

# Railmap ERTMS

Bijlage 1: Uitgangspunten berekeningen rij- en opvolgtijden ERTMS capaciteitsanalyse

Van  
Auteur Projectteam capaciteitseffecten ERTMS

Kenmerk  
Versie 1.0  
Datum 30 januari 2014  
Bestand Bijlage 1\_Uitgangspunten berekeