussen de deuren) en uitermate hoge dichtheid van staande reizigers met een veel lager comfort voor de reizigers tijdens spitsperiodes. Voor meer informatie over de treinexploitatie en het materieel in Tokyo zie hoofdstuk 5.

Enkele van de door ProRail en NS gebruikte kernprestatie-indicatoren kunnen niet goed worden gebruikt ter vergelijking omdat deze door de andere infrastructuurmanagers anders of niet worden berekend, zoals punctualiteit en beschikbaarheid. De door ProRail toegepaste KPI betrouwbaarheid (percentage geleverde treinpaden) geeft de storingsgevoeligheid van de infrastructuur onvoldoende weer omdat het door reizigers en verladers ervaren ongemak, tijdverlies en de extra kosten niet worden verdisconteerd en geen kwantitatieve informatie over de verandering van het aantal en de hersteltijd van storingen t.o.v. voorafgaande perioden wordt gegeven. Aan de concrete invulling van de prestatie-indicatoren m.b.t. energieverbruik en duurzaamheid wordt door ProRail, NS en de andere infrastructuurbeheerders en spoorondernemingen nog te weinig aandacht geschonken gezien de maatschappelijke betekenis van de effecten op het klimaat en op (bewoners in) de

<sup>19</sup> Vrijdag geen treinverkeer meer rond Utrecht CS, De Nieuwe Utrechter 19 november 2010, en Ook voor treinpersoneel is dit een drama, De Pers 21 november 2010

<sup>20</sup> Wisselstoring bij Weesp, treinverkeer Amsterdam deels hervat, rtvnh.nl 27 juni 2011

<sup>21</sup> Ook treinverkeer ontregeld door sneeuw, Nu.nl 17 december 2009, en Treinverkeer in heel Nederland vertraagd door sneeuw, treinreiziger.nl 17 december 2009

omgeving. De door ProRail gemaakte capaciteitsverdeling geeft onvoldoende informatie t.a.v. de beschikbare marges (rijtijdspeling, buffertijd) in de dienstregeling. De nauwkeurigheid van de door ProRail en NS Reizigers gebruikte basisuur- en dagdienstregeling (schaal in hele minuten) loopt achter op de stand van de techniek t.o.v. van bijvoorbeeld de SBB.

Het punctualiteitscijfer met de gehanteerde drempelwaarde van vijf minuten als maatstaf voor de kwaliteit van de dienstuitvoering en de bij de monitoring van de treinvertragingen in het spoornet door de treindienstleiders toegepaste drempelwaarde van drie minuten zijn ontoereikend omdat deze de spreiding en de gemiddelde vertraging van alle (reizigers-)treinen niet weergeven, die op corridor- en lijnniveau juist belangrijke parameters zijn voor de optimalisering van de dienstregeling en stiptheid. De globale streefwaarde voor de punctualiteit is geen geschikt middel om gerichte maatregelen ter verbetering van de stiptheid en betrouwbaarheid van de treinen te stimuleren. De verdeling en het gemiddelde van de vertraging per soort treindienst van 1 minuut en meer dienen structureel in de praktijk toegepast en gerapporteerd te worden ten einde gerichte verbetermaatregelen te ontwikkelen, toe te passen en de effectiviteit ervan goed te kunnen beoordelen.

De klanttevredenheid ten aanzien van verschillende aspecten is ongeschikt voor internationale vergelijking omdat de representativiteit en het verwachtingspatroon van de steekproef per land en spoornet onbekend is en sterk kan uiteenlopen. De klantbarometers zijn echter zinvol in historisch perspectief ter beoordeling van het effect van investeringen en bepaalde prestatieveranderingen in nationale en regionale deelnetwerken op de perceptie van de klanten. De kwaliteit van de toegankelijkheid van de stations, perrons en treinen wordt slechts afgemeten aan het afgesproken globale investeringsprogramma. De betekenis en het effect van de geplande/uitgevoerde maatregelen op de doorstroming en belevingswaarde zouden beter en gedifferentieerd naar soort stations, aantallen reizigers en de hoogte van de investering ondersteund door waarnemingen moeten worden beschreven.

De prestaties op het Nederlandse spoor m.b.t. veiligheid uitgedrukt in de aantallen ongevallen en slachtoffers per netwerkkilometer zijn in Nederland hoog, maar in relatie tot het aantal treinkilometer duidelijk lager dan bij de andere onderzochte spoornetten in Europa. Het energieverbruik en de wijze van opwekking worden door ProRail en NS nogal summier in hun jaarverslagen gerapporteerd. Hier is meer gedetailleerde informatie wenselijk over de behaalde energie-efficiëntie m.b.t. onderstations, distributienetwerken, stations, emplacementen, treinmaterieel en werkplaatsen.

De rapportage en verantwoording van de meetbare prestaties door ProRail en NS zijn niet voldoende nauwkeurig of niet volledig t.a.v. enkele belangrijke kerncijfers (zoals beschikbaarheid, betrouwbaarheid, punctualiteit, operationele snelheid, reizigerskilometers en capaciteit per lijn). Deze kerncijfers zijn in de jaarverslagen van de NS niet compact en gestructureerd weergegeven en daardoor weinig toegankelijk voor vergelijking met andere treinvervoerders en spoornetwerken. Prestatierapporten van de kleinere reizigerstreinvervoerders zijn in Nederland met uitzondering van Arriva nauwelijks beschikbaar. De volledigheid van de informatie over het gebruik van de spoorinfrastructuur en de geleverde vervoer- en verkeersprestatie door (private) concessiehouders dreigt



verloren te gaan als overheden onvoldoende eisen opnemen in de concessievoorwaarden t.a.v. monitoring en rapportage over de geleverde lijndiensten.

## 5. ANALYSE DIENSTREGELING EN CAPACITEIT VAN HOOFDCORRIDORS

De capaciteit van een spoorlijn is gedefinieerd als het maximale aantal treinen per uur of per etmaal in één richting. Onderscheid wordt gemaakt tussen de theoretische en de praktische capaciteit. De theoretische capaciteit is afhankelijk van de minimale opvolgtijd tussen de treinen, terwijl de praktische capaciteit rekening houdt met bepaalde marges zoals rijtijdtoeslagen, buffertijden tussen aankomst-, vertrek- en passeertijden van opeenvolgende treinen en synchronisatietijden van de dienstregeling (takt, regelmaat).

De capaciteit van een spoorlijn is afhankelijk van de beschikbare spoorinfrastructuur, de kenmerken van het materieel en de dienstregeling. De beschikbare spoorinfrastructuur is maatgevend voor de capaciteit (aantal en alignement van de sporen, ontwerpsnelheid, afstand tussen stations, aanwezigheid van (on)gelijkvloerse in-/uitvoeringen en kruisingen, het seinstelsel en beveiligingssysteem en de voorschriften voor de exploitatie). De rijkaracteristieken (maximale snelheid, aanzetversnelling, remvertraging), lengte en vervoercapaciteit van de treinen, alsmede de in-/uitstapsituatie (aantal en breedte van de deuren, aantal treden) bepalen de tijd dat een bepaalde sectie van het spoor in beslag wordt genomen. Ten slotte heeft de geplande bediening van de stations en haltes, het aantal van verschillende treindiensten op een lijn, de volgorde tussen de treinen en het rijtijdverschil tussen de treindiensten een zeer grote invloed op de capaciteit.

In de volgende secties worden de hoofdkenmerken van de spoorinfrastructuur en de dienstregeling van één sterk belaste corridor in elk van de bij dit onderzoek betrokken spoornetten beschreven en de praktische capaciteit van het maatgevende baanvak bepaald. De analyse van de capaciteit van de Nederlandse corridor berust op gegevens aangeleverd door ProRail, terwijl de corridors in de buitenlandse spoornetten zijn geselecteerd door de onderzoekpartners en de bijbehorende informatie die door hun beschikbaar is gesteld.

### 5.1 Nederland

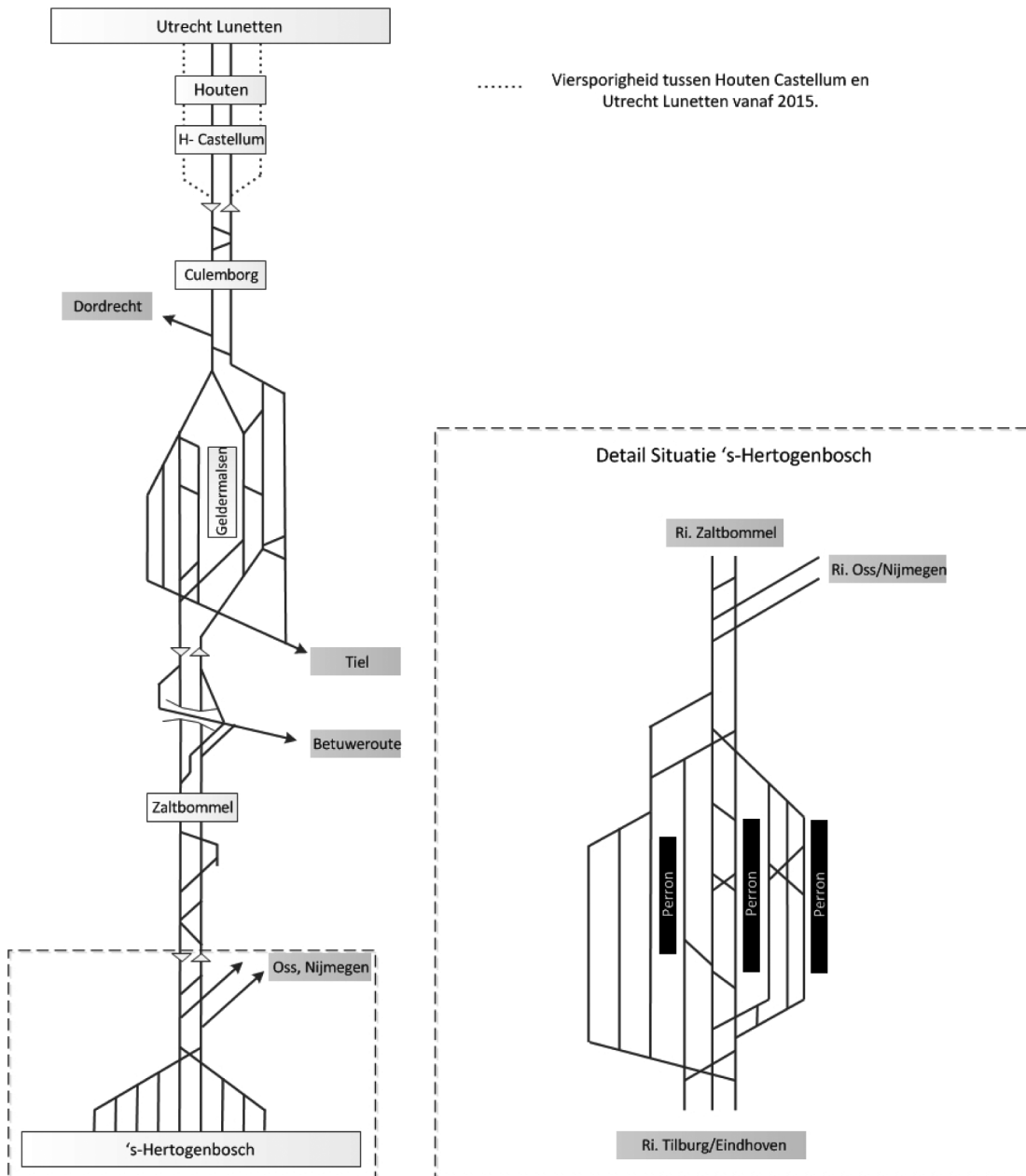
Het baanvak Utrecht Centraal–Geldermalsen–’s-Hertogenbosch (48 km) is voor de capaciteitsanalyse geselecteerd omdat het druk wordt benut door reizigers- en goederentreinen, het een ruggengraat is van de spoorwegcorridor tussen de Randstad en de Brabantse steden en representatief kan zijn voor de vergelijking met buitenlandse spoorlijnen. Het baanvak bestaat ten zuiden van Utrecht Centraal in wezen uit dubbelspoor met zeven tussenhalthes, waarvan bij Geldermalsen in het midden extra perronsporen heeft, drie in- en uitvoeringen van/naar de spoorlijn Dordrecht–Nijmegen, de Betuweroute en de spoorlijn Tilburg–Nijmegen (Fig. 56). Slechts de in- en uitvoeringen van/naar de Betuweroute zijn kruisingsvrij. Het traject Utrecht Centraal–Houten Castellum wordt in het kader van RandstadSpoor in 2015 naar vier sporen uitgebreid. Voor tussentijdse stops en inhalingen van goederentreinen zijn er twee wachtsporen in Geldermalsen en één in Zaltbommel.

Het baanvak wordt overdag door vier IC-treinen en vier stoptreinen per uur in elke richting en maximaal twee goederentreinen per uur gebruikt. Het basisuurpatroon voor reizigerstreinen voorziet de inhaling van enkele

stoptreinen door IC-treinen te Geldermalsen (Fig. 57). Het baanvak wordt per etmaal bereiden door ongeveer 270 reizigerstreinen in beide richtingen samen.

De praktische capaciteit van het baanvak hangt af van de door het beveiligingssysteem opgelegde minimale opvolgings- en overkruistijden (afhankelijk van de treinvolgorde), treinsnelheden en -lengtes, halteertijden en de in de dienstregeling ingeplande marges voor het opvangen van kleine vertragingen (bijlage 2)

**Figuur 56: Sporenschema van het baanvak Utrecht Lunetten-'s-Hertogenbosch**

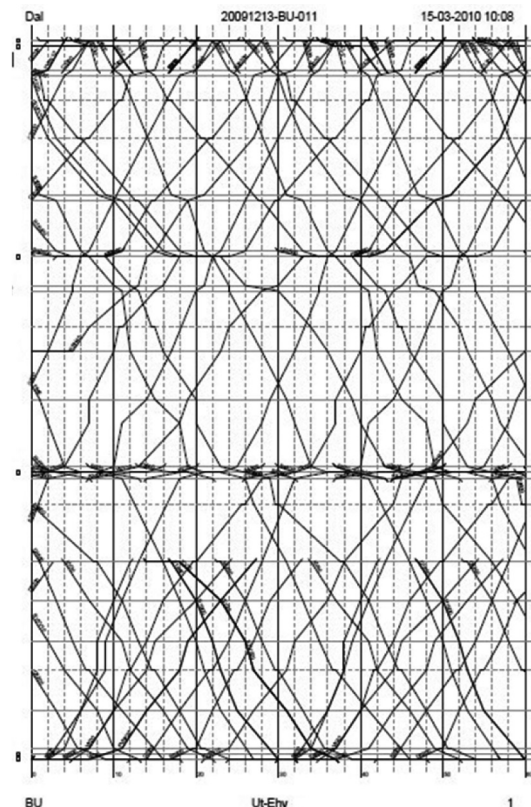


Doordat de IC-treinen op dit baanvak geen tussenhaltes hebben, terwijl de stoptreinen elke halte aandoen, beide treinen afwisselend vertrekken i.v.m. de regelmaat en de stoptreinen te Geldermalsen wegens inhaling

door de volgende IC-trein vier minuten oponthoud hebben, wordt de capaciteit beperkt door het grote reistijdverschil tussen beide treinen van achttien minuten. Terwijl theoretisch maximaal dertig IC-treinen per uur en richting op het baanvak zouden kunnen rijden, als er geen stoptreinen en goederentreinen aanwezig zouden zijn en alle treinen precies op tijd zouden rijden, worden heden slechts in totaal vier IC- en vier stoptreinen per uur en richting ingezet, ook al omdat twee treinpaden per uur en richting stelselmatig voor goederentreinen worden gereserveerd.

In werkelijkheid rijden er tegenwoordig overdag slechts maximaal acht goederentreinen per richting, te weten ongeveer één goederentrein elke twee uur en richting van maandag t/m vrijdag. De baanvakbelasting van de huidige dienstregeling met inachtneming van twee goederentreinpaden per uur en richting bedraagt 88,3%<sup>22</sup> en is ver boven de door de UIC aanbevolen waarde van maximaal 75% voor gemengd gebruikte sporen [UIC, 2006]. De baanvakbelasting in geval van slechts één goederentrein per uur is 76% en dus aanvaardbaar. ProRail geeft in haar netwerkverklaring aan dat er i.v.m. de Merwede–Lingelijn capaciteitsknelpunten bij Geldermalsen zijn net als aan de noordzijde van het station 's-Hertogenbosch.

**Figuur 57: Basisuurpatroon van de dienstregeling op het baanvak Utrecht C–Eindhoven (bron: ProRail)**



De rijtijd tussen Utrecht en 's-Hertogenbosch van 28 minuten voor de IC-treinen volgens de huidige dienstregeling behelst een toeslag van 7,7% op de minimale technische rijtijd, waardoor de operationele snelheid neerkomt op 103 km/uur. De rijtijd van de stoptreinen tussen beide stations bedraagt echter 48 minuten doordat deze zeven tussenhaltes bedienen (gemiddelde halteafstand 6 km) en extra tijd in Geldermalsen

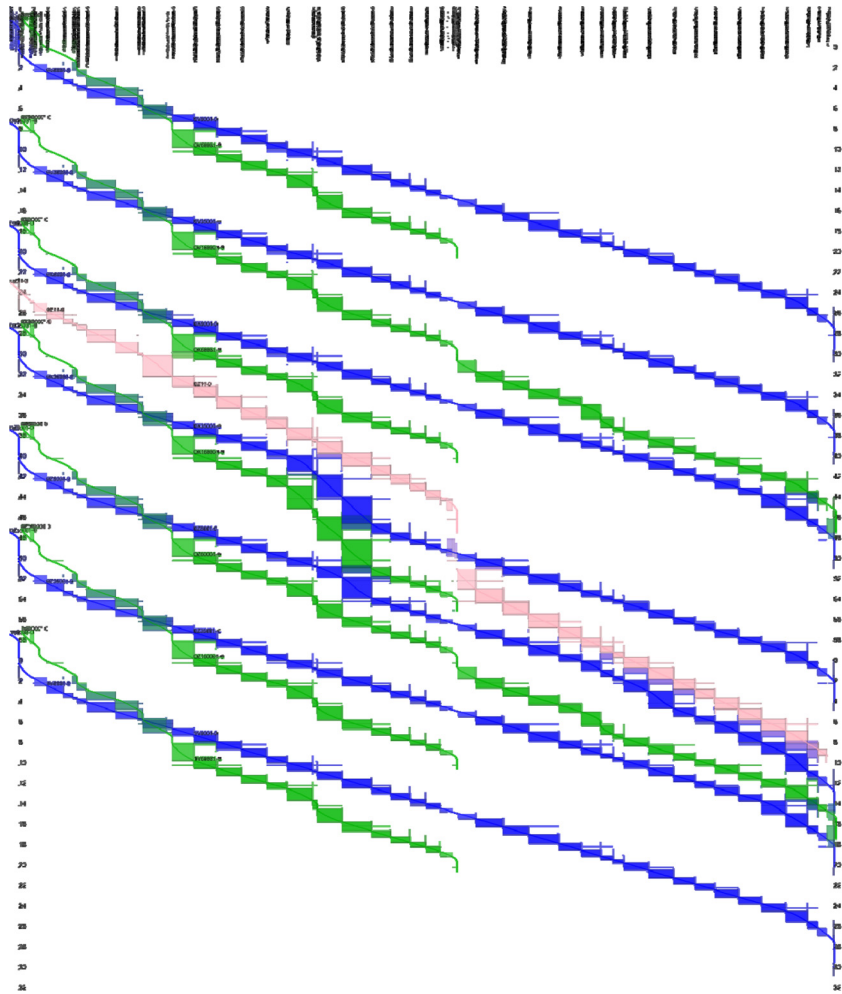
<sup>22</sup> Voor meer details zie deelrapport Goverde & Hansen (2011), Innovatie op het spoor en mogelijkheden van ERTMS in Nederland.

verliezen i.v.m. de inhaling door de IC-treinen. De gemiddelde snelheid van de stoptreinen wordt daardoor verlaagd naar 67 km/uur. De rijtijdverschillen tussen de enerzijds de IC-treinen en anderzijds de stop- en goederentreinen van tien minuten tussen Utrecht en Geldermalsen en van vier minuten voor stoptreinen, respectievelijk zeven minuten voor goederentreinen tussen Geldermalsen en 's-Hertogenbosch zijn het grootste obstakel voor een verhoging van de capaciteit en treinfrequentie op dit baanvak.

In september 2009 hielden NS en ProRail in de laatste vakantieweek de proef «Elke tien minuten een trein» op het traject Amsterdam–Eindhoven met kortere IC-treinstellen en de nieuwe SLT, waarbij de goederentreinen in Geldermalsen een extra stop kregen, zodat zij ingehaald konden worden [NS, KNV, ProRail, 2009]. Door actief in de flessenhalzen op doorstroming te sturen, extra personeel op de perrons beschikbaar te hebben en door tien à twintig seconden kortere stationnementen op de tussenhaltes bleek 90% van de treinen met minder dan drie minuten vertraging aan te komen; slechts 0,2% van de treinen moesten worden opgeheven tegen een regulier gemiddelde van 1,4%.

Door de uitbreiding van het traject Utrecht Centraal t/m Houten Castellum tot vier sporen in 2015 wordt een verhoging van de treinfrequentie naar zes IC- en zes stoptreinen mogelijk, mits geen goederentreinpad overdag wordt ingepland omdat de baanvakbelasting met slechts één goederentreinpad per uur zou stijgen naar het onaanvaardbaar hoge niveau van 91,1% (Fig. 58).

**Figuur 58: Gecomprimeerde dienstregeling Utrecht–'s-Hertogenbosch met zes IC-, zes stoptreinen (t/m Geldermalsen) en één goederentrein**



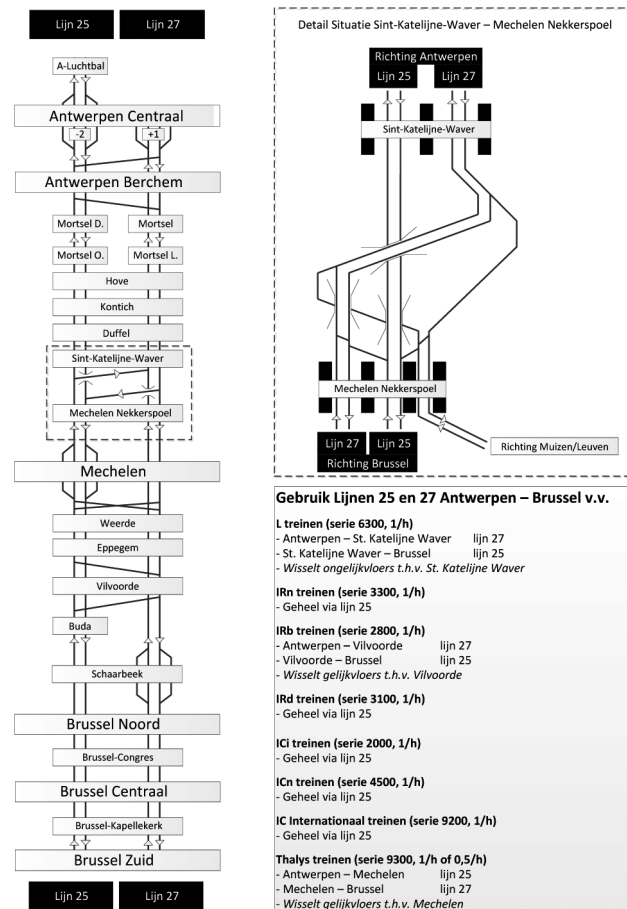
De capaciteit en doorstroming op dit baanvak wordt verder belemmerd door:

- de gelijkvloerse in-/uittakking van de spoorlijn Dordrecht–Tiel ter hoogte van Geldermalsen,
  - de gelijkvloerse aansluiting van de spoorlijn van/naar Oss en Nijmegen ten noorden van 's-Hertogenbosch,
  - het bestaande sein- en beveiligingssysteem NS 54/ARB EG met soms te grote seinafstanden,
  - de maximale snelheid op de vrije baan van 130 km/uur en van slechts 40 km/uur op wissels van/naar inhaalsporen op de emplacementen van Geldermalsen en 's-Hertogenbosch, waardoor de opvolgtijden tussen IC-treinen aan de ene kant en de veel langzamere stop- en goederentreinen aan de ander kant omhoog gaan.

## 5.2 België

De corridor Antwerpen-Centraal–Brussel-Zuid (46 km) bevat de lijnen 25 en 27 met elk twee doorgaande sporen, die beide door L- (lokaal), IR- (interregio), IC-, Thalys- en goederentreinen worden gebruikt (Fig. 59).

**Figuur 59: Vereenvoudigd sporenschema van de spoorlijnen 25 en 27 tussen Antwerpen en Brussel**



De L-treinen hebben in totaal twintig haltes, de IR-treinen van lijn b zestien en van lijn d negen haltes, terwijl de binnenlandse IC-treinen zes en de internationale IC-treinen vier stops hebben en de Thalys alleen in Antwerpen-Centraal en Brussel-Zuid halteert. De gemiddelde halteafstand varieert van 2,4 km voor L-treinen, tot 3,0 en 5,8 km voor IR-treinen, 9 en 15 km voor IC-treinen en 46 km voor de Thalys. Passeersporen zijn er bij de twee tussenstations Mechelen en Schaarbeek. Ten zuiden van Sint-Katelijne-Waver bevindt zich een ongelijkvloerse kruising tussen de vier sporen en bij Antwerpen-Berchem, Weerde en Vilvoorde gelijkvloerse kruisingen, waar treinen van spoorlijn 25 naar spoorlijn 27 vice versa kunnen wisselen.

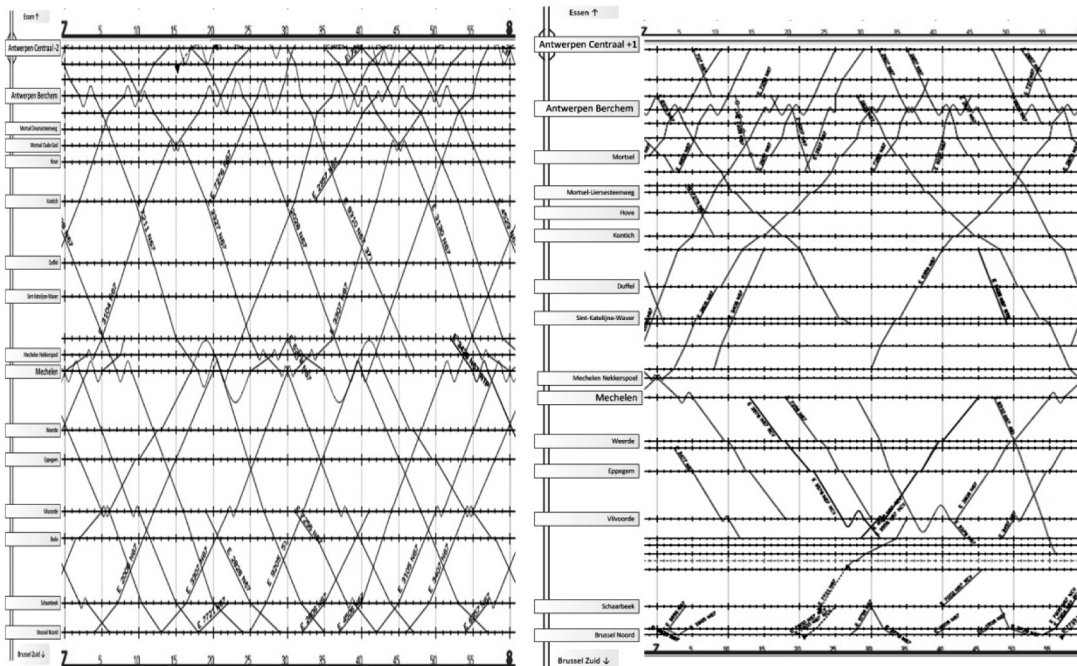
Zodra de nieuwe ongelijkvloerse verbinding van spoorlijn 25 ten zuiden van Mechelen met de luchthaven Brussel-Zaventem in 2012 gereed is, zal de capaciteit door een betere scheiding tussen langeafstandstreinen en regionale treinen op dit onderdeel flink toenemen. Echter, het knelpunt-traject tussen Antwerpen en Mechelen met vier sporen zal blijven bestaan.

De gemiddelde snelheden van de verschillende treindiensten variëren van 71 km/h voor de Thalys en de internationale IC-treinen tot 36 en 39 km/h voor de L-treinen en IR-treinen lijn b (bijlage 3). I.v.m. het onregelmatige patroon van de zes treindiensten variëren de opvolgtijden sterk (Fig. 60).

Voor het ontwerp van de dienstregeling wordt een standaard opvolgtijd tussen twee reizigerstreinen van drie minuten toegepast.

Op de twee lijnen rijden er overdag negen treinen per uur en richting in wisselende volgorde. Het aantal goederentreinpaden per spoor en periode is niet bekend. Door het grote reistijdverschil tussen de lijndiensten en de vrij beperkte inhaalmogelijkheden zijn de sporen tamelijk druk bezet. De drukst belaste sectie tussen Mechelen en Vilvoorde wordt dagelijks door circa honderd reizigerstreinen per spoor en richting gebruikt, waarvan ruim de helft door Thalys- en IC-treinen.

**Figuur 60: Grafische dienstregeling Antwerpen–Brussel (7.00–8.00) Lijn 25 (links), Lijn 27 (rechts)**



De baanvakbelasting door de reizigerstreinen is zonder gedetailleerde analyse niet te schatten doordat de geplande inhalingen van de langzame L- en IR-treinen door de snellere IC-treinen in combinatie met de mogelijke wisseling van de ene naar de andere lijn niet bekend zijn.

### 5.3 Zwitserland

De spoorlijn tussen Lausanne en Biel (100 km) is een door zowel reizigers- als goederentreinen sterk belaste corridor in het westen van Zwitserland (Fig. 61). De sectie Lausanne–Renens (4,5 km) heeft drie sporen en de sectie Renens–Neuchâtel (70,8 km) twee sporen; tussen Neuchâtel en Biel bevindt zich zelfs een kort stuk enkelspoor (2 km).

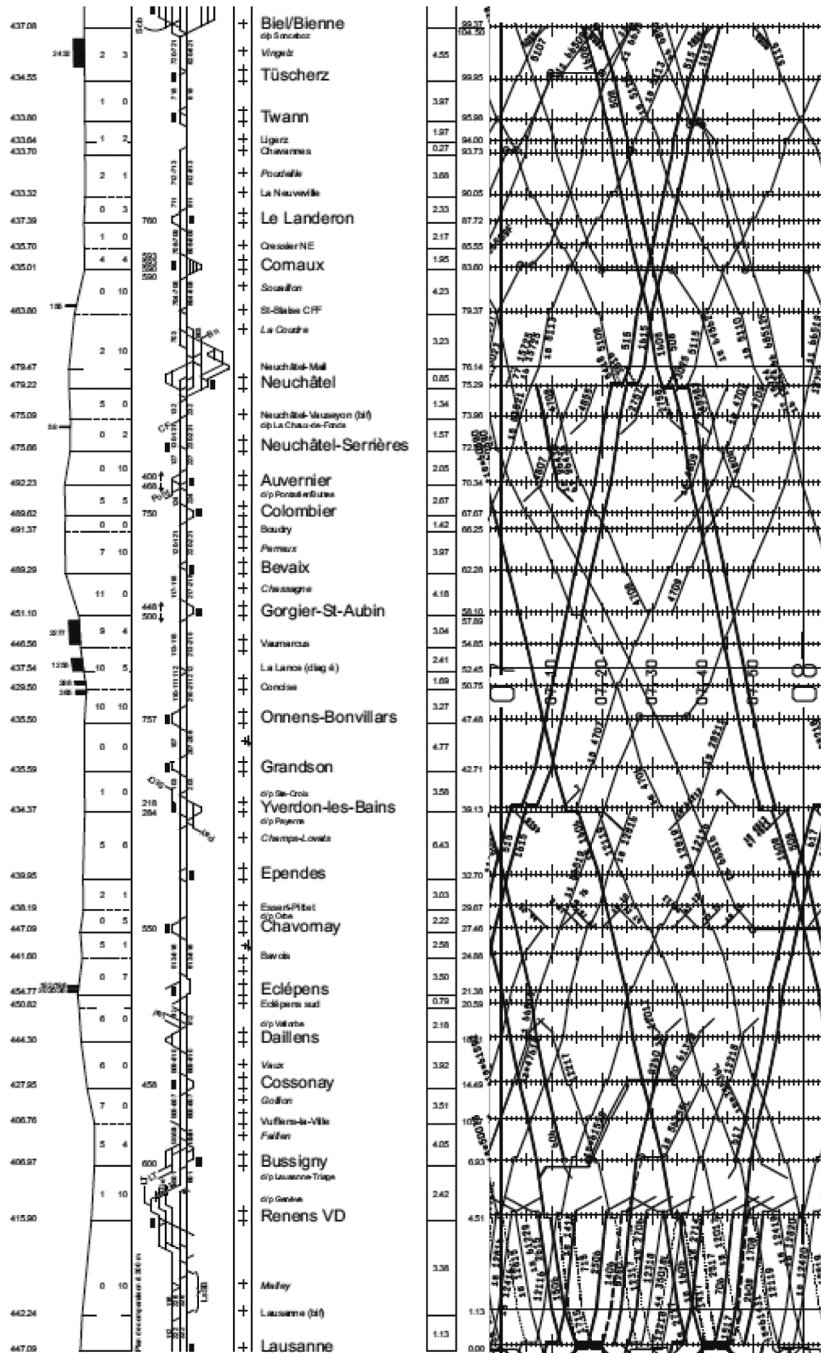
Deze spoorlijn heeft in totaal vier IC-stations en 25 tussenhalthes voor regionale treinen. De gemiddelde stationsafstand voor de IC-treinen is 33 km, terwijl de gemiddelde halteafstand voor de stoptreinen maar 3,6 km bedraagt.



De operationele snelheid van de IC-treinen komt op 100 km/h en ligt voor de regionale treinen bij 50 km/h. De IC-treinen rijden op het driesporige gedeelte tussen Lausanne en Renens even snel als de regionale treinen en passeren deze te Renens en Neuchâtel.

Het aantal treinpaden per uur en richting tijdens spitsperioden is op het baanvak Lausanne–Renens acht, op de andere secties vier voor IC-treinen en negen en maximaal vijf voor regionale treinen. Daarnaast zijn vijf, respectievelijk twee goederentreinpaden per uur en richting gepland. Het totale aantal treinpaden per etmaal en richting bedraagt circa 250 op het driesporige gedeelte en maximaal 167 op het baanvak Renens–Neuchâtel. De baanvakbelasting van de verschillende secties tijdens de spitsperioden ligt tussen 57% en maximaal 75%.

**Figuur 61: Sporenplan en grafische dienstregeling (7.00–8.00 uur) van de spoorlijn Lausanne–Biel**

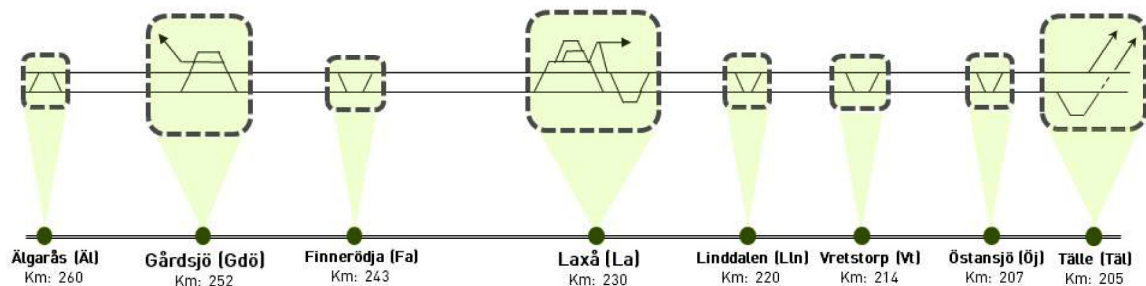


### 5.4 Zweden

Het geselecteerde traject tussen Älgarås en Tälle (55 km) ligt in het midden van de hooflijn Stockholm–Göteborg en wordt door hogesnelheids-, IC-, regionale, goederentreinen gebruikt (Fig. 62). De maximale snelheid voor de kantelbaktrein X2000 is 200 km/h, terwijl de afstand tussen stations ongeveer 200 km bedraagt. De gemiddelde afstand tussen IC-stations is circa 70 km en de afstanden voor de

regionale treinen tot de volgende haltes bedragen 9 km voor de regionale treinen en 31 km voor de IC-treinen.

**Figuur 62: Sporenschema van de spoorlijn Älgarås-Tälle (bron: Vectura)**

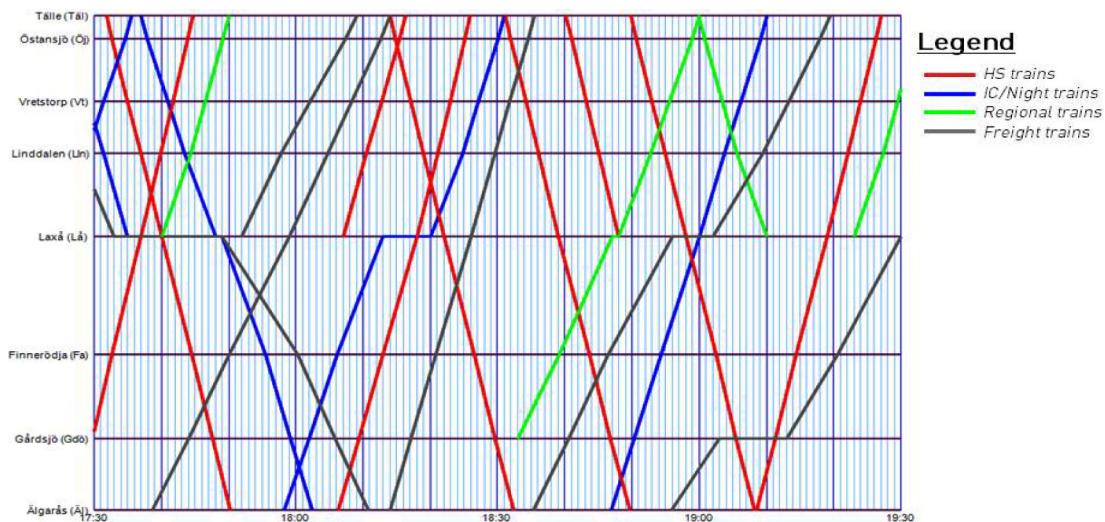


Älgarås - Tälle is highlighted in yellow  
Map of central Sweden

sid 2.

De reizigerstreinen stoppen slechts in Gårdsjö of Laxå, terwijl de langeafstands- en goederentreinen in/uitvoegen of doorrijden. De gemiddelde snelheid van de hogesnelheids- en IC-treinen is met 183 en 136 km/h vrij hoog en bedraagt zelfs bij de regionale treinen i.v.m. de grote afstand tussen de stations 90 à 100 km/h. Door het grote snelheidsverschil van meer dan 80 km/h tussen de hogesnelheidstreinen en de regionale treinen met een tussenhalte en de goederentreinen worden maar zes treinen per spitsuur en richting gepland (Fig. 63). In totaal rijden er op de meest belaste sectie 50 reizigerstreinen en 43 goederentreinen (bijna 50%) per etmaal in één richting. De baanvakbelasting in de periode 17.30-18.30 uur op de sectie tussen Tälle en Laxå bedraagt maar 37%.

**Figuur 63: Grafische dienstregeling avondspits van de spoorlijn Älgårås–Tälle (bron: Vectura)**

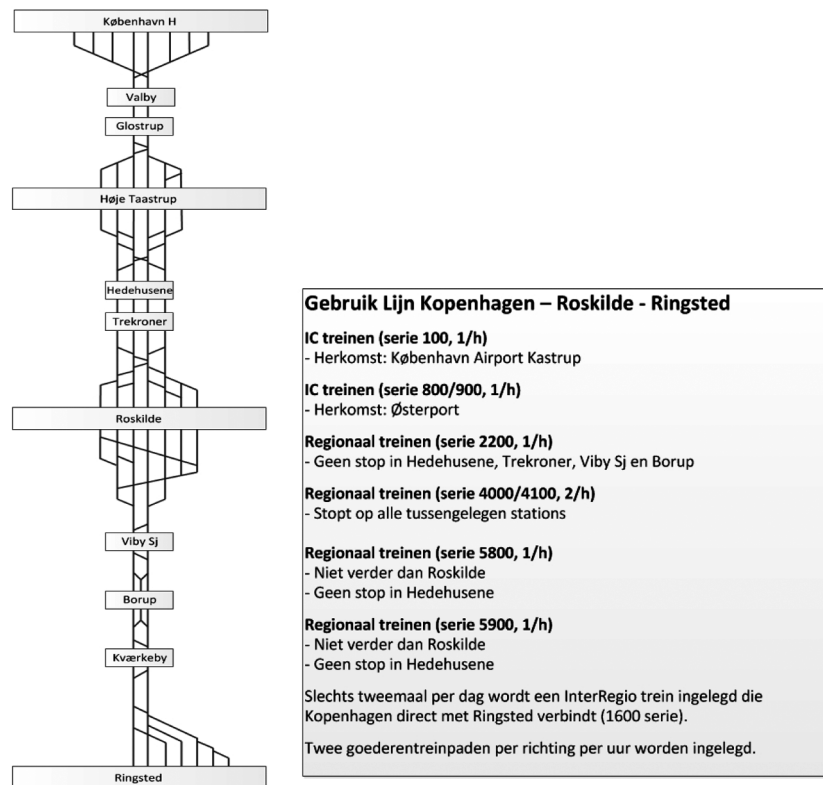


sid 5

### 5.5 Denemarken

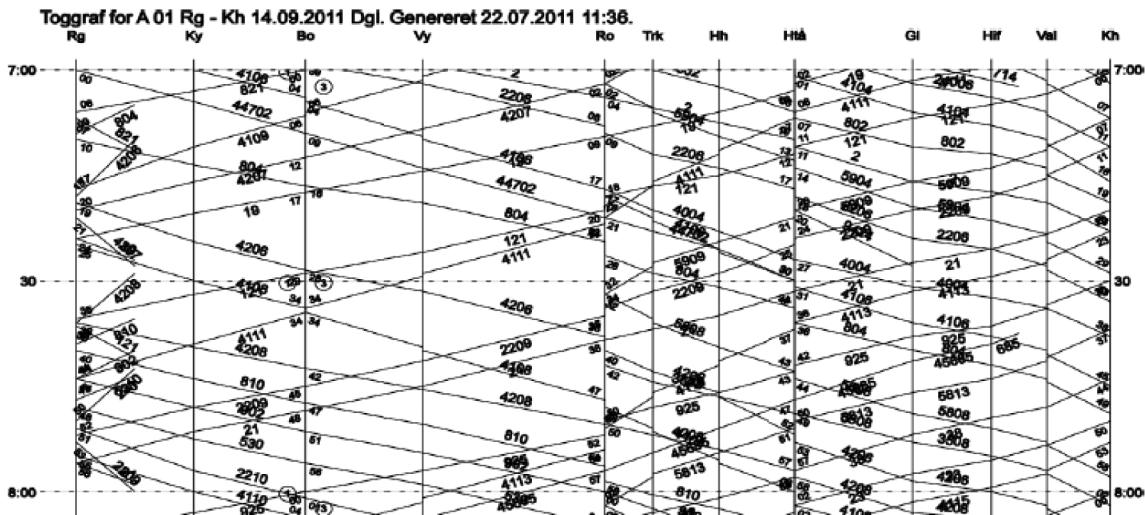
De corridor Kopenhagen–Ringsted (64 km) heeft, afgezien van een korte viersporige sectie tussen Høje Taastrup en Roskilde (11,8 km), twee doorgaande sporen en in totaal tien stations en tussenhaltes (Fig. 64). Deze corridor wordt door IC-, regionale en goederentreinen gebruikt, waarbij de IC-treinen niet meer dan drie of vier stations aandoen. De maximale snelheid van het spoor is 160 km/h. De gemiddelde halteafstand van de regionale treinen bedraagt 7 km.

**Figuur 64: Sporenplan Kopenhagen–Roskilde–Ringsted**



De regionale en goederentreinen kunnen pas op de viersporige sectie tussen Høje Taastrup en Roskilde worden gepasseerd (Fig. 65). De sectie Roskilde–Ringsted wordt tijdens het spitsuur bezet door twee IC-treinen en zes regionale treinen in elke richting. De gemiddelde snelheid van de IC-treinen is 110 km/h, terwijl deze bij de regionale treinen die op alle stations halteren, 75 km/h bedraagt. Regionale treinen die niet halteren op alle tussengelegen stations, bereiken een gemiddelde snelheid van 94 km/h. Op het baanvak tussen Kopenhagen en Roskilde is het aantal regionale treinen acht per uur en richting. Het aantal treinpaden per etmaal komt neer op 60 voor IC, 98 regionale en 18 goederentreinen per richting.

**Figuur 65: Grafische dienstregeling Kopenhagen–Ringsted**



De baanvakbelasting tijdens spitsuren bedraagt 86% tussen Kopenhagen en Høje Taastrup, neemt dan af tot 58% tussen Høje Taastrup en Roskilde i.v.m. de beschikbaarheid van vier sporen en neemt dan toe tot 79% tussen Roskilde en Ringsted, omdat daar maar weer twee sporen beschikbaar zijn.

**5.6 Japan**

De Chuo-Line van JR East (53 km) verbindt de westelijke agglomeratie Takao met het centrum van de stad en eindigt op Tokyo station (Fig. 66). De lijn heeft in totaal 24 stations, die alle door stoptreinen worden bediend; regionale treinen stoppen daarvan op veertien stations en expresstreinen op twee (Fig. 67). De stoptreinen en regionale treinstellen bestaan uit tien wagens, zijn 200 m lang en hebben een nominale capaciteit van 1 582 zit- en staanplaatsen (0,3 m<sup>2</sup>/persoon). De expresstreinen kunnen uit acht of twaalf wagens samengesteld zijn en hebben in totaal 473 en 713 plaatsen (bijlage E). De maximale snelheid op het westelijke deeltraject (16 km) is 130 km/h voor express- en 100 km/h voor regionale treinen, terwijl de treinen op de resterende 37 km in de richting Tokyo niet sneller dan 95 km/h mogen rijden.

**Figuur 66: Spoorlijnen in de metropool Tokyo**

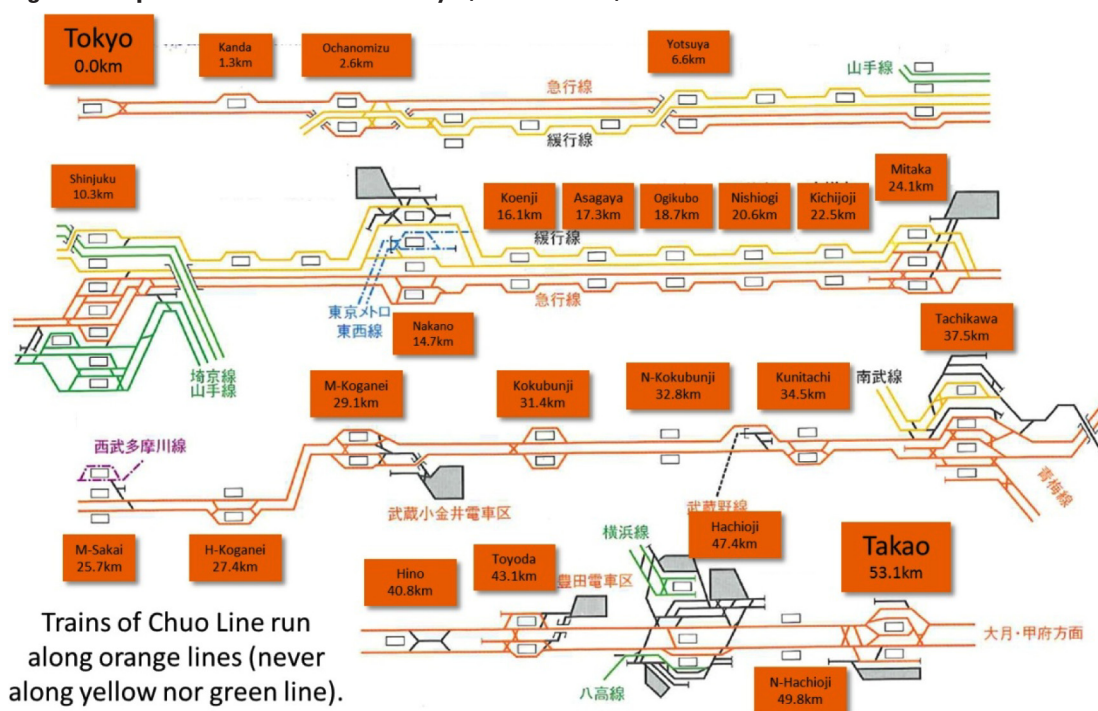


**Figuur 67: Chuo Line**



De spoorlijn is viersporig tot het knooppunt Tachikawa, waar de lijn zich splitst in twee takken. De noordelijke twee sporen en stations worden onafhankelijk van de zuidelijke twee gebruikt (Fig. 68). De gemiddelde halteafstand van de zuidelijke lijn is 4,1 km voor regionale treinen en 2,3 km voor de stoptreinen. Op negen stations zijn inhaalsporen beschikbaar, waar de regionale treinen de stoptreinen kunnen passeren en de reizigers op hetzelfde perron kunnen overstappen. De zuidelijke spoorlijn Takao-Tokyo station heeft in totaal 104 wissels (gemiddeld twee wissels per kilometer) en op twaalf locaties kunnen treinen elkaar passeren of in geval van stremming kort keren en via het ander spoor in de tegengestelde richting terugrijden.

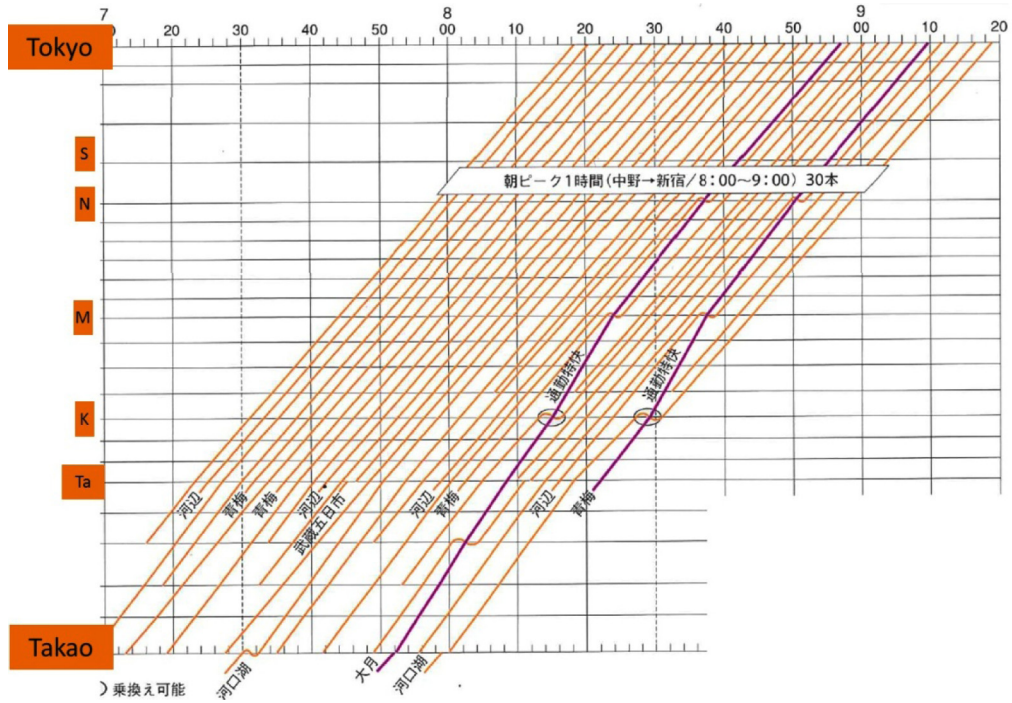
**Figuur 68: Sporenschema Chuo Line Tokyo (bron: JR East)**



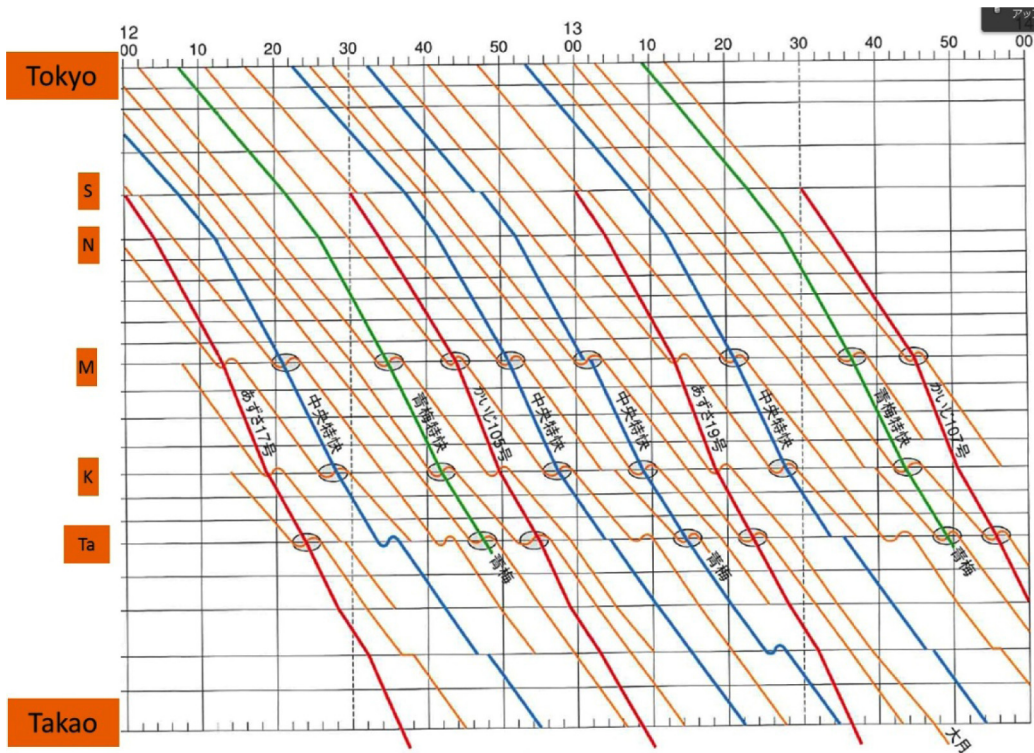
De gemiddelde snelheid van de treinen varieert tussen de 73 km/h van de expresstreinen op de westelijke 29 km sectie tot 44 km/h van alle treinen op de binnenstedelijke sectie tussen Shinjuku, het belangrijkste knooppunt van spoorlijnen en metrolijnen, en het eindstation Tokyo (10 km). In de spitsperiodes is de operationele snelheid van bijna alle treinen met uitzondering van twee gelijk, zodat in totaal 28 treinritten per uur en richting worden uitgevoerd (Fig. 69), die alle op het tweesporige eindstation in Tokyo binnen twee minuten keren. De machinisten stappen na de aankomst over op een volgende trein en de machinist van een vorige trein stapt meteen in de cabine aan de andere kant van de trein in, waar hij direct de bedieningsapparatuur inschakelt.

De Chuo Line heeft een nominale vervoercapaciteit tijdens het spitsuur van 53 500 plaatsen en deze wordt door de uitermate hoge vervoervraag zelfs nog overschreden. In de daluren rijden duidelijk minder en deels kortere treinen, zodat de vervoercapaciteit daalt naar ruim 18 500 plaatsen.

**Figuur 69: Grafische dienstregeling Chuo Line (boven: ochtendspits, onder: middag)**







Overdag passeren enkele express- en regionale treinen de stoptreinen op drie tussenliggende knooppunten; het aantal treinen is nu wezenlijk kleiner: zestien per uur en richting. Door de tien stoptreinen op drie knooppuntstations te laten inhalen door zes expresstreinen per uur, waarvan drie niet eindigen op het eindstation Tokyo, maar op het veel grotere station Shinjuku, neemt de capaciteit van de Chuo-Line i.v.m. de rijtijdverschillen met 43% af! De verandering van de treinfrequentie en -diensten van Tokyo station tijdens de uren van de dag is in Fig. 70 weergegeven.



van maar 44 km/h, d.w.z. circa 50% minder dan de IC-treinen en stoptreinen op het baanvak Utrecht–'s-Hertogenbosch! De zeer hoge treinfrequentie op de Chuo Line gaat dus ten koste van een hoge reissnelheid op de middellange afstand, die mede wordt beperkt door de lage ontwerpsnelheid en de veel kortere gemiddelde halteafstand dan op de spoorlijnen in de Randstad. Op de zeer druk bezette Chuo Line is op elk tweede of derde station een inhaalspoor aanwezig en gemiddeld elke kilometer één spoorverbinding t.b.v. het passeren van langzamere treinen of kort keren in geval van storingen of stremmingen op een ander deel van de lijn. Daardoor kan in geval van incidenten op de resterende trajecten een shuttle-treinexploitatie flexibel worden ingericht.

De spoorwegnetten in de vijf onderzochte Europese landen zijn echter vaak horizontaal geïntegreerd, zodat de langeafstandstreinreizigers niet hoeven over te stappen en langzamer rijdende stoptreinen vaak op hetzelfde spoor regelmatig afwisselen met langeafstandstreinen. Zelfs rijden ze overdag en in spitsperiodes min of meer gemengd met goederentreinen. De aanzienlijk lagere praktische capaciteit van gemengd gebruikte spoorlijnen in Europese landen is een gevolg van het verschil in rijtijd en haltepatroon tussen IC- en regionale treinen, het gemengde gebruik samen met goederentreinen en de geïntegreerde, regelmatige dienstregeling. Deze structurele hinder kan alleen worden verminderd door aanleg van viersporige secties bij een aantal tussenhaltes, waar de stoptreinen aan de kant worden gezet voor in-, uit- en overstappen, terwijl de snellere treinen passeren of een cross-platformoverstap mogelijk maken. Een alternatief ter voorkoming van hinder en capaciteitsverlies door gemengd gebruikte spoorlijnen is de aanleg en exploitatie van kruisingsvrije geheel viersporige lijnen, afzonderlijke RER- of S-Bahn-netten en aparte inhaalsporen of zelfs helemaal eigen goederenspoorlijnen zoals de Betuweroute.

Met de bestaande dienstregeling van vier IC- en vier stoptreinen en de reservering voor twee goederentreinpaden per uur is het baanvak Utrecht–'s-Hertogenbosch al overbelast. Door slechts één goederentreinpad per uur en richting in te plannen en dit overdag niet voortdurend te gebruiken daalt de daadwerkelijke baanvakbelasting naar een aanvaardbaar niveau van 76%.

De proef in de vakantieweek in september 2009 met elke tien minuten een trein heeft in de praktijk aangetoond dat deze hoge frequentie van reizigerstreinen alleen zonder goederentreinen en met een bijzonder hoge inspanning van het personeel op de perrons en in de verkeersleiding, tijdens goed weer en bij een betrekkelijk lage vervoervraag uitvoerbaar is. Een robuuste hoogfrequente treinverkeersafwikkeling met zes IC- en zes SLT-treinen per uur in combinatie met één goederentreinpad per uur overdag vereist echter de invoering van het geavanceerde treinbeveiligingssysteem ETCS. Plaatselijke verdichting van de seinafstanden en vervanging of verwijderen van wissels bieden geen duurzame uitkomst<sup>23</sup>.

Indien het scheiden van snelle en langzamere lijndiensten op grotere schaal dan enkele inhaalsporen niet haalbaar is, kan de capaciteit ook op andere baanvakken in de Randstad significant worden verhoogd door de optimalisering van de dienstregelingen m.b.v. harmonisering van de treinsnelheden, vermindering van de halte- en buffertijden en implementatie van geavanceerde beveiliging- en beheersingssystemen. Er zijn dan meer dan twaalf treinen per uur en richting mogelijk.

---

<sup>23</sup> Zie nader toelichting in het deelrapport Goverde & Hansen (2011), Innovatie op het spoor en mogelijkheden van ERTMS in Nederland.

## 6. MANAGEMENT VAN HET SPOORONDERHOUD

Goed beheer en onderhoud van de spoorinfrastructuur zijn een belangrijke voorwaarde voor de veilige exploitatie van spoorwegnetten. Beheer en onderhoud (Asset Management in het Engels) zijn naast capaciteitsmanagement en verkeersleiding een kerntaak van de infrastructuurmanager. In de volgende sectie wordt in het kort beschreven aan welke hoofdeisen het instandhoudingssysteem van de Nederlandse infrastructuurmanager ProRail volgens de beheerconcessie moet voldoen, hoe beheer en onderhoud zijn georganiseerd en met welke middelen de fysieke staat van de spoorinfrastructuur en de onderhoudsprestatie wordt geregistreerd. Vervolgens worden de hoofdkenmerken t.a.v. de organisatie van het infrastructuuronderhoud en, voor zover beschikbaar, de omvang en de investeringen voor vernieuwing van de spoorinfrastructuur bij de vijf andere onderzochte buitenlandse infrastructuurmanagers en spoorwegondernemingen toegelicht ten einde de overeenkomsten en verschillen t.a.v. de werkwijze en prestatie van ProRail duidelijk te maken. Ten slotte worden op basis van de vergelijking en de resultaten van de benchmarkanalyse in hoofdstuk 3 conclusies getrokken m.b.t. de effectiviteit van de instandhoudingsorganisatie van ProRail en de bereikte vernieuwing van het Nederlandse spoorwegnet.

### 6.1 ProRail

De Nederlandse spoorweginfrastructuur dient het met de reizigers- en goederentreinvervoerders in de Toegangsovereenkomst afgesproken aantal treinritten met een bepaald gewicht en snelheid via de geplande routes en op de geplande tijden veilig af te handelen. Als basis voor de regulering van het treinverkeer dient de vigerende dagdienstregeling met inachtneming van de voor het onderhoud vastgestelde capaciteitsonttrekkingen. Het Asset Management van ProRail<sup>24</sup> wordt gestuurd m.b.v. bepaalde kernprestatie-indicatoren t.a.v. de beschikbaarheid, veiligheid en kosten (zie ook hoofdstuk 4.4). De door ProRail te leveren prestaties worden elk jaar in het Beheerplan voor de komende periode nader beschreven en de realisering in het Jaarverslag gerapporteerd.

De instandhoudingsactiviteiten en -intervallen zijn vastgelegd in instandhoudingsconcepten die voor alle belangrijke objecttypes van de infrastructuur op basis van risicoanalyses zijn of worden ontwikkeld (bijlage B). De verzameling van alle instandhoudingsactiviteiten van alle tracés in enig jaar, Infracplan genoemd, bevat het landelijk vastgestelde overzicht voor de komende twee jaar (Productieplan) en een prognose voor volgende jaren inclusief een lange termijn plan (tijdshorizon twintig jaar). Deze instandhoudingsactiviteiten zijn gebaseerd op de instandhoudingsdocumenten, de actuele toestand van de infrastructuur en op meerjarenvervangingsplannen.

De instandhoudingsactiviteiten worden onderscheiden naar Kleinschalig Onderhoud (KO), Grootschalig Onderhoud (GO) en Vernieuwingen. Het GO en de Vernieuwingen worden gerealiseerd in de vorm van projecten, waarop gecertificeerde aannemers kunnen inschrijven. Het KO is aan de infrastructuur in het geheel uitbesteed aan daartoe erkende Proces-Contract-Aannemers (PCA's) in de vorm van onderhoudscontracten.

Veraart concludeert in zijn analyse van het transitieproces bij het spooronderhoud: «Privatisering is in 1997 als breekijzer gebruikt voor het forceren van volledige uitbesteding van het onderhoudswerk (...). Met de

---

<sup>24</sup> Bron: memo B.P. Smolders (directeur Assetmanagement) d.d. 22-08-2011.

splitsing zijn grotere synergieverliezen opgetreden dan gedacht en vallen de opbrengsten van de uitbestedingscontracten nog tegen (...) De ontstane contractvorming – regionale concessies met incomplete contracten – is echter niet optimaal en draagt het risico van juridificering van de contractrelatie in zich (...) De gemaakte ordeningskeuzes zijn niet principieel verkeerd, maar het ontbreekt aan samenhang (...) De complexiteit van de «outsourcing» is onderschat, het was geen simpele uitbesteding» [2007 p. 162/163]. Hij stelt een verbetering van de concessies voor d.m.v. beperking van de omvang van de bestaande concessies en afzonderlijke aanbesteding van componenten van nieuwe systemen of als alternatief de concessies te verruimen door ook beheertaken in het onderhoudscontract onder te brengen.

In de oorspronkelijke vorm werden de onderhoudsactiviteiten in Output-Proces-Contracten (OPC) aan de aannemer voorgeschreven, terwijl in de nieuwe vorm de te realiseren prestaties in Prestatie-Gerichte Onderhoudscontracten (PGO) objectief en meetbaar zijn gedefinieerd. Terwijl de OPC's sinds 2004 afrekenen op basis van door ProRail vastgestelde input-units en sturen op kwantitatieve output, sturen de PGO's op output en rekenen ze af afhankelijk van vereiste KPI.

De OPC's zijn meerjarencontracten, die sinds 2000 bij een van de drie procesaannemers zijn belegd, waarin prijsafspraken over gedefinieerde werkpakketten voor het onderhoudsplan zijn gemaakt. De PGO's zijn meerjarencontracten die in concurrentie zijn aanbesteed, waarbij de aannemer veel ruimte en vrijheid heeft op welke wijze (op basis van onderliggende FMECA<sup>25</sup>) hij aan de eisen voldoet. De focus van de PGO is gericht op het verminderen van de treinvrije periodes t.b.v. onderhoud, d.w.z. de verhoging van de beschikbaarheid van de spoorinfrastructuur.

De OPC's en PGO's voor het Nederlandse spoorwegnet (met uitzondering van de HSL-Zuid) waren oorspronkelijk verdeeld in circa veertig contractgebieden, maar zullen op termijn worden verminderd naar veertien PGO's. Voor elk concessiegebied zijn de fysieke kenmerken, zoals netwerklengte, spoorlengte, aantal, locatie en soort van wissels, kruisingen en seinen, verzameld en worden de uitgevoerde onderhoudsactiviteiten gedocumenteerd. De onderhoudsbudgetten voor PGO's zijn i.v.m. aanbesteding en concurrentie volgens een PCA<sup>26</sup> ongeveer gehalveerd t.o.v. OPC's, maar de contracten eisen minder omvangrijk werk, zonder concessies aan de veiligheidsnormen te doen, door beperking tot het strikt noodzakelijke onderhoud en doordat de bovenbouw op vele lijnen in de afgelopen jaren is vernieuwd (bijvoorbeeld door nieuwe spoorstaven, ballast en betonnen dwarsliggers met elastische spoorbevestiging).

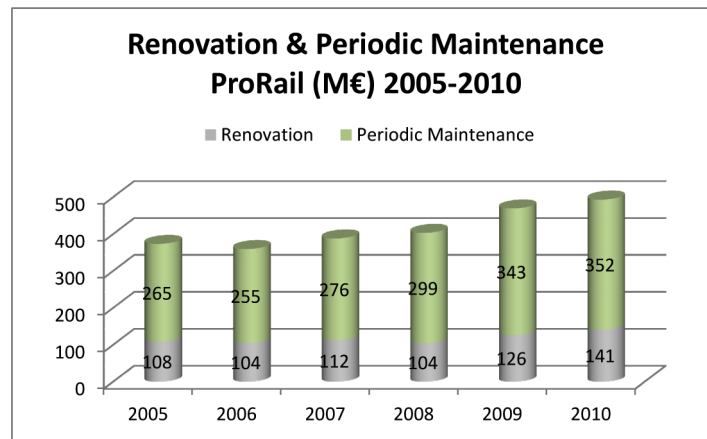
De onderhoudsuitgaven (zonder aandeel lonen en sociale lasten van het eigen personeel) zijn in de hele periode 2005–2010 na een tussentijdse piek in 2008 met 32% toegenomen tot € 493 miljoen in 2010, waarvan ongeveer drie kwart voor regulier onderhoud zijn besteed (Fig. 71). De gemiddelde uitbestede onderhoudskosten van de bovenbouw zelf zijn in de periode 2005–2010 met 26% gestegen en bedragen circa € 60 000 per spoorkilometer in 2010.

---

<sup>25</sup> Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.

<sup>26</sup> Interview met P. Groen, Directeur Services VolkerRail Nederland bv.

**Figuur 71: Uitgaven voor projectmatig en periodiek onderhoud ProRail 2005–2010**



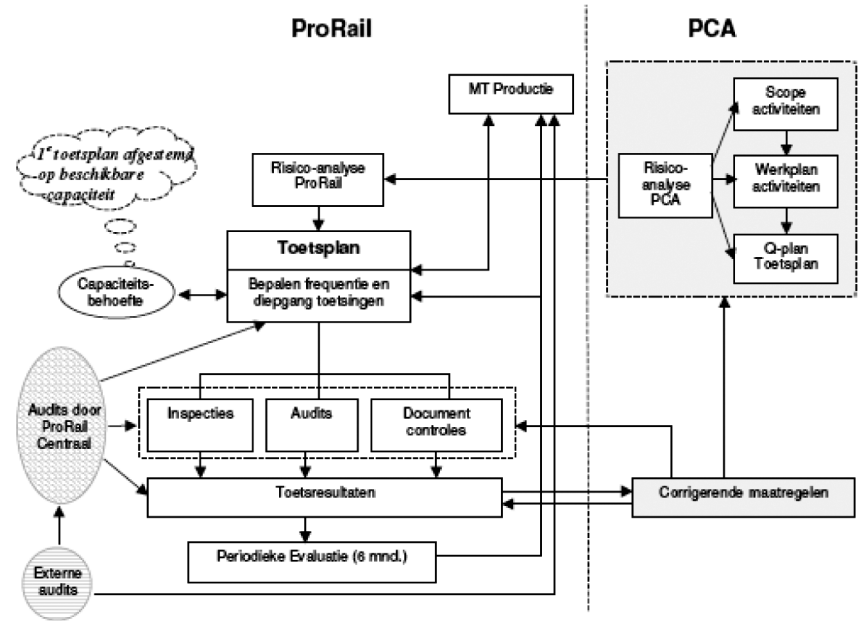
Voor bovenbouwvernieuwing heeft ProRail in 2005 € 220 miljoen en in 2006 € 200 miljoen besteed, maar in 2010 slechts € 168 miljoen. Sinds 2005 zijn elk jaar circa honderd spoorkilometer vernieuwd en rond 130 wissels vervangen. Dit komt overeen met 1,4% van de bestaande spoorlengte en 1,8% van de wissels. Uitgaande van een gemiddelde levensduur van de bovenbouw van veertig jaar zouden echter circa 175 km spoor en 180 wissels per jaar (2,5%) moeten worden vervangen. ProRail heeft in 2010 in totaal € 577 miljoen uitbesteed voor onderhoud en bovenbouwvernieuwing. Dit komt neer op gemiddelde onderhouds- en vernieuwingskosten van € 191 000/netwerkkilometer, € 85 000/spoorkilometer en € 3,95/treinkilometer.

Volgens het Beheerplan 2011 heeft ProRail uitgaven voor bovenbouwvernieuwing in de periode t/m 2020 van minimaal € 140 miljoen tot maximaal € 246 miljoen per jaar ingepland.

De toestand en prestatie van de infrastructuur worden gevolgd door registratie en analyse van de gegevens van inspecties (te voet, m.b.v. videoschouwtrein) en metingen zoals ultrasoon, wervelstroom, relais, duimstok, wisselmalling en geometrische ligging van het spoor m.b.v. een meettrein. De belasting van de sporen (aslasten) en het gebruik van de wissels worden m.b.v. sensoren en spoor(on)bezetmeldingen automatisch geregistreerd en dienen als basis voor het bepalen van het type en de frequentie van de onderhoudsbeurten.

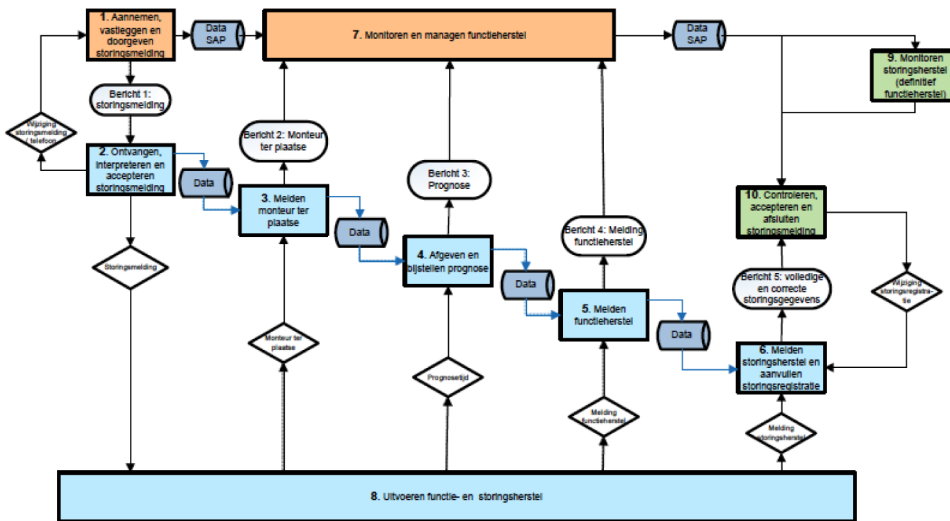
De kwaliteitsborging voor het KO door ProRail vindt plaats door eigen inspecteurs, die de kwaliteit van de infrastructuur meten, en door de analyse van meetgegevens, documentcontroles, audits, trendanalyses, incidentonderzoek en administratieve controles (gefactureerd werk). De kwaliteitsborging door de PCA's gebeurt op basis van inspectieregimes, eigen databases, bijbehorende rapportages, analyses, plannen, uitvoeren en controleren van onderhoudsactiviteiten. De inzet en samenhang van de toetsmiddelen door ProRail worden bepaald door een generieke risico-analyse die vervolgens per contractgebied specifiek wordt gemaakt (Fig. 72).

**Figuur 72: Kwaliteitsborgingsproces KO**

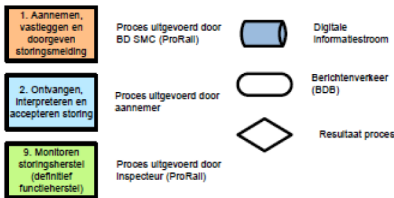


Binnen het KO wordt onderscheid gemaakt tussen gepland en ongepland onderhoud, waarbij het laatste het gevolg is van een storing. Het storingsmanagement bestaat uit een aantal processtappen, die onder de verantwoordelijkheid van de Bedieningsdeskundige SMC, de aannemer of de inspecteur vallen (Fig. 73). Alle storingen worden sinds half 1998 vastgelegd in het storingsregistratiesysteem (SAP), waarin categorie, oorzaak, object(onderdeel) en functiehersteltijd worden bijgehouden.

**Figuur 73: Storingsmanagementproces ProRail**

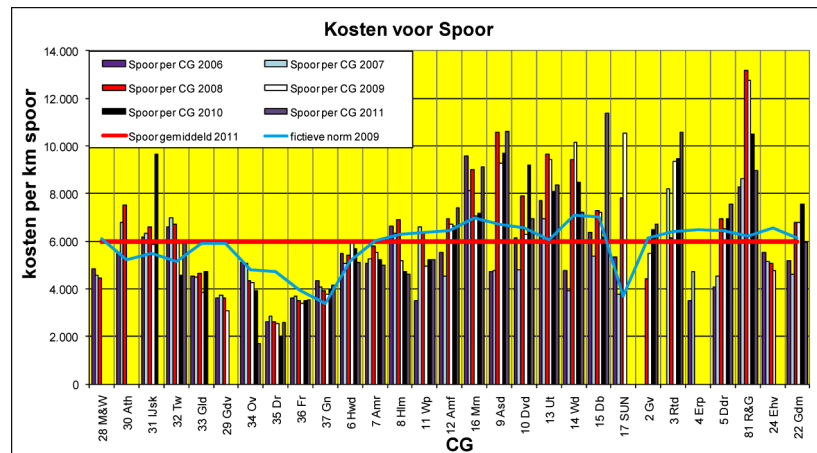


**Legenda**



De kosten per soort onderhoudsactiviteit, systeem en subsysteem, contractgebied, treinkilometer, tonkilometer en spoorkilometer worden periodiek berekend en geanalyseerd t.b.v. het signaleren van trends en het uitvoeren van benchmarks (Fig. 74).

**Figuur 74: Kosten per kilometer spoor per contractgebied (2006–2011)**



De gerealiseerde prestatie van de infrastructuur en de kosten op systeem-niveau en op lijnniveau worden vergeleken met de oorspronkelijke doelstellingen (bijlage C). In geval van afwijkingen worden de oorzaken onderzocht en maatregelen getroffen zoals aanpassingen van het



instandhoudingsconcept, modificatie van installaties, gebruikswijzigingen, aanpassingen aan de organisatie (procedures) en ook aan de doelstellingen.

De soorten storingen, oorzaken, objecten, onderdelen en functiehersteltijd worden sinds medio 1998 bijgehouden. Sinds 2006 wordt ook een gewogen beschikbaarheid bepaald afhankelijk van het belang van de spoorlijn en storingstijd. De hersteltijd voor alle storingen wordt tevens per lijn, contractgebied en objectsoort geregistreerd.

De belangrijkste storingsbronnen van het Nederlandse spoornet zijn m.b.t. techniek de wisselgeleiding (43%) en treindetectie. De stelselmatige analyse van de uitkomsten per corridor en deelnetwerk over de soort en het aantal en de duur van de storingen zoals treinvervoerders, reizigers en verladere deze ervaren, is nog in ontwikkeling.

## 6.2 Buitenlandse infrastructuurmanagers

Het onderhoud van de spoorinfrastructuur in België wordt door Infrabel gemanaged. Meer dan 90% van het kleinschalige onderhoud wordt door eigen personeel en apparatuur uitgevoerd, terwijl het grootschalige onderhoud en vernieuwingsinvesteringen worden uitbesteed.

De SBB voert KO met uitzondering van het slijpen van de spoorstaven en de eindmontage van wissels door eigen personeel en machines uit. GO en vernieuwingsinvesteringen worden (Europees) aanbesteed en door gecertificeerde aannemers (tegenwoordig zes ondernemingen) uitgevoerd. De onderhoudscontracten voor GO hebben een looptijd van vijf jaar en bevatten afspraken m.b.t. het beschikbaar stellen van onderhoudsploegen en machines. Het verhelpen van technische storingen gebeurt in principe door eigen personeel; incidenteel worden ook externe ondernemingen ingeschakeld. SBB besteedt omgerekend rond € 175 miljoen per jaar voor het onderhoud en de instandhouding van de bovenbouw en € 390 miljoen per jaar voor de vernieuwing van de bovenbouw, waarvan 60% voor spoorstaven en 40% voor wissels<sup>27</sup>. SBB zou daarmee omgerekend circa € 75 000 per spoorkilometer<sup>28</sup> en jaar of € 3,5 per treinkilometer uitgeven aan onderhoud en vernieuwing van de bovenbouw. Gemiddeld vernieuwt de SBB per jaar 190 kilometer spoor en rond 320 wissels. De instandhoudingskosten per spoorkilometer van de SBB zijn in de periode 2005–2009 met circa 25% gestegen (zonder inflatie met 13%).

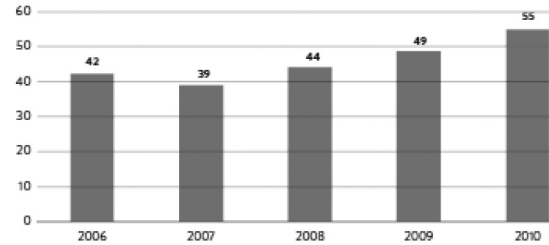
Het onderhoud van het Zweedse spoorwegnet met uitzondering van de Inlandsbana (1091 km), die bijna uitsluitend door goederentreinen wordt gebruikt, en de privaat gefinancierde Arlandabana van/naar de luchthaven Stockholm wordt sinds 2001 door Banverket, nu Trafikverket, gemanaged en uitsluitend door private ondernemingen uitgevoerd. De onderhoudswerkzaamheden werden toen in concurrentie aanbesteed, waarbij eerst de minder belaste lijnen voor een periode van drie jaar en later langer aan gekwalificeerde betrouwbare ondernemingen gegund werden. Het onderhoud van alle apparatuur en voorzieningen inclusief beheer (zoals winterwerkzaamheden, controle van spoorstaafoppervlakte, onderhoud van gebouwen), geplande en ongeplande werkzaamheden werd in hetzelfde vastprijscontract opgenomen. Slechts de aanschaf en vervanging van meer kostbare subsystemen wordt afzonderlijke gecontracteerd.

<sup>27</sup> E-mail J. Holzfeind/SBB d.d. 05-09-2011.

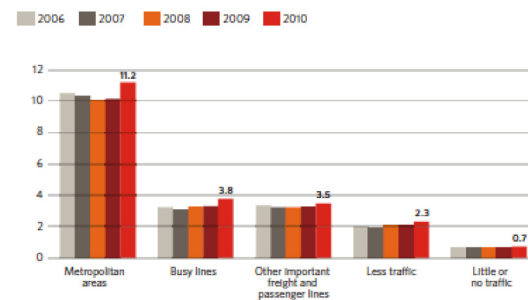
<sup>28</sup> In het «Second Opinion»-rapport voor het Zwitserse Bundesamt für Verkehr wordt echter een bedrag van € 66 000 per netwerkkilometer van de SBB genoemd met als bron het UIC Project LICB (BSL, 2010, Fig. 5–15 p. 73).

De onderhoudskosten per treinkilometer zijn in de afgelopen vijf jaar met 25% toegenomen (Fig. 75). Het aantal storingen per spoorkilometer is in het bijzonder tijdens de wintermaanden en in grootstedelijke gebieden 2010 tot het hoogste niveau sinds 2006 gestegen (Fig. 76).

**Figuur 75: Onderhoudskosten spoor (SEK) per treinkilometer in Zweden (bron: Trafikverket, 2010)**



**Figuur 76: Aantal storingen per spoorkilometer in Zweden (bron: Trafikverket, 2010)**



Tegenwoordig is 92% van de door Trafikverket beheerde spoorkilometers in concurrentie uitbesteed aan vier aannemers, waarbij de grootte van de contractgebieden varieert tussen de 250 en 1 250 spoorkilometer. Bijna twee derde van de spoorkilometers wordt door één contractnemer onderhouden. Trafikverket heeft in het verleden twee à drie offertes per gebied ontvangen, maar streeft naar meer offertes per gebied om één doel van de invoering van concurrentie voor de instandhouding («More railway for the money») te realiseren. De strategie van Trafikverket voor de onderhoudscontracten gaat naar perioden van vijf jaar met een optie voor verlenging met één à twee jaar ten einde duurdere investeringen te kunnen afschrijven. De beschrijving van het functionele programma van eisen voor het onderhoud berust op voorschriften voor de controle, meting en vrijgave van sporen en installaties inclusief maximale toleranties. T.a.v. de technische toestand en beschikbaarheid worden de eisen m.b.t. het aantal functionele storingen, treinvertragingen en de kwaliteit van de spoorligging gespecificeerd en met regelingen voor boetes en beloningen gecombineerd. Door de integratie van het beheer en onderhoud voor wegen en spoorwegen binnen Trafikverket worden synergie-effecten verwacht.

Het beheer en onderhoud van het spoorwegnet in Denemarken wordt door Banedanmark gemanaged. Het (kleinschalige) onderhoud wordt door eigen personeel en materieel uitgevoerd. Een meetvoertuig en een slijptrein t.b.v. registratie van bovenbouwzettingen en spoorstaafslijtage worden ingehuurd. Contracten voor grootschalig onderhoud en vernieuwing worden (Europees) aanbesteed, waarvoor naast twee Deense ook een aantal Duitse en Engelse ondernemingen gecertificeerd zijn. Banedanmark hanteert een aantal kwaliteitsindicatoren voor de planning

en uitvoering van onderhoudsactiviteiten m.b.t. spoorligging, oneffenheden van de spoorstaafkop, bevestigingsmiddelen, dwarsliggers, ballast en herstel van beveiligingsapparatuur afzonderlijk voor het S-bane-net in Kopenhagen en het landelijke spoornet. De monitoring van uitgevoerde onderhoudsactiviteiten en bestede middelen wordt sinds 2007 bijgehouden en de uitkomsten worden per maand vergeleken met het aantal geplande maatregelen op basis van het met de overheid afgesproken onderhoudsplan en -budget. Het ontwerp en de supervisie van vernieuwingsprojecten worden gedaan door ingenieurbureaus. Gemiddeld wordt circa vijftig spoorkilometer per jaar vernieuwd.

De planning en engineering van onderhoudswerkzaamheden en vernieuwingsinvesteringen worden in Japan geheel door eigen personeel gedaan. De uitvoering van spooronderhoud en -vernieuwing wordt door JR East aan private ondernemingen uitbesteed.

### 6.3 Conclusies

Privatisering van het spooronderhoud blijkt haalbaar. De organisatie en aanpak van ProRail voor het beheer en onderhoud van het Nederlandse spoornet door uitbesteding van het kleinschalige onderhoud aan private gecertificeerde ondernemingen komen grotendeels overeen met de praktijk van de Zweedse infrastructuurmanager. Beide zijn bezig met de optimalisering van de functionele programma's van eisen, grootte van de contractgebieden en spreiding van de aanbestedingen in de tijd om voldoende prikkels voor efficiëntieverhoging o.a. door schaalvergroting van de markt en netwerken in te bouwen.

De geïntegreerde spooronderneming SBB en de Belgische infrastructuurmanager Infrabel voeren het kleinschalige onderhoud nog steeds grotendeels met eigen personeel en materieel uit, terwijl dit bij JR East door private onderaannemers gebeurt. De door SBB vermelde gemiddelde bestedingen voor onderhoud en vernieuwing van de bovenbouw van de SBB met omgerekend € 564 miljoen per jaar of € 76 000/spoorkilometer blijken in strijd met andere bronnen en derhalve niet geschikt voor vergelijking.

De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de spoorinfrastructuur hangen niet alleen sterk af van de bestedingen voor onderhoud en de intensiteit van het gebruik, maar ook van de hoogte van vernieuwingsinvesteringen. Een vergelijking van de efficiëntie van de onderhoudsorganisatie en -bestedingen (zie ook § 4.4.2.1) in de onderzochte spoornetten is in het kader van deze globale verkenning maar beperkt mogelijk i.v.m. niet-complete of niet-beschikbare gegevens m.b.t. de fysieke belasting van de spoorinfrastructuur (bruto tonkilometers per jaar) door enkele infrastructuurmanagers.

De specifieke beheer- en onderhoudsbestedingen van ProRail per kilometer spoor en jaar zijn in vergelijking met de andere onderzochte spoorwegnetten met uitzondering van Zweden aan de lage kant (Fig. 44 pag. 21), terwijl de gemiddelde verkeersprestatie per netwerkkilometer (Fig. 36 pag. 18) samen met de SBB maximaal is. Voor bovenbouwvernieuwing heeft ProRail in de periode 2005–2008 jaarlijks tussen de € 200 miljoen en € 299 miljoen besteed, maar in 2009 en 2010 slechts € 170 en € 168 miljoen per jaar. Elk jaar werden in Nederland sinds 2005 circa honderd spoorkilometer vernieuwd en rond 130 wissels vervangen. Dit betekent rond de helft minder spoorkilometers en twee derde minder

nieuwe wissels per jaar dan door de SBB, hoewel het gemiddelde aantal treinkilometers per netwerkkilometer in beide spoornetten niet veel verschilt.

Dit is een indicatie voor een mogelijke onderbesteding van middelen voor onderhoud en vernieuwing van het Nederlandse spoornet, die kan leiden tot meer technische storingen van de spoorinfrastructuur en vertragingen dan wenselijk is. Per slot van rekening hangen de beschikbaarheid en de betrouwbaarheid van het spoornet af van de efficiënte beheersing van de infrastructuur (en het materieel) op de lange termijn (life-cycle costs). De uitdaging voor ProRail bestaat uit het bepalen van de optimale mix van investering in de (vernieuwing van de relatief kostbare) onderbouw, besteding van voldoende middelen voor onderhoud en vernieuwing van de bovenbouw om degradatie te voorkomen en toepassing van effectieve prikkels in de contracten met de aannemers voor de vermindering van het aantal en de hersteltijd van storingen.

Het feit dat de specifieke onderhouds- en vernieuwingsuitgaven per spoorkilometer van ProRail en Trafikverket – beide worden gekenmerkt door volledige verticale splitsing tussen infrastructuurbeheer en treinexploitatie, alsmede outsourcing en privatisering van het spooronderhoud – duidelijk lager zijn dan in de andere landen, wijst op de mogelijke samenhang tussen deregulering van de spoorsector en relatief sterkere bezuiniging van de bestedingen voor spooronderhoud en -vernieuwing.

De wijze van storingsregistratie en analyse van de effecten op de beschikbaarheid, benutting en onderhoudskosten in de onderzochte spoorwegnetten blijkt sterk uiteen te lopen, terwijl de samenhang tussen uitvalkans, hersteltijd en gevolgen van de belangrijke systeemelementen, gebiedskenmerken en prestatie-indicatoren cruciaal is voor de beoordeling van het onderhoudsysteem. De koppeling tussen en analyse van specifieke storingsparameters zoals kans op uitval en hersteltijd van de belangrijkste systeemelementen, optimalisering van de life-cycle costs voor onderhoud en de tijdige vernieuwing van cruciale onderdelen zoals wissels vooral t.a.v. de belangrijkste spoorlijnen, verdienen een veel hogere prioriteit in de vernieuwingsplannen voor de organisatie van het beheer en de aansturing en supervisie van het spooronderhoud door ProRail.

## 7. SPOORVERVOERBELEID EN STRATEGIEËN

### 7.1 Deregulering

De deregulering van de nationale spoorwegen is in 1988 in Zweden begonnen met de splitsing tussen de infrastructuurmanager Banverket en de spoorvervoeronderneming SJ [Ekström,2001]. SJ is in 2001 verder in zes onafhankelijke ondernemingen voor reizigersvervoer, goederenvervoer, grondexploitatie, onderhoud en schoonmaak gesplitst, terwijl voor het regionale treinvervoer in Stockholm een nieuwe spooronderneming is opgericht. In 2010 is het beheer en onderhoud voor het spoornet gefuseerd tot één beheersonderneming als onderdeel van Trafikverket samen met wegen, vaarwegen en luchthavens<sup>29</sup>.

De Deense infrastructuurmanager Banedanmark, in 1997 van de spoorvervoeronderneming DSB afgescheiden, is verantwoordelijk voor het beheer van het spoornet. Slechts een klein aantal regionale lijnen wordt door private treinvervoerders zoals Arriva geëxploiteerd. In België is de nationale spoorwegonderneming eind 2004 onder een holding van NMBS in de infrastructuurmanager Infrabel en de treinvervoerder NMBS gesplitst. De spoorwegondernemingen en netwerken van de SBB en JR East zijn nog steeds verticaal geïntegreerd, maar SBB voert een gescheiden boekhouding voor infrastructuur en treinexploitatie overeenkomstig de EU-wetgeving<sup>30</sup>. Concurrentie op de rails en aanbesteding ontbreken in Japan<sup>31</sup>.

In Nederland zijn in 1995 de taakorganisaties Railinfrabeheer, RailNed en Verkeersleiding uit de NS gehaald, onder gezag van de minister van Verkeer en Waterstaat gebracht en in 2001 losgemaakt van de NS [Veraart, 2007]. Het oorspronkelijke regeringsplan tot privatisering van NS werd in 2002 afgeblazen. Het beheer van de spoorinfrastructuur inclusief capaciteitsmanagement en verkeersleiding is na invoering van de spoorwegwet 2003 uit de NS-holding gehaald. In 2005 heeft de regering de concessie voor het beheer van de Nederlandse spoorinfrastructuur met uitzondering van de HSL-Zuid voor een periode van tien jaar aan ProRail gegund. De concessie voor de exploitatie van het kernnet is in 2005 ook voor tien jaar onderhands aan de NS verstrekt.

De hoofdkenmerken van de deregulering van de spoorwegen in de zes onderzochte landen en spoornetten zijn in Tabel 10 in het kort weergegeven. Voor de tegenwoordige structuren van de spoorwegsector in de onderzochte landen zie bijlage D.

<sup>29</sup> [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6305/2011\\_055\\_the\\_swedish\\_transport\\_administration\\_annual\\_report\\_2010.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6305/2011_055_the_swedish_transport_administration_annual_report_2010.pdf)

<sup>30</sup> Artikel 14 Railway Directive EC2001/14 staat de mogelijkheid toe van een, in wettelijke vorm, niet-onafhankelijke infrastructuurmanager t.o.v. een spooronderneming, maar schrijft wel een onafhankelijke organisatie en besluitvorming voor t.b.v. capaciteitstoeiding.

<sup>31</sup> Van de Velde & Martens, 2003.

**Tabel 10: Kenmerken van de spoorwegderegulering in de onderzochte landen**

	Nederland	België	Zwitserland	Zweden	Denemarken	Japan
Infrastructuur- en capaciteitsmanagement	volledig gescheiden	onderdeel holding vervoerder	geïntegreerd, boekhoudkundig gescheiden	gescheiden geïntegreerd met wegen	volledig gescheiden	volledig geïntegreerd
Aanbesteding hoofdspoornet hogesnelheidslijnen	nee ja	nee nee	nee nee	deels nee	nee –	nee nee
Reizigerstreinvervoerders <sup>1</sup> Goederentreinvervoer	10 geprivatiseerd	1 vrachtgroep, filialen en deelneming	42 vrachtgroep en deelnemingen	14 geprivatiseerd	7 geprivatiseerd	>27 geprivatiseerd
Onderhoud infrastructuur	geprivatiseerd	gescheiden	geïntegreerd, boekhoudkundig gescheiden	geprivatiseerd	geprivatiseerd	geprivatiseerd
Spoorgebruiksheffing	€ 1,57/ trein-km	€ 5,81/ trein-km	€ 3,74/ trein-km	€ 0,42/ trein-km	€ 1,27/ trein-km	€ 2,68/ trein-km
Exploitatie-bijdrage door overheid	ja	ja	ja	ja	ja	nee <sup>2</sup>

<sup>1</sup> exclusief grensoverschrijdende lijnen

<sup>2</sup> behalve voor de eilandspoornetten Hokkaido, Shikoku en Kyushu

Hoewel het infrastructuur- en capaciteitsmanagement in elk van de vijf onderzochte Europese landen formeel aan de basiseis van de Europese Railway Directive 2001/14 voldoet – door volledige of slechts boekhoudkundige scheiding van het infrastructuurmanagement t.o.v. treinvervoerondernemingen –, oefent de hoofdspooronderneming in de praktijk nog steeds een grote invloed uit op de toedeling van treinpaden doordat periodieke reizigerstreindiensten meestal voorrang hebben en de gedetailleerde dagdienstregeling door haar en niet door de infrastructuurmanager wordt ontworpen.

De openstelling van de onderzochte spoornetten voor private goederentreinvervoerders is behalve in België in wezen gerealiseerd. De aanbesteding en gunning van regionale lijndiensten voor andere dan de hoofdreizigerstreinvervoerder zijn in Nederland, Denemarken en Zweden tamelijk ver gevorderd, maar in België überhaupt nog niet van de grond gekomen. Door de grote hoeveelheid kantonale spoorondernemingen en spoornetten met smalspoorwijdte zijn de regionale spoornetten in Zwitserland zeer versplinterd, terwijl medegebruik van het hoofdrailnet door derden met materieel voor normaalspoor mogelijk is, indien de infrastructuurcapaciteit dat toelaat. Het spoornet van JR East wordt slechts incidenteel 's nachts door goederentreinen benut.

Het onderhoudswerk van de spoorinfrastructuur wordt in Nederland, Denemarken, Zweden en Japan aan private onderaannemers uitbesteed. Alleen in België en Zwitserland wordt het spooronderhoud nog steeds door eigen personeel en materieel van de hoofdtreinvervoerder gedaan. De kosten voor het beheer en onderhoud van de spoorinfrastructuur worden behalve in Japan in geen van de onderzochte landen door de inkomsten uit spoorheffing gedekt, waarbij de hoogte van het basistarief per treinkilometer sterk varieert. Alleen in België en bij de langeafstandspoorlijnen in Zweden lijken de inkomsten uit spoorheffing bijna voldoende ter financiering van de beheers- en onderhoudskosten van de infrastructuur. Bij elk van de onderzochte landen behalve het spoornet van JR East wordt het reizigerstreinvervoer door overheden gesubsidieerd. JR East is net als JR Central en JR West een naamloze vennootschap, waarvan de aandelen grotendeels door private beleggers zijn gekocht en

die sinds de privatisering in 1987 winst maakt. De onderhouds- en exploitatiekosten en de investeringen worden uit eigen inkomsten gefinancierd en een deel van de winst aan de beleggers uitgekeerd<sup>32</sup>.

De opinies over de effecten van de verticale of horizontale scheiding van spoorwegondernemingen en de splitsing tussen infrastructuur en treinexploitatie op de productiviteit en efficiëntie lopen nogal uiteen. Veraart [2007 p. 131] pleit ervoor om de splitsing van exploitatie en beheer op het kernnet weer ongedaan te maken doordat een vereenvoudiging van het sturingsmodel kan bijdragen aan de optimalisering van de investeringen en de bedrijfsvoering. Growitsch & Wetzel [2007] concluderen uit hun onderzoek van het aantal werknemers, treinen, de exploitatiekosten en de netwerk lengte als input en het aantal treinkilometers, reizigerskilometers en tonkilometers van 54 spoorwegondernemingen, waarvan 27 uit Europa, als output lichte efficiëntievoordelen voor geïntegreerde ondernemingen m.b.t. schaalvoordelen.

Cantos et al. [2009] hebben m.b.v. niet-parametrische analysetechnieken de technische productiviteits- en efficiëntietoename van reizigers- en tonkilometers van zestien Europese spoorwegondernemingen als output berekend op basis van inputdata m.b.t. de aantallen werknemers, spoorbakken, treinstellen, goederenwagens en de netwerk lengte. Zij concluderen de grootste productiviteits- en efficiëntiestijgingen in die landen die de infrastructuur van de treinexploitatie hebben gescheiden en waar nieuwe vervoerders tot de spoormarkt zijn toetreden. De invoering van openbare aanbesteding van reizigerslijnen heeft volgens Cantos et al. echter geen significante invloed op de productiviteit en efficiëntie gehad. Drew & Nash concluderen «no evidence that vertical separation leads to efficiency gains» [2011 p. 13]. «Any efficiency advantages arising from competition must be compared with possible reductions in efficiency because of transaction costs between the infrastructure manager and the incumbent operator» [2011 p. 2].

Wolff heeft in zijn recente Masterscriptie [2011] de organisatiemodellen, effectiviteit en efficiëntie geanalyseerd van spoorwegondernemingen in 35 landen, waarvan acht buiten Europa, m.b.v. een reeks *key performance indicators* (KPI), DEA, *customer satisfaction* onderzoekresultaten en berekening van de *Liberalization index and correlation coefficient analysis* volgens IBM & Kirchner [2011]. Hij concludeert dat er weinig correlatie bestaat tussen het organisatiemodeltype en de prestatie, noch dat enige herkenbare invloed zichtbaar is op de effectiviteit van de productie en van de ingezette middelen. T.a.v. de efficiëntie wordt een lichte trend ten gunste van gescheiden organisatiestructuren vermeld, maar geen sterke correlatie gevonden.

Het recente onafhankelijke rapport in opdracht van het Britse Dept. of Transport en de Office of Rail Regulation constateert [2011 p. 284]: «in the railway sector, privatization does not appear to have led to the cost reductions seen in other privatized industries». De hoofdredacteur van het vooraanstaande internationale spoorwegvaktijdschrift *Railway Gazette International* concludeert dan ook «Competition is not an objective in its own right but a means of achieving a more efficient railway» [Jackson, 2011].

---

<sup>32</sup> Lübke & Nieß, 2002.

## 7.2 Strategieën

De hoofdaandachtspunten t.a.v. de missie en strategie van de infrastructuurmanager en hoofdtreinvervoerder in de zes onderzochte landen worden vervolgens in het kort beschreven en vergeleken.

### 7.2.1 Nederland

De strategische hoofddoelstellingen van ProRail [Jaarverslag 2010 p. 47] zijn gericht op:

- Ruimte voor groei op het spoor,
- Tevreden klanten en omgeving,
- Excellente en veilige operatie,
- Verbetering van de efficiency.

Deze hoofddoelstellingen zijn vertaald in bedrijfsinterne perspectieven m.b.t. (i) vervoerders en dienstregelingen, (ii) operatie en (iii) projecten. Ad (i) beoogt ProRail «meer capaciteit voor reizigers en goederen (te) creëren door anders plannen, uitvoeren, verdelen en bouwen» en «meer waarde voor de klant (te) creëren door toegesneden diensten, transparante prijzen en snelle levering»<sup>33</sup>. Ad (ii) wil ProRail de spoorinfrastructuur «24x7 beschikbaar, betrouwbaar en veilig» houden en «assetmanagement en systeemontwikkeling, gericht op capaciteitsgroei en kostenreductie»<sup>33</sup> realiseren. Ad (iii) zullen de projecten gestuurd worden op basis van «snel en zorgvuldig advies, ontwerp en realisatie (...), integrale programmering (...) veel, snel & anders, met hoge kwaliteit»<sup>33</sup>.

Dit houdt in een «flinke jaarlijkse groei en hoogfrequent spoorvervoer op de belangrijkste verbindingen(...)met hoge punctualiteit en waar mogelijk kortere reistijden»<sup>34</sup>. ProRail heeft de ambitie om de «life-cycle costs per treinkilometer binnen vijf jaar met 20% (te) verlagen»<sup>34</sup>. De groeiambities van de overheid en de spoorsector van 5% per jaar in deze kabinetsperiode, hoogfrequent spoorvervoer op de drukste corridors in de brede Randstad (Fig. 75) op de middellange termijn worden bevorderd door de zogenoemde «Triple A»<sup>35</sup>-aanpak van ProRail. Sinds 2008 werkt ProRail samen met de vervoerders in opdracht van de minister van Infrastructuur en Milieu aan het Programma Hoogfrequent Spoor (PHS) om «spoorboekloos reizen» mogelijk te maken. De opgave van ProRail is «ruimte te creëren voor 50% meer treinen op de drukste corridors in de brede Randstad»<sup>36</sup>.

De integrale maatregelenpakketten bevatten een aantal vaste en variabele elementen voor de verschillende corridors in de Randstad, overige trajecten en knelpunten, die ervan uitgaan dat de verhoging van de treinfrequentie voor reizigers- en goederentreinen tot 2020 kan worden bewerkstelligd zonder invoering van een nieuw treinbeveiligings- en beheersingssysteem en dat maatregelen zoals «Kort volgen» en niet nader gespecificeerde be- en bijsturingssystemen voldoen [ProRail et al., 2010 p. 89–102, 110–117].

ProRail denkt de omloopsnelheid van de treinen te kunnen verhogen door een combinatie van maatregelen zoals Seinen dichters op elkaar («Kort volgen»), optimaliseren infrastructuur (minder wissels), optimalisering van vertrekseinen en vertrekproces (stop/doorschakelingen, knipperend vertreklicht), goed optrekkend/ remmend materieel en voldoende scherpte van het personeel [ProRail, 2011].

<sup>33</sup> Jaarverslag 2010 p. 47.

<sup>34</sup> ProRail, Jaarverslag 2010 p. 47.

<sup>35</sup> ProRail, Beheerplan 2010 p. 4; voor meer detail zie Goverde & Hansen, 2011.

<sup>36</sup> ProRail, Beheerplan 2011 p. 8.



**Figuur 77: Spoorboekloos reizen in 2020 (bron: ProRail Beheerplan 2011)**



De ambitie van NS is een klantgedreven, multimodale nationale en Europese dienstverlener te zijn met betrouwbaar reizigersvervoer, comfortabele treinen (en bussen), levendige stationsgebieden en diensten in de reisketen van deur tot deur [Jaarverslag 2010]. De hoofddoelstellingen van NS zijn:

- Op tijd rijden,
- Informatie verstrekken en service verlenen,
- Bijdragen aan sociale veiligheid,
- Voldoende vervoerscapaciteit creëren,
- Zorgen voor schone treinen en stations.

Voldoende rendement wordt als randvoorwaarde beschouwd om te kunnen investeren en als bepalend gezien voor de continuïteit van de onderneming. NS stelt dat een rendement van ten minste 7% na belasting noodzakelijk is voor investeren in groei en kwaliteit.

NS wil meer klanten binden en het belang van het treinvervoer in de samenleving stimuleren door excellente dienstverlening, waarvan veiligheid een essentieel onderdeel is. Haar kernkwaliteit ziet de NS in het «op de juiste manier inspelen op klantwensen en -behoeften in logistiek complexe situaties»<sup>37</sup>.

Het strategische doel van NS is de concessie voor het Nederlandse hoofdrailnet ook vanaf 2015 te blijven uitvoeren en vanuit de thuismarkt haar diensten ook in het buitenland te expanderen. NS stelt op kop te lopen in duurzame mobiliteit en wil de energie-efficiëntie jaarlijks met 2% verbeteren. Hiervan zijn zes strategische thema's (klant is koning, denken van deur tot deur, Europa werkterrein, vakmanschap, zuinig op de omgeving, kostenbewust werken) afgeleid, die in de bedrijfsonderdelen worden uitgewerkt. Meetbare prestatiedoelstellingen t.a.v. op tijd rijden,

<sup>37</sup> NS, Jaarverslag 2010 p. 31.

informatievoorziening, reinheid, sociale veiligheid en kans op een zitplaats zijn in het Vervoerplan 2011 opgenomen.

De Federatie Mobiliteitsbedrijven Nederland (FMN) heeft onlangs een andere ordening van het openbaar vervoer door Het Nieuwe Spoorplan geopperd [FMN, 2011]. De FMN adviseert de Intercity's en de zeven Regionetten aan te besteden, waarbij het Intercitynetwerk in zijn geheel of in de vorm van drie geografische netten (Centraal, Noord-Oost en Zuid) en de afzonderlijke Regionetten in het kader van multimodale aanbestedingen geïmplementeerd kunnen worden. Door de integratie van treinlijnen en streekbussen die geëxploiteerd worden door regionale vervoerders, verwacht de FMN een kwalitatief beter aanbod voor de reiziger, terwijl kan worden bezuinigd en met een efficiëntere inzet van middelen effectiever openbaar vervoer kan worden geboden.

In haar reactie op het voorstel van de FMN stelt de minister van Infrastructuur en Milieu dat het belang van de reiziger voorop moet staan, vraagstukken rondom de logistieke inpasbaarheid van de voorgestelde dienstregelingen bestaan en de aanbesteding kan leiden tot verkeerde incentives i.p.v. optimale vervoerkundige oplossingen tegen de laagste prijs [Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011]. De voorgestelde efficiëncywinst zou in de financiële afspraken met decentrale overheden moeten worden aangetoond in de concessies voor de Regionetten, die over de bestuursgrenzen van provincies en kaderwetgebieden heengaan.

De Vereniging Openbaar Vervoer Centrumgemeenten (VOC) bepleit een betere integratie van de Regiosprinter op het hoofdrailnet ten einde een soort S-Bahn-netwerk in de stedelijke agglomeraties op het hoofdrailnet te creëren in combinatie met een aantrekkelijker tariefsysteem voor kortere afstanden, bedieningsplicht voor nieuwe stations en verbetering van de reisinformatie [VOC, 2011].

### 7.2.2 België

De NMBS heeft de basisopdracht van de Belgische Staat het spoorvervoer op het Belgische net te bevorderen, een alternatief te bieden voor meer milieubelastende vervoerwijzen en optimale kwaliteitsdienst te bieden zodat de groei van het spoorverkeer sterker is dan de groei van het verkeer van alle vervoerwijzen samen [Beheerscontract NMBS-Holding 2008–2012]. Als kern van de identiteit worden door NMBS pragmatisme, passie en moderniteit genoemd. Haar belangrijkste aandachtspunten zijn de 3 P's (People, Profit, Planet)<sup>38</sup>.

De doelstellingen zijn bij voorrang gericht op de dagelijkse kwaliteit. Elke vennootschap van de NMBS-groep en elke dienst moeten kwaliteitsdoelstellingen krijgen die economische aspecten bevatten, meetbaar zijn en in het kader van opvolgingsprocedures worden gemeten<sup>39</sup>. De kwaliteit van de prestaties dient bepaald te worden t.o.v. de bijdrage aan de finale doelstelling van de groep:

- het spoorwegsysteem laten functioneren in comfortabele en betrouwbare omstandigheden (exploitatieveiligheid en sociale veiligheid, beveiliging en stiptheid),
- zo goed mogelijk tegemoetkomen aan de behoeften tijdens, voor en na het vervoer (toegankelijkheid, intermodaliteit, ticketing, stations),
- kwaliteit van de informatie voor reizigers, ondernemingen en besturen over bijzonderheden, moeilijkheden, uitdagingen, voordelen en projecten,

<sup>38</sup> <http://www.b-rail.be/corporate/N/company/vision/index.php>, <http://www.b-rail.be/corporate/N/company/governance/index.php>

<sup>39</sup> Beheerscontract NMBS-Holding 2008–2012 Art. 2.

- kostenefficiënt beheer van de infrastructuur voor het onthaal van de reizigers, zodat
- 25% meer binnenlandse treinreizigers over de periode 2006–2012 kan worden vervoerd,
- een gemiddelde jaarlijkse groei van 5% van het aantal reizigers over dezelfde periode kan worden gerealiseerd<sup>40</sup>,
- de NMBS-holding moet zorgen dat de stations in staat zijn om die groei op te vangen,
- Infrabel moet zorgen dat het spoornet voldoende capaciteit heeft voor zo'n groei,
- opzetten van een gemeenschappelijk platform van de verschillende openbare vervoermaatschappijen voor e-ticketing<sup>41</sup>,
- honderd stationsgebouwen toegankelijk te maken voor personen met beperkte mobiliteit tegen 2018<sup>42</sup>,
- het globale energieverbruik (exclusief tractie-energie) tegen 2012 met 7,5% en tegen 2020 met 20% te verminderen in vergelijking met 2005<sup>43</sup>.

De verhoging van de kwaliteit van de treindiensten en modernisering van het materieelpark voor het reizigersvervoer in de metropool Brussel staat voorop. De grootste uitdaging voor NMBS bestaat in het wegwerken van de grote verliezen van B-Cargo en het verminderen van de kosten, zodat het goederenvervoer de concurrentie met het wegvervoer en de binnenvaart aankan [Descheemaeker, 2006].

Infrabel heeft onlangs een programma met strategische doelstellingen voor de modernisering van de verkeerssturing opgesteld, te weten invoering van «exception based verkeerssturing», drastische vermindering van het aantal seinzalen, invoering van Centrale Traffic Control, aanpassen veiligheidsprocedures t.b.v. interoperabiliteit, real time information management<sup>44</sup>.

### 7.2.3 Zwitserland

Het beleid van de Zwitserse overheid is gericht op internationale coördinatie van de verkeersinfrastructuur zoals het hogesnelheidsnet, combinatie van de verschillende vervoerwijzen door bevordering van het openbaar vervoer en het langzaam verkeer in de agglomeraties en m.b.t. het recreatievervoer, alsmede het zware goederenvervoer over middel-lange en lange afstand meer naar het spoor over te hevelen. De basis hiervoor bestaat uit de spoorweghervorming, heffing voor het zware goederenvervoer op de weg en de modernisering van de spoorinfrastructuur [Schweizerische Eidgenossenschaft, 2010a]. Het optimale gebruik van de bestaande verkeersinfrastructuur (inclusief infrastructuur waarvan het besluit tot aanleg al is genomen) heeft voorrang boven de planning en aanleg van nieuwe verkeersvoorzieningen. De verkeerstelematica wordt gezien als een belangrijk middel voor de optimalisering van de verkeersbewegingen. Er wordt gestreefd naar een zo goed mogelijke *Eigenwirtschaftlichkeit* van elke vervoerwijze door toepassing van het veroorzakingsprincipe (kostendekking van de bedrijfs- en de externe kosten in de vorm van gezondheids- en milieuschade<sup>45</sup>).

De strategische doelen van de Zwitserse Bundesrat m.b.t. de SBB zijn de realisering van een jaarresultaat ter grootte van CHF 402 miljoen in 2012, een kasoverschot van – 25 miljoen in 2012, continue verhogen van de productiviteit en winstgevend internationaal goederenvervoer vanaf 2013 [Geschäftsbericht 2010]. De SBB heeft daarnaast de volgende negen doelstellingen geformuleerd:

<sup>40</sup> Beheerscontract NMBS–Holding 2008–2012 Art. 3.

<sup>41</sup> Beheerscontract NMBS–Holding 2008–2012 Art. 50.

<sup>42</sup> Beheerscontract NMBS–Holding 2008–2012 Art. 52.

<sup>43</sup> Beheerscontract NMBS–Holding 2008–2012 Art. 54.

<sup>44</sup> Infrabel Right On Track, Verkeerssturing van de toekomst, Januari 2011.

<sup>45</sup> UVEK Politik <http://www.uvek.admin.ch/themen/verkehr/01229/index.html?lang=de>

- klantentevredenheid (aantrekkelijke, goedkope en milieuvriendelijke mobiliteitsoplossingen; vriendelijke, veilige, schone en stipte dienstverlening; regelmatige klantenbarometers bij reizigers- en goederenvervoer, alsmede de tevredenheid van de kantons
- zorg voor de image (stiptheid, betrouwbaarheid en comfort),
- werknemerstevredenheid (sleutel voor succes),
- klantenstiptheid (zoals door de klanten beleefd, inclusief missen van aansluitingen),
- veiligheid (op basis van jaarlijkse werk-, rangeer- en treinongevallen),
- jaarresultaat,
- kasoverschot (free cash-flow),
- marktaandeel en -positie (prijs-prestatieverhouding voor nationaal en internationaal personenvervoer, goederenvervoer en huuropbrengsten),
- ecologische duurzaamheid (energiemix, energie-efficiëntie, geluid, afval, schadelijke stoffen).

De Gotthard-basistunnel (57 km) zal in 2017 gereed zijn en samen met de al in 2007 geopende Lötschbergtunnel (35 km) en de Ceneri-basistunnel (15 km) zullen in 2019 de Nieuwe Alpentransversale (NEAT) volledig beschikbaar zijn. Het Zwitserse Parlement heeft in 2009 een investeringsprogramma van CHF 5,4 miljard tot 2 030 goedgekeurd voor uitbreiding van het *Knotenkonzept* van het programma Bahn 2000 (vijftienminutenpatroon IC- en regiotreinen) ter verkorting de reistijd op de oost-westas met dertig minuten, verbetering van de overstaprelaties en verhoging van de capaciteit [Schweizerische Eidgenossenschaft, 2010b p. 50].

Inbegrepen zijn de uitbreiding van het knelpunttraject Lausanne–Renens naar vier sporen, perronverlenging in Lausanne naar 420 m en vervanging van de seinhuizen (interlockings). Terwijl het Europese standaard treinbeveiligingssysteem ETCS Level 2 op de nieuwe verbinding Mattstetten–Rothrist (lijn Bern–Zürich) in 2006 en in de Lötschbergtunnel in 2007 zijn ingebouwd, zal het Zwitserse deel van de internationale corridor Rotterdam–Genua vanaf 2012/2013 met ETCS worden uitgerust. Daardoor kan de capaciteit op deze noord-zuidcorridor naar zes goederentreinen per uur en richting (260 goederentreinen/etmaal) worden verhoogd. Daarnaast ontwikkelt SBB sinds 2009 het geïntegreerde *Planungs- und Dispositions- und Zuglenkungssystem (RCS)*, waarmee vanaf 2014 automatische instelling van rijwegen en real-time snelheidsadviezen gegeven zullen worden [Dolder, 2009 en 2010].

#### **7.2.4 Zweden**

Het toekomstplan voor de Zweedse spoorwegen 2004–2015 bevat een investeringsbedrag van € 11,7 miljard, waarvan drie projecten door de Zweedse regering zijn gefinancierd, te weten de aanleg van de City Line door het stadscentrum van Stockholm, de dubbelsporige uitbreiding van twee baanvakken (totaal 170 km) en subsidies voor nieuw materieel, exploitatie en onderhoud voor regionale lijnen [Banverket, 2004]. Verder wordt ERTMS op het bestaande landelijke spoornet in vier stappen (bijlage G) ingevoerd<sup>46</sup>.

De Zweedse regering heeft in het nationale transportplan 2010–2021 als hoofddoelstelling een goede beschikbaarheid onder inachtneming van milieu, gezondheid en veiligheid vastgesteld. Nu de directe aansluiting van het Zweedse hoofdrailnet op de Sontverbinding naar Kopenhagen via de City Tunnel in Malmö (17 km, € 1,2 miljard) in 2010 is gerealiseerd, zijn

<sup>46</sup> [http://www.trafikverket.se/PageFiles/29110/swedish\\_ertms\\_implementation\\_plan.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/29110/swedish_ertms_implementation_plan.pdf)

verder geen uitbreidingen van de hogesnelheidslijnen in Zweden voorzien.

Een onafhankelijk onderzoek in het najaar van 2010 heeft aangetoond dat een groot deel van de spoorinfrastructuur verouderd is t.o.v. technische levensduur en de mate van vernieuwing ontoereikend is, zodat de betrouwbaarheid van de infrastructuur en capaciteit verder achteruitgaat [Trafikverket, 2010]. Het Ministerie van Transport heeft begin 2011 in opdracht van de regering een onderzoek ingesteld naar de noodzaak voor verhoging van de spoorcapaciteit in de periode tot 2 050<sup>47</sup>.

### 7.2.5 Denemarken

Nu de nieuwe weg- en spoorverbinding tussen Kopenhagen en Malmö via de Sont voltooid is, worden de hogesnelheidstreindiensten van/naar Malmö, Göteborg en Stockholm sinds begin 2009 door de Zweedse treinvervoerder SJ gereden, terwijl de exploitatie van de nieuwe regionale Sontlijnen van/naar Malmö en verder door DSBFirst worden uitgevoerd. De in 2007 na een Europese aanbesteding aan het Deens-Britse consortium gegunde concessie heeft echter zware verliezen opgeleverd, die onlangs tot het ontslag van de verantwoordelijke directie van de DSB en de terugtrekking van First hebben geleid<sup>48</sup>. Hierdoor is de voortzetting van het spoorbeleid van de Deense regering gericht op de aanbesteding en exploitatie van meer spoorlijnen door andere dan de Deense hoofd-treinvervoerder DSB onzeker.

De Deense overheid streeft naar een groei van 100% van het aantal reizigerskilometers tot 2 030 en (niet nader bepaalde) groei van het goederentreinvervoer. De capaciteitsmanager Rail Net pleit ervoor deze doelstelling al in 2020 te bereiken, maar de verdubbeling van de treinfrequentie is volgens de TU Denemarken op het spoornet i.v.m. bestaande capaciteitsbeperkingen niet haalbaar. In de komende jaren zijn de volgende hoofdprojecten en investeringen door de Deense overheid vastgesteld:

- snelheidsverhoging op de lijnen Kopenhagen–Odense en Arhus–Aalborg naar 200 km/h, zodat de reistijd van de snelste treinen tussen deze steden wordt verkort tot één uur,
- snelheidsverhoging op de lijn tussen Ringsted en de Fehmarn Belt (verbinding Kopenhagen–Hamburg) naar 160 km/h,
- invoering van het beveiligingssysteem ETCS op het hele Deense spoornet<sup>49</sup>.

### 7.2.6 JR East

De bedrijfsstrategie van JR East (en de andere grote spoorwegondernemingen in Japan) is gericht op zo betrouwbaar en efficiënt mogelijk de uitermate grote vervoerstromen te faciliteren. De prioriteit van de inzet van het personeel en materieel ligt in «nul fouten», hoogfrequente en zeer nauwkeurige exploitatie van treinen en apparatuur op afzonderlijke lijnen in de metropoolregio Tokyo met eenvoudige spoorinfrastructuur en zeer hoge dichtheid en capaciteit van stations en treinen<sup>50</sup>. De treinsnelheid is met uitzondering van de aparte Shinkansenlijnen vrij beperkt, bijvoorbeeld op de Chuo Line tot 95 à 130 km/uur, om de capaciteit en doorstroming vooral in de spitsperiodes te maximaliseren. Het langeafstandstreinvervoer vindt in wezen plaats op aparte hogesnelheidslijnen en goederentreinvervoer op de hoogbelaste lijnen in de metropoolregio Tokyo mag slechts in de nachturen plaatsvinden.

<sup>47</sup> [http://www.trafikverket.se/PageFiles/55217/commission\\_for\\_increased\\_capacity\\_of\\_the\\_railway\\_system.pdf](http://www.trafikverket.se/PageFiles/55217/commission_for_increased_capacity_of_the_railway_system.pdf)

<sup>48</sup> Railway Gazette International, april 2011.

<sup>49</sup> Banedanmark, The Signalling Programme, 2010

<sup>50</sup> Van de Velde & Maartens, 2003; Lübke & Nieß, 2002.

Randvoorwaarde voor de bijzonder hoge vervoers- en verkeersproductiviteit en efficiëntie van de JR East is de absolute stiptheid van de treinenloop, zeer homogeen reizigersmaterieel met weinig zitplaatsen, vele deuren en (bijna) gelijkvloers in-/uitstap van enkeldeks-regiotreinen en een zeer lage uitvalkans. In geval van stremmingen op één lijn zijn er meestal parallel gevoerde lijnen of alternatieve metrolijnen beschikbaar, die vanzelfsprekend snel overbelast raken, of de treinen kunnen m.b.v. kruiswissels voor/na en passeersporen in belangrijke tussenstations kop maken en kort keren.

JR East publiceert geen cijfers t.a.v. de (toekomstige) groei van het vervoervolume en de vervoerprestaties behalve de wettelijk verplichte financiële informatie.

### **7.3 Toekomststrategie voor de vernieuwing van het Nederlandse spoornet**

Volgens de verschillende prognoses (LMCA KIM en LMCA NS) wordt een toename van het aantal reizigerskilometers voor het hoofdrailnet verwacht van 20 à 40% t.o.v. 2008 tot 19, respectievelijk 22 miljard in 2020 afhankelijk van de PHS-variant [ProRail, 2010 p. 55]. Daarnaast wordt met meer dan een verdubbeling van het aantal tonkilometers tot 2020 gerekend. Om deze groei van het railvervoer te faciliteren blijkt een significante verhoging van de treinfrequentie en verhoging van de infrastructuurcapaciteit noodzakelijk. Uitgaande van de vrij summier prognoses van het aantal reizigers per corridor door NS zal het vervoervolume met circa 65% (Alkmaar–Utrecht–Eindhoven), 50% (Schiphol–Utrecht–Arnhem) en 30% à 40% (Schiphol–Den Haag–Rotterdam) stijgen [ProRail, 2010 p. 57–59].

Omdat het aantal reizigers op de corridor Schiphol–Den Haag–Rotterdam reeds 50% hoger is dan op de andere twee corridors, is het geprognoseerde absolute aantal nieuwe reizigers (circa 70 000) langs de Oude Lijn veel hoger dan op de andere twee corridors. Bovendien wordt met de exploitatie van de binnenlandse hogesnelheidstreinen de verbinding tussen Schiphol, Den Haag, Rotterdam en de Brabantse steden veel aantrekkelijker. Daaruit volgt een grotere behoefte en hogere prioriteit voor spoedige capaciteitsuitbreiding van de Oude Lijn (bijvoorbeeld door integrale viersporigheid tussen Den Haag en Schiedam) en van de Brabantse Lijn Breda–Tilburg–Eindhoven (doortrekking van HS-treindiensten naar Eindhoven) dan op dit moment in het PHS gepland.

De capaciteitsanalyse van het baanvak Utrecht–’s-Hertogenbosch [Goverde & Hansen, 2011 p. 45–47] laat zien dat op deze dubbelsporige lijn de frequentieverhoging naar zes IC- en zes stoptreinen per uur en richting zonder reistijdverlenging in combinatie met één goederentrein per uur slechts haalbaar is door de invoering van ETCS. Maatregelen zoals «Kort volgen» bieden onvoldoende capaciteit om PHS zonder groot-schalige additionele infrastructurele investeringen en negatieve effecten op de punctualiteit te implementeren. Een soortgelijke capaciteitsstijging mag in eerste instantie door ETCS op termijn ook worden verwacht voor de corridors Den Haag–Utrecht–Arnhem en Schiphol–Amsterdam–Almere<sup>51</sup>. De versnelde implementatie van ETCS/ERTMS op deze trajecten zou de vervoerpotentie beter tegemoet kunnen komen en frequentieverhoging zonder grootschalige infrastructurele uitbreidingen mogelijk maken.

<sup>51</sup> Nader simulatie-onderzoek moet echter aantonen of en op welke deeltrajecten inhaalsporen nodig zijn voor PHS.

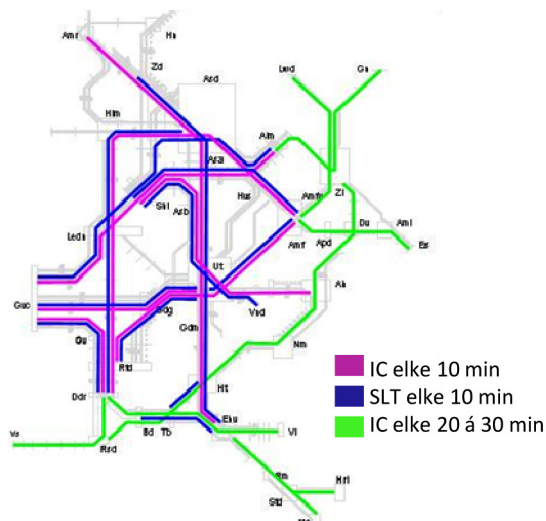
Daardoor kan de snelheidsverhoging van de IC-treinen naar 160 km/h vanaf 2014/15 en naar 200 km/h vanaf 2020 en de bijbehorende significante verlaging van de reistijd op de Hanzelijn worden gerealiseerd [Hansen, 2009]. Een toekomstvast hoofdrailnet zou dan elke tien minuten HS/IC-treindiensten tussen de knooppunten<sup>52</sup> bevatten (Fig. 76):

- Amsterdam/Schiphol-Amersfoort/Almere,
- Amsterdam-Haarlem/Schiphol-Den Haag
- Den Haag-Utrecht
- Den Haag-Rotterdam
- Rotterdam-Utrecht
- Rotterdam-Breda/Eindhoven
- Utrecht-Amsterdam
- Utrecht-Amersfoort
- Utrecht-Arnhem
- Utrecht-Eindhoven

**Figuur 78: Toekomstig Hogesnelheid/Intercitylijnnennet in de brede Randstad**



**Figuur 79: Schema van de hoogfrequente IC- en regionale lijnen na 2020**



<sup>52</sup> De synchronisatie van de rijtijden tussen en de aankomst- en vertrektijden op de knooppunten samen met de regionale SLT-lijnen in de brede Randstad verdient nader onderzoek.

Een lijnschema voor de hoogfrequente IC- en regionale lijnen in de brede Randstad is in Fig. 79 afgebeeld. De uiteindelijke vervoercapaciteit en treinlengte per lijn en periode van de dag dient te worden vastgesteld afhankelijk van de daadwerkelijk gegenereerde vervoervraag en bezettingsgraad van de treinen om overcapaciteit te voorkomen en de exploitatiekosten binnen de perken te houden.

De verbetering van de betrouwbaarheid en punctualiteit van de treindiensten kan worden bereikt door de optimalisering van het ontwerp van de dienstregelingen voor IC- en SLT-lijnen m.b.v. nauwkeurige, microscopische simulatie van de spoorbezettingen en -vrijmakingstijden als functie van de treinkenmerken, in de praktijk gerealiseerde rij- en halteertijden en toepassing van korte, maar voldoende buffertijden, zodat de dienstregeling ook in geval van beperkte schommelingen conflictvrij is. Voor de verbetering van de doorstroming en stabiliteit van het treinverkeer op druk belaste baanvakken en emplacementen is een interne dienstregeling<sup>53</sup> op een schaal van 6 à 10 sec onmisbaar! De voorgenomen Triple A-maatregelen t.b.v. de realisering van PHS [ProRail, 2010 p. 115–117] zijn in dit opzicht te vaag om de gewenste prestatieverbetering en kwaliteits-sprong ook daadwerkelijk te kunnen bereiken.

De informatie aan reizigers en verladers over afwijkingen in de treinenloop en verstoringen kan en moet veel sneller en betrouwbaarder door treindetectiegegevens en storingsmeldingen, alsmede actuele posities en snelheden van de treinen online in het nieuwe OCCR te verzamelen om de gegevens van de infrastructuurbeheerder en de vervoerders in een nieuwe database te integreren, stelselmatig de prestatie van de systeemelementen te analyseren en te gebruiken voor de automatische voorspelling van rijwegconflicten en de voortplanting van vertragingen over het spoorwegnet in geval van ontregelingen [Van der Meer et al., 2010].

Het Vervoer Per Trein (VPT)-systeem zou in het verleden ook een zogenoemd Conflictsignalering/Beslissingsondersteuningsmodule (CS/BO) t.b.v. de aansturing van de Automatische Rijweg-Instelling (ARI) bevatten. Door het ontbreken van deze ondersteuning heeft ProRail besloten de hele bijsturing (en infrastructuur) te gaan versimpelen. Maar dit is echter niet voldoende voor PHS-corridors om de treinfrequentie met 50% te verhogen zonder dat dit ten koste gaat van de betrouwbaarheid en stiptheid van de verkeersafwikkeling. Daarnaast is VPT niet geschikt om snel en effectief in te grijpen bij grote verstoringen.

Geavanceerde beslissingsondersteunende systemen voor treindienst- en verkeersleiders zijn nodig om zo spoedig mogelijk op basis van nauwkeurige treindetectie-, treinpositie- en treinsnelheidsdata en betrouwbare prognoses over de mate en duur van technische storingen en vertragingvoortplanting online de effecten van verschillende bijsturingsmaatregelen op netwerkniveau te simuleren, te optimaliseren en de ranking van alternatieve bijsturingsscenario's binnen één à twee minuten te bepalen [Corman et al., 2011].

De organisatie, sturing en efficiëntie van het onderhoud van de spoorinfrastructuur kunnen verder worden verbeterd door de statistische verdelingen van technische storingen, hersteltijden, slijtageprocessen, levensduur van de elementen en onderdelen en de onderhoudskosten in relatie tot de treinintensiteit, treingewichten en -snelheden in kaart te brengen ten einde de optimale tijdstippen en benodigde budgetten voor vervanging en vernieuwing van de onderdelen te bepalen en de effecten

<sup>53</sup> De door ProRail en NS gebruikte populaire benaming van PHS als «spoorboekloos rijden» is vatbaar voor misverstand en draagt bij aan onderschatting van de behoefte voor het meer nauwkeurig plannen en regelen van de treindiensten.



van verschillende onderhouds- en vernieuwingsmaatregelen op de middellange en lange termijn te kunnen beoordelen.

De grootte van de contractgebieden, eisen aan periodiek, prospectief en reactief onderhoud en de looptijd van de contracten kunnen beter worden vastgesteld op basis van de in de afgelopen periodes geleverde prestaties en worden voorzien van gerichte prikkels voor verbetering van de beschikbaarheid en efficiëntie, indien voor de verschillende contractgebieden, lijnen en emplacementen zelf specifieke benchmarkanalyses worden uitgevoerd.

De concessie voor de exploitatie van de IC-treinen op het Nederlandse hoofdrailnet dient in de toekomst bij voorkeur aan één vervoerder te worden gegund teneinde schaalvoordelen te kunnen realiseren, transactiekosten tijdens de aanbesteding en contractuitvoering, alsmede tussen vervoerder, infrastructuurmanager en overheid te beperken. Een gescheiden aanbesteding en gunning van het IC-lijnnennet en regionale lijnen is aanvaardbaar, waar de standaardrijwegen van de regionale lijnen grotendeels onafhankelijk van de IC-lijnen verlopen (lijnbedrijf) en aantrekkelijke overstapverbindingen op de knooppunten en -tarieven worden gewaarborgd.

Regionale lijnen op druk belaste baanvakken van het hoofdrailnet in de Randstad, die gedeeltelijk of volledig gebruik maken van dezelfde infrastructuur als de IC-lijnen dienen ook in de toekomst beter samen met de aanbesteding en concessie voor de IC-lijnen aan één treinvervoerder te worden gegund en geëxploiteerd teneinde de voordelen door betere herkenbaarheid en overstapmogelijkheden voor de reizigers, standaardisering van het materieel, netwerkkenis van het treinpersoneel, synergie bij de materieelomloop, hogere flexibiliteit voor de inzet van het rijdend personeel te kunnen behalen en in geval van ontregelingen gemakkelijker alternatieve reisverbindingen te kunnen bieden. De nauwkeurige coördinatie van treinpaden, rijwegen en stipte uitvoering van de treindiensten op de tien seconden langs zeer sterk belaste trajecten en knelpunten is eenvoudiger en effectiever met zo weinig mogelijk treinvervoerders, vooral tijdens verstoringen.

Voor het goederenvervoer per spoor lijkt op de hoofdcorridors die samen met reizigerstreinen worden benut, over het algemeen de reservering van slechts één treinpad per uur en richting tot 's avonds 19 uur voldoende gezien de huidige benutting van de capaciteit door goederentreinen en de verwachte ontwikkeling van de marktvraag tot 2020. Pieken in de vraag naar goederentreinpaden kunnen beter voornamelijk op werkdagen buiten de normale dagperioden, in de nacht en weekenden worden afgewikkeld zoals in Japan.

De voorgestelde hoofdstappen voor de vernieuwing en efficiëntieverhoging van het infrastructuurbeheer en de treinexploitatie op het Nederlands spoor zijn als volgt:

I. Korte termijn 2012–2014

1. Ontwikkeling van en besluitvorming over het definitieve ERTMS/ETCS-implementatieplan op de belangrijke grensoverschrijdende hoofdcorridors; inrichting van een regieorganisatie en expertteam ERTMS/ETCS ter voorbereiding van de functionele specificaties en aanbesteding; inrichting en start van het ERTMS/ETCS-proefbedrijf Utrecht–Amsterdam.

2. Invoering van state-of-the-art-analyse- en -microsimulatietools voor de optimalisering van dienstregelingen en capaciteitsbenutting bij ProRail en NS.
  3. Vernieuwing/vervanging van het bestaande *Vervoer Per Trein* (VPT)-systeem voor informatie, communicatie en regeling van het treinverkeer.
  4. Uitwerking, aanpassing van de PHS-maatregelen in combinatie met het voorgestelde ETCS/ERTMS-implementatieprogramma<sup>54</sup> en afstemming met decentrale overheden, voorbereiding en start van bijbehorende MER-procedures.
  5. Opening van de Hanzelijn met maximale IC-treinsnelheid van 160 km/h.
  6. Verificatie en optimalisering van de prestaties m.b.t. onderhoud, vernieuwing en robuustheid van de spoorinfrastructuur in de hoofdcorridors en knooppunten.
  7. Uitbesteding van het kleinschalige spooronderhoud m.b.v. prestatiegerichte onderhoudscontracten voor grotere contractgebieden dan in het verleden in concurrentie aan ervaren (gecertificeerde) sporaannemers.
  8. Onderzoek naar de synergie- en welvaartseffecten van samenvoeging van exploitatie en infrabeheer.
- II. Middellange termijn 2015–2020
1. Uitrol ERTMS/ETCS op de corridors Utrecht–Eindhoven–Roermond en Naarden–Bussum–Hilversum–Utrecht–Amersfoort–Apeldoorn–Deventer–Almelo–Hengelo–Enschede en mogelijk Weesp–Almere–Lelystad .
  2. Verbouwing van de boordapparatuur van het bestaande en inbouw in nieuw reizigersmaterieel voor het hoofdrailnet met ERTMS/ETCS.
  3. Realisering van de maatregelen voor OVSAAL en PHS in combinatie met de implementatie van ETCS/ERTMS.
  4. Invoering van de hoogfrequente dienstregeling op werkdagen tot na de avondspits in de corridors van de brede Randstad.
  5. Uitbesteding van grootschalig onderhoud op basis van raamcontracten en aanbesteding m.b.v. grotere contracten voor bovenbouwvernieuwing in concurrentie aan gecertificeerde sporaannemers met hoge machinecapaciteit en bewezen prestaties.
- III. Lange termijn 2020–2030
1. Uitrol ERTMS/ECTS op het hele hoofdrailnet.
  2. Optimalisering van de landelijke en regionale netwerkdienstregelingen.
  3. Snelheidsverhoging op alle IC-lijnen naar 160 km/h en op de Hanzelijn naar 200 km/h.
  4. Aanleg van partiële viersporigheid en/of inhaalsporen waar nodig.
  5. Opening van nieuwe stations met voldoende vervoerpotentie.

## 7.4 Conclusie

Het overheidsbeleid t.a.v. verdergaande deregulering en toelating tot de spoorinfrastructuur van andere reizigerstreinvervoerders dan de hoofdtreinvervoeronderneming is meer of minder voortvarend in de onderzochte landen. De Europese aanbesteding van lijndiensten op nationale hoofdspoornetten heeft tot heden in geen van de landen plaatsgevonden, afgezien van de aanbesteding en concessie voor de HSL-Zuid in Nederland en de nieuwe Sontlijn in Denemarken en Zweden. Slechts grensoverschrijdende treinverbindingen van en naar de buurlanden zijn toegestaan, terwijl de nationale langeafstandslijnen op het conventionele

<sup>54</sup> Zie voor meer details Goverde & Hansen (2011), *Innovatie op het spoor en mogelijkheden van ERTMS in Nederland*.

spoornet in elk land direct aan de nationale hoofdtreinvervoerder-  
neming zijn gegund.

Welke beslissing de Nederlandse regering zal nemen m.b.t. de concessie-  
houder HSA voor de HSL-Zuid<sup>55</sup> en de concessie voor het hoofdspoor-  
net vanaf 2015, valt te bezien. Goede voorbeelden van een geslaagde  
vervanging, d.w.z. aangetoonde verhoging van de kwaliteit, productiviteit  
en efficiëntie van het langeafstandsreizigerstreinvervoer over een langere  
periode t.o.v. de (in het verleden nationale) spoorvervoerder-  
neming door een concurrent uit het binnen- of buitenland zijn niet in de hier  
onderzochte zes landen, noch in het Verenigd Koninkrijk aangetroffen.

Integendeel, de verticaal geïntegreerde spoorwegondernemingen zoals de  
SBB in Zwitserland en JR East in Japan, gecombineerd met andere  
regionale, verticaal geïntegreerde spoorvervoerder-  
neming en spoornetten voor reizigersvervoer blijken het meest succesvol te zijn,  
terwijl verscheidene goederentreinvervoerders mede gebruik kunnen  
maken van (delen van) hun spoorinfrastructuur. In dit opzicht biedt een  
integratie van de hoofdreizigerstreinvervoerder NS en de infrastructuur-  
manager ProRail zeker voor het Nederlandse hoofdrailnet de kans voor  
effectiever bestuur, efficiëntieverhoging en systeeminnovatie van het  
treinvervoer.

De hoofddoelstellingen voor de ontwikkeling van de spoorinfrastructuur  
en het reizigerstreinvervoer van ProRail en NS m.b.t. capaciteits- en  
frequentieverhoging van 50% in de brede Randstad zijn enigszins  
vergelijkbaar met de SBB, die zich richt op de noodzakelijke capaciteitsver-  
hoging en optimalisering van de treinverkeersbeheersing in het kader van  
de landelijke uitrol van het *integrale Taktfahrplan* met een frequentie van  
vier IC- en vier regionale treinen per uur en richting in combinatie met de  
toename van het aantal goederentreinpaden.

Een belangrijk verschil tussen de ontwikkelingsstrategieën voor het  
Nederlandse hoofdspoornet en de hoofdspoornetten in België,  
Denemarken, Zweden en Zwitserland bestaat echter t.a.v. de (helderheid  
van de) besluitvorming en de consistente vernieuwing van de  
beveiligings- en beheersingssystemen (ETCS/ERTMS). Deze systemen zijn  
in Nederland op de Betuweroute, HSL-Zuid en het baanvak Amsterdam-  
Utrecht ingebouwd en worden te zijner tijd op de Hanzelijn aangelegd<sup>56</sup>.  
In Zwitserland is het Europese beveiligingssysteem ETCS Level 2  
(cabinesignalering via Radio Block Centre) sinds 2007 op de nieuwe  
hogesnelheidsverbinding Mattstetten-Rothrist en de Lötschbergbasis-  
tunnel geïmplementeerd, terwijl de treinen en de infrastructuur van het  
bestaande net met normaalspoorwijdte tot 2017 met ETCS Level 1 Limited  
Supervision zullen worden uitgerust. In Zweden wordt te zijner tijd op een  
regionale lijn ETCS ingebouwd. België en Denemarken hebben onlangs  
besluiten genomen voor de landelijke invoering van ERTMS op netwer-  
kniveau.

Terwijl in de andere vier Europese landen de overheden, infrastructuurma-  
nagers en belangrijkste treinvervoerder-  
neming een heldere  
ETCS-implementatiestrategie afgesproken hebben en bepaalde (finan-  
ciële) middelen voor de korte tot middellange termijn zijn gepland, lijken  
de betrokken partijen in Nederland de kat uit de boom te kijken. Dit betreft  
ook de afstemming en definitieve besluitvorming m.b.t. invulling van het  
Programma Hoogfrequent Spoor (PHS) en het project Openbaar Vervoer  
Schiphol-Amsterdam-Almere-Lelystad (OV-SAAL), die tot nu toe slechts

<sup>55</sup> NRC, 13/14 augustus 2011.

<sup>56</sup> Voor de besluitvorming en beoordeling van  
de effecten van ETCS/ERTMS op bestaande  
baanvakken in Nederland zie Goverde &  
Hansen (2011), *Innovatie op het spoor en  
mogelijkheden van ERTMS in Nederland*.

in beperkte maatregelen voor de capaciteitsverhoging zoals Kort Volgen voorzien.

Bovendien lijkt de realisering van de hoogfrequente dienstregeling met zes IC- en zes SLT-treinen in combinatie met zelfs maar één goederentreinpad per uur op de bestaande dubbelsporige corridors in de Randstad niet haalbaar zonder invoering van ERTMS/ETCS, vermindering van de snelheid van de IC-treinen, omvangrijke investeringen voor de aanleg van extra inhaalsporen en verlaging van de punctualiteit en robuustheid tegen storingen.

De verwachtingen van ProRail m.b.t. in het kader van PHS haalbare capaciteitsverhoging van de infrastructuur in de dubbelsporige corridors van het hoofdrailnet met kleine ingrepen zoals optimalisering van het bestaande blokseinstelsel NS'54 door verkorting van sommige seinafstanden en verwijderen van wissels zijn te hooggespannen. De strategie van de Nederlandse infrastructuur-manager ProRail en de hoofdreizigers-treinvervoerder NS t.a.v. de vernieuwing van het bestaande beveiligings- en beheersingssysteem via de implementatie van het Europese standaardbeveiligings- en beheersingssysteem ETCS/ERTMS is defensief. De beslissingen van de huidige directies van beide ondernemingen zijn vooral op «quick wins» en voorkomen van risico's tot kosten- en budgetoverschrijdingen tijdens hun eigen managementperiode i.p.v. innovatie en systeemoptimalisering gericht. De aansturing van ProRail en personele bezetting van haar leidende posities lijkt vooral ingegeven vanuit de economie en (veel) minder door de techniek.

Daardoor wordt de interoperabiliteit van de grensoverschrijdende hoofdspoorlijnen belemmerd en het risico van stoptonende seinpassages (STS) en botsing tussen treinen i.v.m. het voortdurende ontbreken van de bewaking van de remcurve bij snelheden van 40 km/h en hoger, alsmede bewaking van de remweg bij lagere snelheden dan 40 km/h van het bestaande automatische treinbeveiligingssysteem ATB-EG.

Een toekomstvaste strategie voor de nagestreefde verhoging van de capaciteit en efficiëntie van het hoofdrailnet en het treinvervoer, vooral op de druk belaste dubbelsporige corridors in de brede Randstad stoelt op spoedige innovatie van het treinbeveiligings- en beheersingssysteem door invoering van ETCS/ERTMS op het hoofdrailnet in stappen binnen de komende tien en twintig jaar en op de korte termijn toepassing van betrouwbaarder en nauwkeuriger analyse-, simulatie-, informatie- en intelligente beslissingsondersteunende systemen voor dienstregelingontwerpers, verkeersleiders, machinisten en managers van ProRail en NS.

De deregulering, aanbesteding en deels privatisering van het reizigers-treinvervoer in enkele landen heeft tot heden geen aantoonbare invloed op de productiviteit en efficiëntie van het treinvervoer opgeleverd met uitzondering van het goederenvervoer per spoor, waar vele nieuwe private goederenvervoerders op de markt zijn verschenen. Sterker nog, de geïntegreerde spoorondernemingen SBB en JR East presteren t.a.v. de meeste indicatoren beter dan de verticaal gescheiden, onafhankelijke infrastructuurmanagers en hoofdtreinvervoerders in Nederland, Denemarken en Zweden. Het verschil tussen staatseigendom dan wel privaat eigendom van de geïntegreerde spoorondernemingen blijkt in geval van de SBB en JR East niet van significante invloed op de hoogte van de prestaties van de spoornetten en reizigerstreinvervoerders in beide landen.

Het prestatieniveau, de effectiviteit en efficiëntie van de gesplitste nationale spoorwegnetten, infrastructuurmanagers, langeafstandstreinvervoerders en de deels geprivatiseerde regionale reizigerstreindiensten in Nederland, Denemarken en Zweden blijken vooral afhankelijk van externe factoren zoals de:

- netwerk-, stations- en bevolkingsdichtheid,
- hoogte van overheidsbijdragen aan de kosten voor beheer, onderhoud en vernieuwing van de infrastructuur en
- capaciteit en betrouwbaarheid van de infrastructuur en het materieel.

De organisatievorm van de spoorwegen en de bijdrage van private ondernemingen en kapitaal aan investeringen, exploitatie en vernieuwingen van het reizigerstreinvervoer is van minder belang voor de kwaliteit en prestatie van de spoornetten en reizigerstreinvervoerders dan de kracht van het flankerend vervoerbeleid, duurzame fiscale regelingen en financiële stimuli door overheden in de Europese landen.

## 8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 8.1 Onderzoeksvragen en Antwoorden

De door de Tijdelijke Commissie gestelde onderzoeksvragen worden op basis van de in de voorafgaande hoofdstukken nader beschreven bevindingen als volgt beantwoord.

#### *1. Hoe presteert het Nederlandse spoor qua inrichting, gebruik en onderhoud?*

Het Nederlandse spoornet genereert het hoogste aantal reizigers per station (Fig. 33) en reizigerskilometers per netwerkkilometer (Fig. 34) van de Europese landen en wordt in dit opzicht slechts door de Japanse spoornetten overtroffen, waar een veel hogere bevolkingsdichtheid bestaat. De gemiddelde verkeersprestatie van reizigerstreinen per netwerkkilometer (Fig. 35) is iets lager dan van de koploper SBB, maar hoger dan van JR East. Het aandeel goederentreinkilometers van 10% is in Nederland echter duidelijk lager dan in België, Zwitserland en Zweden (Fig. 14).

De prestatie van het Nederlandse spoor m.b.t. het onderhoud is moeilijk te vergelijken met de andere landen omdat de mate van onttrekking aan het treinverkeer in de afgelopen jaren steeds minder dan ongeveer 0,5% was en de andere infrastructuurbeheerders deze indicator niet bepalen. Bovendien zijn het aantal, de tijdsduur en de gevolgen van storingen voor treinvervoerders en reizigers of verladers niet expliciet door ProRail bekend gemaakt; het Zweedse Trafikverket vermeldt slechts het gemiddelde aantal storingen per treinkilometer (Fig. 74). De storingsgevoeligheid van het spoornet in Nederland kan daarom niet beoordeeld worden.

De gemiddelde exploitatiekosten inclusief materieelonderhoud per reizigerstreinkilometer van de NS zijn het laagst van alle zes onderzochte treinvervoerders (Fig. 50), terwijl de gemiddelde inkomsten van € 0,11 per reizigerskilometer iets lager zijn dan van de SBB en JR East (Fig. 52). De dekingsgraad van de opbrengsten uit kaartverkoop van de NS bedraagt 117% en is de hoogste van de vijf onderzochte Europese treinvervoerders (Fig. 54).

#### *2. Wat zijn de internationale verschillen in fysieke infrastructuur en beleid en welk effect heeft dit op het treinaanbod?*

De spoorwegnetlengte is in Nederland met 175 km per inwoner veel kleiner dan in de andere vier onderzochte Europese landen (Fig. 2). De netwerklengte per km<sup>2</sup> oppervlak is in Nederland circa 10% lager dan het door SBB beheerde netwerk en circa 40% lager dan in België (Fig. 3). De gemiddelde afstand tussen stations is in Nederland met 7,4 km duidelijk groter dan bij de andere spoornetten met uitzondering van het relatief dunbevolkte Zweden (Fig. 4). Alleen in België is het aandeel enkelspoor kleiner dan in Nederland (Fig. 6), terwijl het percentage geëlektrificeerde sporen in Nederland van 76% lager is dan in België, Zwitserland en Zweden (Fig. 7).

De vergelijking van de capaciteit van enkele geselecteerde lijnen in elk land maakt duidelijk dat een significante toename van het aantal treinen per uur en richting vooral afhankelijk is van de ruimte en tijd die voor goederentreinen worden gereserveerd, van de mate van homogenisering

van de treinsnelheden en haltepatronen en van de door het beveiligingssysteem opgelegde minimale remwegen en opvolgtijden.

De uitzonderlijk hoge treinintensiteit van de Chuo line in Tokyo is slechts haalbaar bij volledige infrastructurele en exploitatieve scheiding van andere lijnen, vooral langeafstandstreinen, veel keer- of passeerspoeren bij tussenstations en knooppunten en zeer nauwkeurige (bedrijfsinterne) planning van de aankomst- en vertrektijden, monitoring en communicatie tussen verkeers/treindienstleiders en het personeel in de treinen en op de (drukke) stations. De aanleg van viersporige baanvakken, gescheiden exploitatie van IC-treinen en regionale treinen of RER- en S-Bahn-lijnennetten in de grote agglomeraties en de invoering van moderne beveiligings- en beheersingssystemen is voor de spoornetten in Europese landen de meest effectieve oplossing van capaciteitsproblemen.

Het Nederlandse beleid voor de ontwikkeling van de spoorinfrastructuur en de capaciteits- en treinfrequentieverhoging van 50% in de brede Randstad (PHS) zijn enigszins vergelijkbaar met de SBB, die zich richt op landelijke uitrol van het *integrale Taktfahrplan* met een frequentie van vier IC- en vier regionale treinen per uur en richting in combinatie met de toename van het aantal goederentreinpaden. Daarnaast werden en worden zeer omvangrijke investeringen gedaan in de aanleg van de Nieuwe Alpentransversalen (Lötschbergtunnel en Gotthard-Basistunnel) t.b.v. capaciteitsverhoging en de vernieuwing van het real-time verkeersbeheersingssysteem RCA.

Een belangrijk verschil tussen de ontwikkelingstrategieën voor het Nederlandse hoofdspoornet en dat in België, Denemarken, Zweden en Zwitserland bestaat t.a.v. de (helderheid van de) besluitvorming en de consistente vernieuwing van de beveiligings- en beheersingssystemen ETCS/ERTMS. Terwijl in de andere vier Europese landen de overheden, infrastructuurmanagers en belangrijkste treinvervoerondernemingen een heldere implementatiestrategie afgesproken hebben en bepaalde (financiële) middelen voor de korte tot middellange termijn zijn gepland, lijken de betrokken partijen in Nederland de kat uit de boom te kijken. De afstemming en definitieve besluitvorming m.b.t. invulling van het PHS en het project OV-SAAL en de invoering van het Europese standaardbeveiligingssysteem ETCS t.b.v. interoperabiliteit en capaciteitsverhoging van de hoofdcorridors in Nederland verloopt zeer stroperig.

De gevolgen van de defensieve houding van de rijksoverheid aan de ene kant en ProRail en NS aan de ander kant zijn (onnodige) vertragingen tot de realisering van belangrijke infrastructurele capaciteitsuitbreidingen, langere reistijden dan mogelijk door beperkingen van het bestaande sein- en treinbeveiligingssysteem en onvoldoende robuustheid van de infrastructuur en het verkeersprocesleiding tegen verstoringen van het treinverkeer.

### *3. Hoe verhouden de budgetten voor spooronderhoud en bovenbouwvernieuwing zich tot andere landen in termen van efficiëntie en doelmatigheid?*

Een vergelijking van de efficiëntie van de onderhoudsorganisatie en -bestedingen in de onderzochte spoornetten is in het kader van deze globale verkenning niet goed mogelijk i.v.m. niet complete of niet beschikbare gegevens m.b.t. de fysieke belasting van de spoorinfrastructuur (bruto tonkilometers per jaar) door enkele infrastructuurmanagers. De kosten per soort onderhoudsactiviteit, systeem en subsysteem,

contractgebied, treinkilometer, tonkilometer en spoorkilometer worden weliswaar door ProRail periodiek berekend en geanalyseerd t.b.v. het signaleren van trends en uitvoeren van benchmarks, maar de uitkomsten t.a.v. de gerealiseerde verkeersprestatie van de infrastructuur en de bijbehorende onderhoudskosten op systeemniveau en op lijnniveau werden niet beschikbaar gesteld.

In Nederland wordt met gemiddeld circa € 6,7 per treinkilometer (Fig. 42) het minst besteed aan beheer, onderhoud en exploitatie van de spoorinfrastructuur; in relatie tot de lengte van het spoornet geven alleen het Belgische Infrabel en het Zweedse Trafikverket minder ervoor uit per netwerk- en spoorkilometer. ProRail geeft in 2009 slechts € 336 000 per netwerkkilometer of € 142 000 per spoorkilometer uit aan beheer-, onderhouds- en operatiekosten, terwijl de SBB bij ongeveer gelijke netwerk- en spoorlengte met omgerekend € 655 000 per netwerkkilometer, € 279 000 per spoorkilometer en € 12,5 per treinkilometer bijna het dubbele van ProRail besteedt. Dit is een duidelijke indicatie voor onderbesteding van de Nederlandse spoorinfrastructuur.

De gemiddelde inkomsten uit spoorheffing van ProRail zijn met € 1,57 per treinkilometer (Fig. 46) veel lager dan van Infrabel en SBB, maar hoger dan van Banedanmark en Trafikverket en dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudskosten van het spoor (Fig. 49). Daardoor blijft de financiering van de beheer- en onderhoudskosten voor de spoorinfrastructuur grotendeels afhankelijk van overheidsbijdragen en ervaart de infrastructuurmanager een onevenredige financiële belasting, terwijl de treinvervoerders in tegenstelling tot het economische basisprincipe «de veroorzaker betaalt» worden ontlast. ProRail zou m.b.v. hogere tarieven en extra opbrengsten uit spoorheffing gestimuleerd worden de capaciteitstoedeling, infrastructuurbenutting en doorstroming van treinen consequent te optimaliseren, terwijl de treinvervoerders kunnen worden geprikkeld tot zuiniger reservering van treinpaden en een effectievere materieelinzet. De rijksoverheid zou daarmee synergievoordelen tussen infrastructuurmanagement en treinvervoer kunnen genereren, haar bijdrage aan het beheer- en onderhoudsbudget van ProRail verminderen en via flankerend beleid voor de benutting van het rijkswegennet duurzaam mobiliteitsgedrag bevorderen.

De specifieke onderhoudsuitgaven voor het spooronderhoud per netwerkkilometer van ProRail zijn tussen 2005 en 2010 met 20% toegenomen (Fig. 47). De gemiddelde uitbestede onderhoudskosten van het Nederlandse spoor bedragen circa € 60 000 per spoorkilometer in 2010. Voor bovenbouwvernieuwing heeft ProRail in de periode 2005–2008 jaarlijks tussen de € 200 miljoen en € 299 miljoen besteed, maar in 2009 en 2010 slechts € 170 en € 168 miljoen per jaar. Elk jaar werden in Nederland sinds 2005 circa honderd spoorkilometer vernieuwd en rond 130 wissels vervangen. Dit betekent rond de helft minder spoorkilometers en twee derde minder nieuwe wissels per jaar dan door de SBB, hoewel het gemiddelde aantal treinkilometers per netwerkkilometer in beide spoornetten niet veel verschilt. In de komende tien jaar zijn in het Beheerplan van ProRail bedragen voor bovenbouwvernieuwing tussen minimaal € 140 miljoen en maximaal € 248 miljoen per jaar opgenomen, wat niet voldoende lijkt in vergelijking tot de prestatie van SBB met een spoornet van bijna dezelfde lengte als in Nederland.

<sup>57</sup> Het aandeel van de eigen personeelskosten van ProRail is hier niet inbegrepen.

ProRail heeft 2010 in totaal € 409 miljoen uitbesteed aan onderhoud en € 168 miljoen voor bovenbouwvernieuwing<sup>57</sup>. Dit komt neer op gemid-



delde onderhouds- en vernieuwingskosten van € 191 000/netwerkkilometer, € 85 000/spoorkilometer en € 3,95/treinkilometer. Betrouwbare informatie over de specifieke onderhouds- en vernieuwingskosten van de andere onderzochte spoorwegondernemingen is helaas niet beschikbaar.

#### *4. In hoeverre zijn eventuele verschillen tussen deze budgetten te verklaren?*

De gemiddelde beheer- en onderhoudskosten per spoorkilometer (zonder operatiekosten, afschrijvingen en andere bedrijfslasten) zijn in 2009 bij ProRail met uitzondering van Trafikverket veel lager dan bij de andere infrastructuurmanagers en de infrastructuurdivisies van de SBB en JR East (Fig. 44). De beheer- en onderhoudskosten per kilometer reizigers- en goederentrein van de Nederlandse infrastructuurmanager blijken in 2009 ongeveer 40% lager te zijn dan van de SBB en ongeveer een derde van JR East (Fig. 45)! Dit staat tegenover de 60% en zelfs 73% lagere gemiddelde opbrengsten per treinkilometer uit de spoorheffing van ProRail in vergelijking tot de SBB en Infrabel, wat leidt tot de relatief laagste dekkingsgraad met uitzondering van Trafikverket.

De gemiddelde inkomsten uit spoorheffing van ProRail zijn met € 1,57 per treinkilometer veel lager dan van Infrabel en SBB (Fig. 46) en dekken slechts 33% van de beheer- en onderhoudskosten van het Nederlandse spoor. Daardoor blijft de financiering van de beheer- en onderhoudskosten voor de spoorinfrastructuur grotendeels afhankelijk van overheidsbijdragen en ervaart de infrastructuurmanager een onevenredige financiële belasting, terwijl de treinvervoerders in tegenstelling tot het economische basisprincipe «de veroorzaker betaalt» worden ontlast.

De opening van de markt voor kleinschalig onderhoud in Zweden en Nederland en de contractering van private bedrijven hebben bijgedragen aan duidelijk minder uitgaven voor onderhoud per spoorkilometer per jaar in deze landen. De duidelijk lager onderhouds- en vernieuwingsuitgaven per spoorkilometer van ProRail en Trafikverket – beide worden gekenmerkt door volledige verticale splitsing tussen infrastructuurbeheer en treinexploitatie, alsmede outsourcing en privatisering van het spooronderhoud – dan in de andere onderzochte landen lijken samen te hangen met de in beide landen het meest voortgeschreden deregulering van de spoorsector, outsourcing en privatisering van het spooronderhoud en de relatief sterkere bezuiniging van de middelen voor spooronderhoud en -vernieuwing in Nederland en Zweden.

Het is op basis van de beschikbare zeer beperkte managementinformatie m.b.t. de leeftijd en uitvalkans van de infrastructuur in de spoorwegnetten echter niet mogelijk een harde conclusie te trekken of het relatief lage kostenniveau voor beheer, onderhoud en vernieuwing van de spoorinfrastructuur in Nederland en Zweden voldoende robuust is tegen storingen en de toename van de treinintensiteit en -belasting.

#### *5. Welke ontwikkelingsrichtingen voor het Nederlandse spoor kunnen op de korte, middellange en lange termijn worden geïdentificeerd?*

##### **I. Korte termijn 2012–2014**

1. Ontwikkeling van en besluitvorming over het definitieve ERTMS/ETCS-implementatieplan op de belangrijke grensoverschrijdende hoofdcorridors; inrichting van een regieorganisatie en expertteam ERTMS/ETCS ter voorbereiding van de functionele specificaties en aanbesteding;

- inrichting en start van het ERTMS/ETCS proefbedrijf Utrecht–Amsterdam.
2. Invoering van state-of-the-art-analyse- en micro-simulatietools voor de optimalisering van dienstregelingen en capaciteitsbenutting bij ProRail en NS.
  3. Vernieuwing/vervanging van het bestaande *Vervoer Per Trein* (VPT)-systeem voor informatie, communicatie en regeling van het treinverkeer.
  4. Uitwerking en aanpassing van de PHS-maatregelen in combinatie met het door de TU Delft voorgestelde ETCS/ERTMS- implementatieprogramma en afstemming met decentrale overheden, voorbereiding en start van bijbehorende MER-procedures.
  5. Opening van de Hanzelijn met maximale IC-treinsnelheid van 160 km/h.
  6. Verificatie en optimalisering van de prestaties m.b.t. onderhoud, vernieuwing en robuustheid van de spoorinfrastructuur in de hoofdcorridors en knooppunten.
  7. Uitbesteding van het kleinschalige spooronderhoud m.b.v. Prestatie-Gerichte Onderhoudscontracten (PGO) voor grotere contractgebieden dan in het verleden in concurrentie aan ervaren (gecertificeerde) sporaannemers.
  8. Onderzoek naar de synergie- en welvaartseffecten van samenvoeging van exploitatie en infrabeheer.

## **II. Middellange termijn 2015–2020**

1. Uitrol ERTMS/ETCS op de corridors Utrecht–Eindhoven–Roermond en Naarden–Bussum–Hilversum–Utrecht–Amersfoort–Apeldoorn–Deventer–Almelo–Hengelo–Enschede<sup>58</sup>. De verbinding Rotterdam–Roosendaal–Antwerpen verbetert de interoperabiliteit van het goederentransport per spoor van/naar België.
2. Verbouwing van de boordapparatuur van het bestaande en inbouw in nieuw reizigersmaterieel voor het hoofdrailnet met ERTMS/ETCS.
3. Realisering van de maatregelen voor OV-SAAL en PHS in combinatie met de uitrol van ETCS/ERTMS.
4. Invoering van de hoogfrequente dienstregeling op werkdagen tot na de avondspits in de corridors van de brede Randstad.
5. Uitbesteding van grootschalig onderhoud op basis van raamcontracten en aanbesteding m.b.v. grotere contracten voor bovenbouwvernieuwing in concurrentie aan gecertificeerde sporaannemers met hoge machinecapaciteit en bewezen prestatie.

## **III. Lange termijn 2020–2030**

1. Uitrol ERTMS/ETCS op het hele hoofdrailnet.
2. Optimalisering van de landelijke en regionale netwerkdienstregelingen.
3. Snelheidsverhoging op alle IC-lijnen naar 160 km/h en op de Hanzelijn naar 200 km/h.
4. Aanleg van partiële viersporigheid en/of inhaalsporen waar nodig.
5. Opening van nieuwe stations met voldoende vervoerpotentie.

## **8.2 Aanbevelingen**

De uitkomsten van de internationale vergelijking van de prestatie en innovatie van de Nederlandse infrastructuurmanager en hoofdreizigersvervoerder geven aanleiding tot enkele aanbevelingen m.b.t. de strategieontwikkeling in de toekomst. De aanbevelingen betreffen (i) de rol van de (rijks)overheid als beleidsmaker, (ii) het capaciteits- en onderhoudsma-

<sup>58</sup> Zie hoofdstuk 7.4 deelrapport Goverde & Hansen (2011)

nagement van de infrastructuurmanager en (iii) het kwaliteitsmanagement van de reizigerstreinvervoerder(s).

Ad (i)

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) wordt aangeraden zelf een steviger positie in te nemen en uit te dragen t.a.v. de kwantitatieve en kwalitatieve eisen die gesteld moeten worden aan het (inter)nationale en regionale spoorvervoer in Nederland op de middellange en lange termijn. Het bepalen van de ambitie voor de te realiseren gemiddelde reissnelheid en minimale frequentie (gedifferentieerd naar spitsuur, overdag en 's avonds, werkdagen en zon- en feestdagen) van Intercity's en Sprinters op het hoofdrailnet en tussen de dertig belangrijkste stations mag niet ontbreken als maatstaf ter beoordeling van de prestatie van de treinvervoerders en infrastructuurmanager naast indicatoren zoals (toename van) het reizigersvolume en -comfort, verbetering van de betrouwbaarheid van de actuele reisinformatie, toegankelijkheid en veiligheid van stations en treinen.

IenM dient het initiatief zelf in handen te nemen voor de formulering van de juiste kernprestatie-indicatoren voor NS en ProRail en deze ondernemingen krachtiger aan te sturen d.m.v. budgettaire en financiële prikkels. Dit geldt ook, in samenspraak met de regionale overheden en in combinatie met de aanbesteding en concessieverlening, voor de gewenste prestaties en rapportage van andere, vooral private reizigerstreinvervoerders op het niet-hoofdrailnet. Verder dient de overheid aan de vervoerconcessienemers heldere eisen te stellen t.a.v. gesegmenteerde rapportage van volledige binnenlandse kosten en opbrengsten.

De bestaande afspraak met de spoorsector m.b.t. reservering van spoorcapaciteit voor goederentreinen (twee treinpaden per uur en richting) op het hoofdrailnet zou aangepast moeten worden omdat deze nu over het algemeen niet meer dan voor 20% daadwerkelijk wordt benut en de resterende nominale capaciteit voor reizigerstreinen overmatig vermindert. Zelfs in geval van verdubbeling van het goederentreinverkeer in de komende tien jaar blijkt de reservering voor één goederentreinpad per uur en richting voldoende, ook al kunnen in dat geval goederentreinen niet meer gebundeld achter elkaar tijdens spitsperioden worden ingepland.

De huidige tarieven voor en opbrengsten uit de spoorheffing op het Nederlandse spoor zijn in internationaal verband vrij laag. Daardoor blijft de financiering van de beheers- en onderhoudskosten voor de spoorinfrastructuur grotendeels afhankelijk van overheidsbijdragen en ervaart de infrastructuurmanager een onevenredige financiële belasting, terwijl de treinvervoerders worden ontlast in tegenstelling tot het economische basisprincipe «de veroorzaker betaalt». Derhalve wordt serieus onderzoek aanbevolen naar mogelijkheden de heffing voor het gebruik van het Nederlandse spoor te verhogen naar een meer kostendekkend niveau, waarbij de samenhang met de hoogte van brandstofaccijns, voertuigbelasting en gebruiksheffing voor het wegennet en de effecten op de vervoerwijzekeuze en het milieu gehandhaafd dient te worden.

Ad (ii)

Het capaciteitsmanagement van ProRail kan effectiever door haar eigen «Triple A»-ambitie consequent en op consistente wijze worden toegepast. Dit vergt een kwaliteitssprong in de nauwkeurige, microscopische modellering van de dienstregeling, analyse van het capaciteitsbeslag en

sturing van het treinverkeer op de zes à tien seconden i.p.v. minuten. Daar hoort een precieze berekening en simulatie bij van de rij-, halte-, blok- en opvolgtijden voor elk (geplande) trein met inachtneming van seinafstanden, acceleratie/deceleratie, en remwegen, alsmede van de baanvakbelasting afhankelijk van het soort, aantal, volgorde en de snelheid en lengte van de treinen. Deze in bijvoorbeeld Duitsland, Oostenrijk en Zwitserland sinds jaren in de praktijk beproefde methodiek voor het ontwerp van de dienstregeling en capaciteitsanalyse zou door ProRail en ook NS standaard moeten worden toegepast ten einde de beschikbare speling van de geplande rij-, halte- en opvolgtijden op de afzonderlijke lijnen te weten te komen en de effecten van nieuwe beveiligings- en beheersingssystemen zoals ETCS/ERTMS op de capaciteitsbenutting, stiptheid en voortplanting van vertragingen te kunnen kwantificeren.

De systemen voor de monitoring en analyse van storingen en treinvertragingen zouden gecombineerd moeten worden met de database voor de storingsregistratie t.b.v. de ontwikkeling en invoering van intelligente informatie- en beslissings- ondersteunende systemen. Deze kunnen op basis van de statistische uitvalkans en hersteltijden per storing, locatie en tijd in geval van actuele storingen online de concrete tijd van niet-beschikbaarheid van de infrastructuur en het materieel voorspellen en de verkeersleider ondersteunen bij de beoordeling van de effecten voor de actuele treinsnelheden en -vertragingen. Voorts zouden de informatie en effectiviteit van bijsturingshandelingen van treindienstleiders en verkeersleiders in geval van ontregelingen van het treinverkeer verbeterd kunnen worden door online rijwegconflicten tussen treinen meteen te constateren, te voorspellen en geschikte adviessnelheden voor de treinen te genereren. Ten slotte zou meer aandacht geschonken moeten worden aan de ontwikkeling en implementatie van gebruikersvriendelijke beslissingsondersteunende systemen voor de coördinatie en optimalisering van bijsturingsmaatregelen tussen verschillende verkeersleidingsgebieden om de effecten van verstoringen zoveel mogelijk te minimaliseren.

Het door ProRail ontwikkelde systeem voor de registratie, (online) monitoring en analyse van storingen zou uitgebreid en gecombineerd kunnen worden met het kwaliteitsborgingssysteem voor de instandhouding van de infrastructuur teneinde de wisselwerking tussen spoorgebruik en -belasting, leeftijd en slijtage van de infrastructuursubsystemen, uitvalkans en herstellkosten te onderzoeken. Daardoor zou op termijn beter inzicht in en optimalisering van de instandhoudingstrategie, onderhoudskosten en vernieuwingsinvesteringen en tegelijkertijd een hoge beschikbaarheid en robuustheid van de infrastructuur bereikt kunnen worden.

Ad (iii)

De zorg en borging van de kwaliteit van het reizigersvervoer met de trein kan beter door stelselmatig de operationele snelheid, bezettingsgraad, halte- en keertijden per lijn, traject, richting, dagdeel en de treinvertragingen van 60 seconden en meer bij aankomst, vertrek en doorkomst op de circa dertig meetpunten van het lijnennet te registreren, analyseren en als basis te gebruiken voor de optimalisering van de dienstregeling en de inzet van het treinpersoneel en materieel.

De kernprestatie-indicatoren zouden verder aangeschept kunnen worden om te laten zien dat de gemiddelde reissnelheid en de punctualiteit op het hoofd- en niet-hoofdrailnet per lijn van jaar tot jaar daadwerkelijk verbetert, waarbij de gemiddelde vertraging per trein en per reizigerskilo-

meter gedocumenteerd dient te worden. Verder is de uitwisseling van historische en actuele snelheids-, rij-, halteertijd- en storingsinformatie met de infrastructuurmanager onmisbaar voor de optimalisering van de capaciteitsbenutting en de omloop van het materieel, vooral in geval van storingen.

## REFERENTIES

Banedanmark (2010), The Signalling Programme. A total renewal of the Danish signalling infrastructure

Beheerscontract NMBS 2008–2012  
[http://www.b-rail.be/corporate/assets/corporatefiles/beheerscontract\\_nmbs\\_2008-2012.pdf](http://www.b-rail.be/corporate/assets/corporatefiles/beheerscontract_nmbs_2008-2012.pdf)

BSL Management Consultants (2010), «Second Opinion» zum Bericht Netzaudit SBB, Externe Unterstützung, Bundesamt für Verkehr, Hamburg

Cantos, P., Pastor, J.M., Serrano, L. (2009), Vertical and Horizontal Separation in the European Railway Sector and its Effects on Productivity, *Journal of Transport Economics and Policy*, 44 (2), 139–160

Corman, F., D'Ariano, A., Hansen, I.A. (2011), Intelligent Network Traffic Management in Emergency Situations, 9<sup>th</sup> WCRR Lille

Descheemaeker, M. (2006), SNCB learns to live, *Railway Gazette International*, December, 787–789

Department of Transport, Office of Rail Regulation (eds.) (2011), Realising the Potential of GB Rail. Final Independent Report of the Rail Value for Money Study

Drew, J., Nash, C.A. (2011), Does vertical separation always make sense?, *Railway Gazette International*, October 2011, 37–42

Dolder, U., Krista, M., Voelcker, M. (2009), RCS – Rail Control System, Realtime Train Run Simulation and Conflict Detection on Net wide Scale based on updated Train Positions, 3<sup>rd</sup> ISROR RailZurich, ETH Zurich 11/12 February 2009

Dolder, U., Krista, M. (2010), RCS – Rail Control System, CSC Logistik Forum Dresden,

Ekström, A. (2001, In search of dynamic stability. Strategic railway planning in a transition phase: The Swedish experience, *RAIL International*, December, 220–227

European Commission (2001), Directive EC 2001/14, Article 6

Eurostat (2011), Railway transport, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database>

Goverde, R.M.P., Hansen, I.A. (2011), Innovatie op het spoor en mogelijkheden van ERTMS in Nederland, onderzoek in opdracht van de Tijdelijke Commissie van de Tweede Kamer Onderhoud en Innovatie van het Nederlandse spoor

Gradinariu, T., Lasting Infrastructure Costing Benchmark (LICB), 10 years of benchmarking 1996–2005, UIC

Growitsch, C., Wetzel, H. (2007), Testing the Economies of Scope in European Railways, *Journal of Transport Economics and Policy*, 43 (1), 1–24

Hansen, I.A. (2009), Optimalisering netwerkdienstregeling voor IC- en regionale treinen, Bijdrage aan Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS), 19/20 november Antwerpen

Jackson, C. (2011), Does separation really work?, *Railway Gazette International*, June 3

Lübke, D., Nieß, H.-J. (2002), Präzision und einfache Technik: das Erfolgskonzept der JR Group, *EisenbahnTechnische Rundschau ETR* 51 (7/8), 473–480

Minister van Infrastructuur en Milieu (2011), Het Nieuwe Spoorplan van FMN, brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, 22 juni 2011

Minister van Verkeer en Waterstaat (2009), Beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur

Nash, C. (2005), Rail Infrastructure Charges in Europe, *Journal of Transport Economics and Policy*, 39(3), 259–278

NS, KNV, ProRail (2009), Evaluatie proefweek «elke 10 minuten een trein»

NS Jaarverslag 2006, 2007, 2008, 2009, 2010

J.P. Poort (2002), Grenzen aan benutting, NYFER

ProRail Jaarverslag 2006, 2007, 2008, 2009, 2010

ProRail Beheerplan 2009, 2010

ProRail Network Statement 2011

ProRail (2011), Hoofdlijnen ordening en positionering beheerder, presentatie werkbezoek Tijdelijke Commissie Onderhoud en Innovatie Spoor, 10 juni 2011

ProRail, NS, KNV (2010), Programma Hoogfrequent Spoorvervoer. Eindrapportage PHS capaciteitsanalyse

Schweizerische Eidgenossenschaft (2010a), Politik, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK <http://www.uvek.admin.ch/themen/verkehr/01229/index.html?lang=de>

Schweizerische Eidgenossenschaft (2010b), Zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur (ZEB), <http://www.uvek.admin.ch/themen/verkehr/00653/01249/index.html?lang=de>

SBB AG (2010), Die SBB in Zahlen und Fakten, Bern <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/medien/publikationen/vademecum.html>

SBB AG, Die SBB bewegt die Zukunft. Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2010 <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/medien/publikationen/geschaeftnachhaltigkeitsbericht.html>

Union International des Chemins der Fer UIC (2008), ETCS Implementation Handbook, Paris [http://www.uic.org/IMG/pdf/etcs\\_handbookf.pdf](http://www.uic.org/IMG/pdf/etcs_handbookf.pdf)

Van der Meer, D., Goverde, R.M.P. (2010), Prediction of Train Running Times and Conflicts using Track Occupation Data, 12<sup>th</sup> WCTR Lissabon

Van de Velde, D., Maartens, M. (2003), Japanse spoorwegen: stap voor stap beter, *OV Magazine*, 3 april, 8–11

Veraart, M. (2007), Sturing van publieke dienstverlening. Privatiseringsprocessen doorgelicht, Assen: Van Gorcum

Vereniging Openbaar Vervoer Centrumgemeenten (VOC) (2011), Wensen voor de Hoofdrailconcessie 2015 <http://www.vocgemeenten.nl/eCache/DEF/1/09/181.html>

Vervoerplan 2011 NS <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/03/08/vervoerplan-2011-ns.html>

Wolff, J.W. (2011), Organizational Structures & Performance Evaluation of Railways,  
Master thesis, TU Delft



## BIJLAGE A OVERZICHT INPUTWAARDES BENCHMARKVERGELIJKING

	ProRail 2005	ProRail 2006	ProRail 2007	ProRail 2008	ProRail 2009	InfraRail 2009	SBB Infrastructuur 2009	Trafiwerk 2009	BmvdK 2009	JR East 2009
<b>Network</b>										
Route length (km)										
Multiple	2813	2776	2896	2896	2886	3578	3139	5946	2132	7526,8
Single					1982	2782	1911	8088	925	3668
Trackbed					394	796	1128	8138	1207	3688,8
Passenger + Freight					1095	3059	2489	7682	2020	5515
Freight only					689		42			
> 200 km/h					222					
Total (km)	6589	6517	6830	6830	50	211	52	N/A	0	1053
<b>Tracks</b>										
Total (km)										
Switches					6823	6436	7381	14153	3057	11194,8
Overcrossings					7523		14079			
Signals					225	1913				
Mov. Bridges					11581		30160			
Tunnels					76					
<b>Passenger Stations</b>										
Total	389	376	386	387	389	551	764	550	323	1705
Intercity					92	212	118	53	78	N/A
Stopper					297	339	646	507	245	N/A
<b>Freight Loading Points</b>										
Total							297			
<b>Served Trainkilometers</b>										
Total (mio)	134,3	136	143	145	145	107,9	164,4	133,0	68,46	259,4
Passenger (mio)	117	122	129	131	133	87,6	133,9	87,0	65,22	259,4
Freight (mio)	10	12	13	13	11	20,3	30,1	38,8	3,3	N/A
Other (mio)	7	2	1	1	1		0,4	7,2	0,0	N/A
<b>Employment</b>										
Total (Fte/so)	73	72	79	87	100	21	15	190	37	386
Preservation & Maintenance					100	489	354	555	52	N/A
Production					100	242	178	52	24	N/A
<b>Expenditure</b>										
Operational costs (ME)	768	846	866	954	970	867,9	2056,3	1507,1	846,8	3650,4
Costs Management & Maintenance (ME)	578,0	614,0	639,0	696,0	698,0	493,9	47704,8	422,6	152,7	3650,4
- of which renovations	212	205	205	205	205					
- of which maintenance	366	409	434	491	493					
Costs Production (ME)	190,0	232,0	227,0	258,0	272,0	374	24057,7	91,8	113,7	N/A
<b>Income</b>										
Total	1197	1473	1330	1440	1533	1309,3	2769,3	1351,6	1014,8	N/A
Access Charges (ME)	164	192	207	216	227	626,6	615,7	55,7	86,8	N/A
State Grants (ME)	947	985	783	798	866	115,1	1342,9	53,8	669,9	
Other (ME)	86	286	340	426	415	567,6	882,2	1242,1	258,1	

Equipment	NS 2005		NS 2005		NS 2007		NS 2008		NS 2009		DB Schenker Rail F		DB Schenker Rail DK		JR East 2009	
	NS 2005	NS 2005	NS 2007	NS 2008	NS 2009	NS 2009	NS 2009	NS 2009	NS 2009	NS 2009	SI 2009	SI 2009	SI 2009	SI 2009	SI 2009	SI 2009
<b>Locomotives</b>																
Total																
Electric																
Diesel																
Total																
<b>DMU</b>																
Total																
<b>Carriage Units DMU</b>																
Total																
<b>Seats DMU</b>																
Total																
<b>EMU</b>																
Single Deck																
Double Deck																
Total																
<b>Carriage Units EMU</b>																
Total																
<b>Seats EMU</b>																
Total																
<b>Hauled Coaches</b>																
Single Deck																
Double Deck																
Total																
<b>Seats Hauled Coaches</b>																
Total																
<b># of Transport enterprises P</b>																
Passenger																
<b>Employment</b>																
Total (Index)																
Passenger traffic																
Other																
<b>Expenditure</b>																
Operation costs (M€)																
Of which: Infracharges																
Total (M€)																
Ticket Sales (M€)																
State Grants (M€)																
Other																
<b>EBITDA</b>																
Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization																
Passenger (mio)																
Total																
<b>Number of Passenger (mio)</b>																
Total																
<b>Traffic</b>																
Pass. Train-km (mio)																
IC Train-km																
Other																
<b># of Transport enterprises F</b>																
Freight																
<b>Locomotives</b>																
Total																
Electric																
Diesel																
Total (fte)																
<b>Employment</b>																
Total (M€)																
Of which: Infracharges																
Total (M€)																
<b>Revenues</b>																
Total (mio)																
<b>Train kilometers</b>																
Freight (mio)																
Total																
<b>Bruto tonne-km</b>																
Freight: tonne-km (mio)																

## BIJLAGE B INSTANDHOUDINGSCONCEPT PRORAIL

Basis voor de instandhouding vormen de zgn. Instandhoudingsconcepten (ihc-en). De ihc-en bevatten het overzicht van ih-activiteiten en ih-intervallen om een bepaalde performance te kunnen bereiken tegen minimale kosten over de levensduur. Ihc-en leggen de relatie tussen de performance van een installatie en de kosten van instandhouding.

Voor alle belangrijke objecttypes van de infrastructuur zijn of worden ihc-en ontwikkeld. Daarin staat per objecttype de instandhouding van het objecttype beschreven.

Deze maken het mogelijk om te komen tot beheersing, verbetering en differentiatie van de verhouding performance/kosten van instandhouding. Grondslag voor de ihc-en zijn de risicoanalyses (ra). Ihc-en op basis van een ra leiden tot effectieve en efficiënte ih-activiteiten en voorzien in de behoefte aan transparantie en aantoonbare beheersing van risico's.

### Voorbeeld risicoanalyse

Functie object	Faalvorm	Faaloorzaak	Conditie	Effect van falen tav. beschikbaarheid	Stand-tijd (= 1/kans)	Risico (= kans x effect)
transport van elektr. energie	geen transport van el. energie	onderdeel A versleten	slijtage	bepert treinverkeer mogelijk	5 jaar	+
		onderdeel B gebroken	vandalisme	geen effect	40 jaar	-
		onderdeel C defect	vervuiling	geen treinverkeer mogelijk	25 jaar	++
		onderdeel D defect	vermoeding	geen treinverkeer mogelijk	1,5 jaar	+++
		onderdeel E gebroken	corrosie	geen treinverkeer mogelijk	50 jaar	++

### Voorbeeld instandhoudingsconcept

Onderdeel	IH-strategie	IH-actie	IH-interval	Afkeurwaarde bij TAO	Vervolgactie bij TAO
A	TAO	inspecteren	1 jaar	dikte = 10 mm	vernieuwen
B	SAO	herstellen	-	-	-
C	TAO	inspecteren	5 jaar	geheel vervuild	reinigen
D	GAO	vernieuwen	1 jaar	-	-
E (*)	GAO	vernieuwen	40 jaar	-	-

## BIJLAGE C ANALYSETOOL VOOR STORINGSMANAGEMENT PRORAIL

Logoff | Tree | Recent | Favorites | Views | Utilities | Help

**ProRail**

KPI Beschikbaarheid KPI Beschikbaarheid GIS Storingrapportage Dagrapportage Storingen GIS Dagrapportage (Excel)

Gebied: Prorail Landelijk Lijn: 001 Harlingen Haven - Leeuwarden Rapport: Storingstijd Top 5

Week: 2011-33 Maand: 2011 jul via jan: Uitvoer: Uitvoeren

Techniek				Weer			
	A	B	C		A	B	C
Geleiding Wissel	23.189	0.0262%	40.6%	bliksem	2.929	0.0033%	58.0%
Treinbeveiliging Detectie	8.294	0.0094%	14.5%	storm	754	0.0009%	14.9%
Geleiding Spoor	6.377	0.0072%	11.2%	extreem hoge temperatuur	750	0.0008%	14.9%
Onbekend	5.625	0.0064%	9.9%	regen/vocht/wateroverlast	319	0.0004%	6.3%
Treinbeveiliging Interlocking	3.733	0.0042%	6.5%	ijsafzetting/ijzel	267	0.0003%	5.3%
Overige	9.875	0.0112%	17.3%	Overige	32		0.6%
<b>Totaal</b>	<b>57.092</b>	<b>0.0645%</b>	<b>100.0%</b>	<b>Totaal</b>	<b>5.051</b>	<b>0.0057%</b>	<b>100.0%</b>

Derden				Processen			
	A	B	C		A	B	C
bijna aanrijding met personen langs de baan	8.218	0.0093%	33.6%	werkzaamheden	5.528	0.0062%	48.7%
Aanrijding met personen langs de baan	2.657	0.0030%	10.9%	overige processen	4.319	0.0049%	38.1%
schade tgv weg/werkverkeer	2.394	0.0027%	9.8%	uitloop TVP	654	0.0007%	5.8%
vandalisme	2.014	0.0023%	8.2%	Inzetten werkvoertuig	638	0.0007%	5.6%
brand/alarm, bommelding, gevaar/explosie	1.872	0.0021%	7.6%	on gepland werk	127	0.0001%	1.1%
Overige	7.326	0.0083%	29.9%	Overige	83	0.0001%	0.7%
<b>Totaal</b>	<b>24.482</b>	<b>0.0277%</b>	<b>100.0%</b>	<b>Totaal</b>	<b>11.348</b>	<b>0.0128%</b>	<b>100.0%</b>

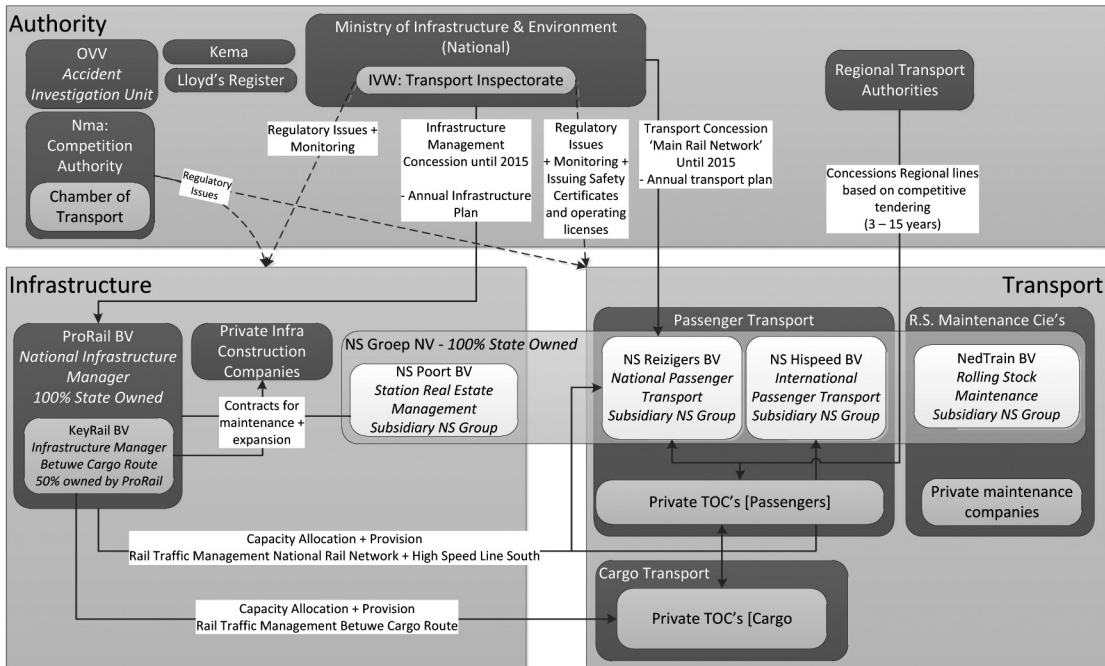
Veroorzaker Derden				Veroorzaker Processen			
	A	B	C		A	B	C
Overig (derden)	22.116	0.0250%	90.3%	Overig (RIB-processen)	3.169	0.0036%	27.9%
Andere vervoersmaatschappijen	1.348	0.0015%	5.5%	Aanemer RIB tbv project nieuwbouw	3.151	0.0036%	27.6%
Werk niet in opdracht van RIB	437	0.0005%	1.8%	Aanemer RIB tbv proces instandhouding	2.185	0.0025%	19.3%
Railverkeersleiding	285	0.0003%	1.2%	Derden in opdracht van RIB	1.225	0.0014%	10.8%
NS/Reizigers	172	0.0002%	0.7%	Door eigen personeel	1.031	0.0012%	9.1%
Overige	123	0.0001%	0.5%	Overige	587	0.0007%	5.2%
<b>Totaal</b>	<b>24.482</b>	<b>0.0277%</b>	<b>100.0%</b>	<b>Totaal</b>	<b>11.348</b>	<b>0.0128%</b>	<b>100.0%</b>

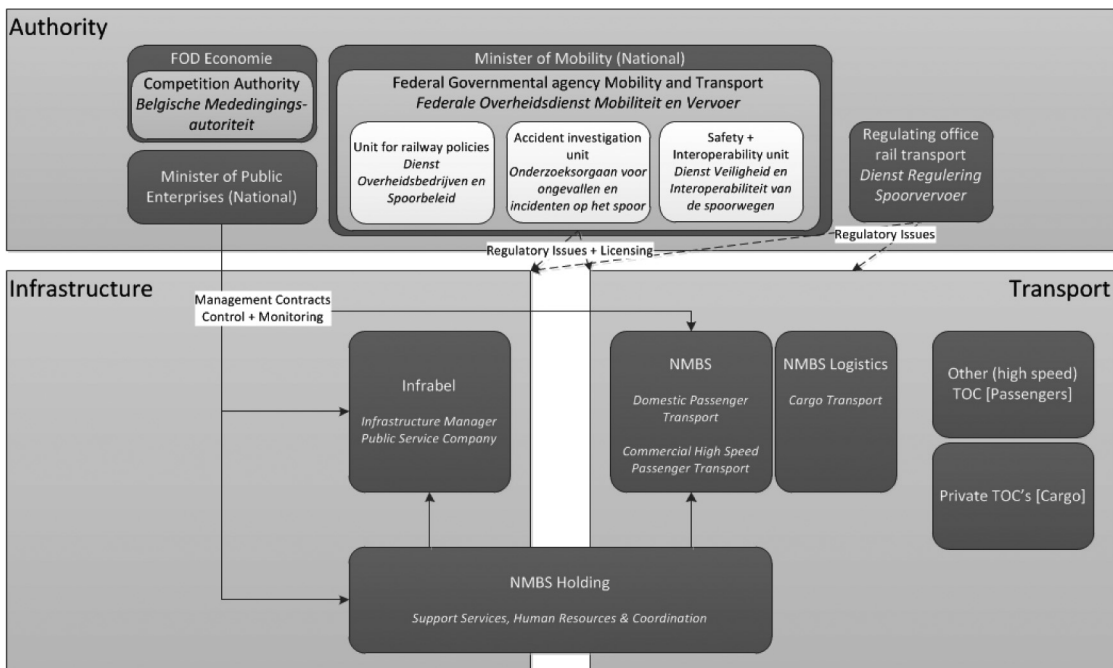
Meldnr	Melddatum	Afdeling	Omschrijving Melding	A	B	C
80622808	02/07/2011	IM	[2+]Ddr: storing stroomvoorziening	2.208	0.0025%	2.2%
80623487	08/07/2011	IM	Rtd-O: Op verzoek van WD AM volgende wissels geklemd. 335, 337, 359, 363, 361, 365, 349, 367, 369, 377. Toegevoegd 365 & 357.	1.848	0.0021%	1.9%
80610676	12/04/2011	IP	2+ Ah: OS: 3 kV spontaan om gepaas. voeding wlf om gesprongen naar roed 2, geen treinverkeer meer mogelijk. Normaal omvormer Ah gestoord.	1.290	0.0015%	1.3%
80598341	15/01/2011	IM	Kth: Grote brand op huisweltsoren. Graag EV ter plaatsen	840	0.0009%	0.8%

## BIJLAGE D ORGANISATIESTRUCTUREN SPOORWEGSECTOREN

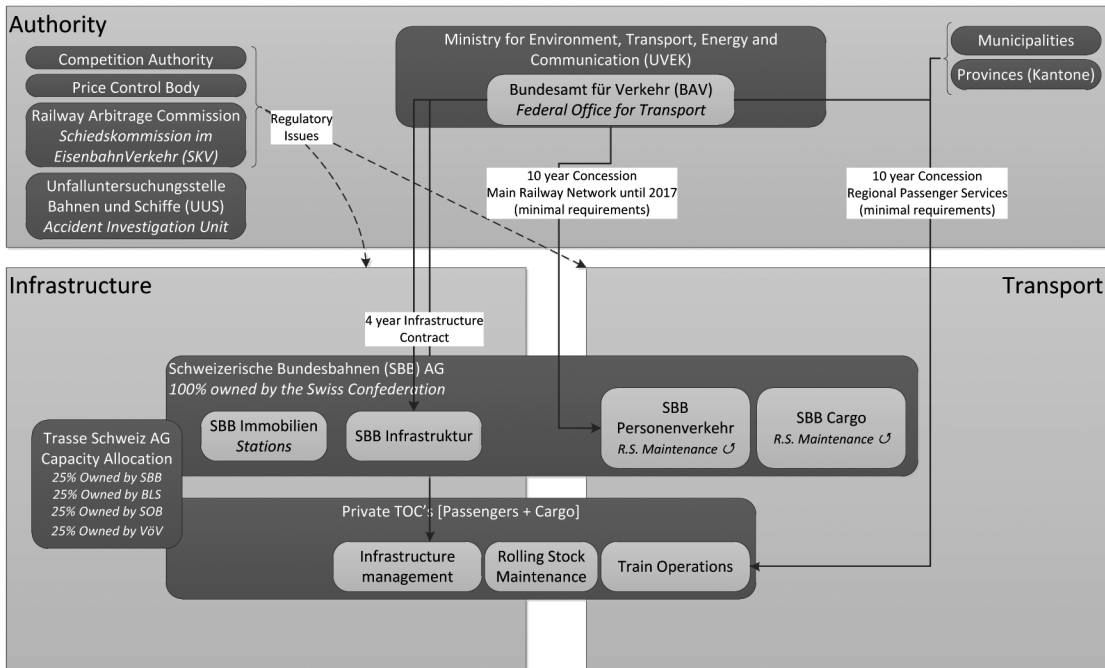
### Nederland



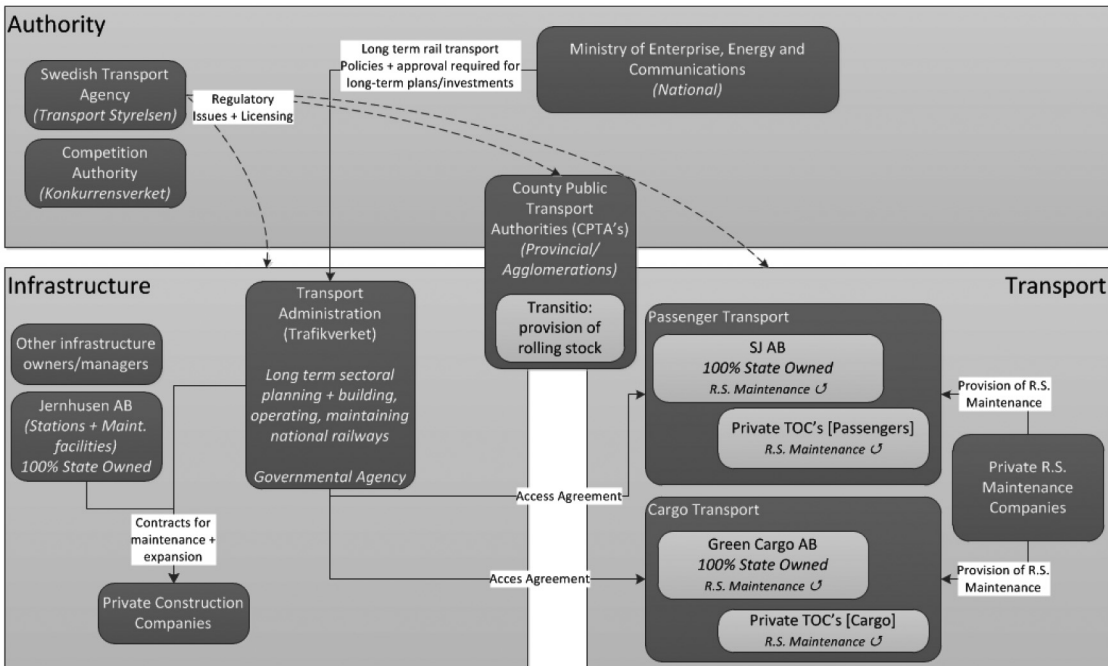
### België



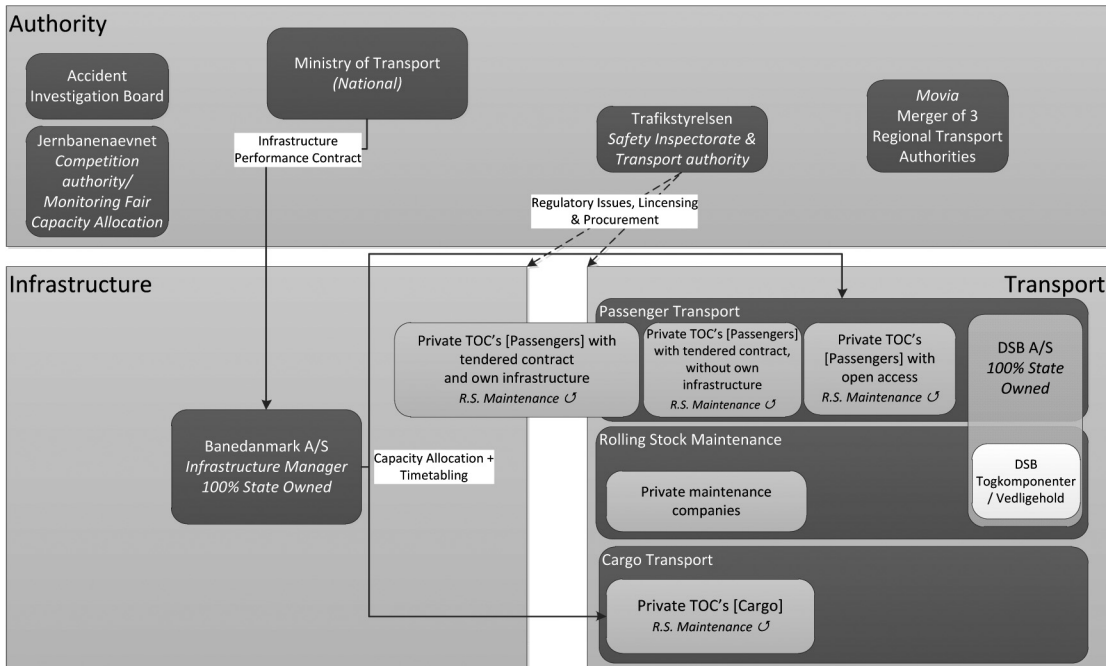
## Zwitserland



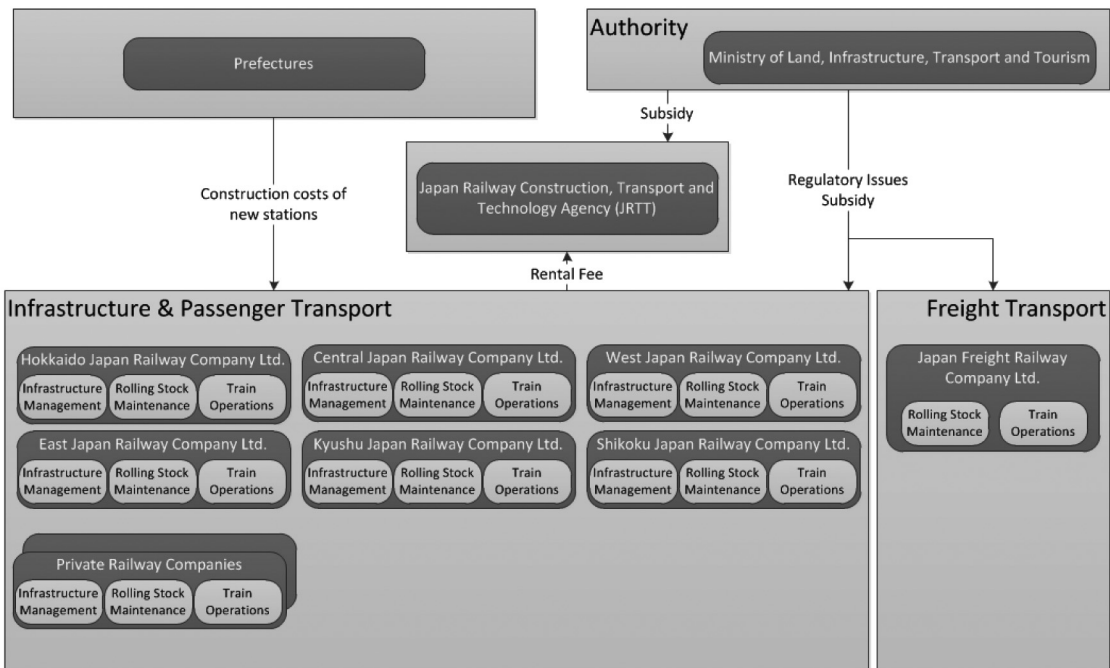
## Zweden



## Denemarken



## Japan



**BIJLAGE E REIZIGERSMATERIEEL CHUO LINE TOKYO**

Treinstel E 233 Regular and Rapid train





## BIJLAGE F INTERVIEW PARTNERS

O. van Rooy, Ministerie van Infrastructuur en Milieu Directoraat-generaal Mobiliteit

J.P. Schaay, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directeur Spoorvervoer

S. Groot, ProRail, Directiesecretaris

B. Smolders, ProRail, Directeur Assetmanagement

E. Steeghs, ProRail, Directeur Financiën

E.A. Cramer, NS Corporate Communication

A. Roeleveld, NS Commercie Business Development

P. Groen, VolkerRail Nederland bv, Directeur Services

Dhr. Boydens, Infrabel-Netwerk, Regional Network Management

W. de Ganck, Infrabel-Netwerk, General manager dienstchef

I. Thielemans, Infrabel, Hoofdingenieur-Dienstchef

G. Van Olmen, Infrabel, Afdelingschef Controlling & Reporting

S. Verboven, Infrabel-Netwerk, Innovation

H.-R. Akermann, SMA und Partner AG, Partner

W. Badran, SBB Infrastructuur, Leiter Anlagen und Technologie

N. Germanier, SBB Infrastructuur, Leiter Fahrplan und Netzdesign

J. Holzfeind, SBB Infrastructuur, Leiter Assetmanagement

P. Kwick, Trafikverket, Procurement Developer Railway

O. Lindveldt, Vectura, Technical Chef Capacity

P. Pettersson, Vectura

T. Vinther Dahl, Banedanmark, Koordinator

B. Nielsen, Banedanmark, Asset Management, Track System Supervisor

A. Thomsen, Banedanmark, Construction & Renewal, Assistant Director

A. Landex, Technical University of Denmark Dept. of Transport, Assistant Professor

N. Tomii, Chiba Institute of Technology, Professor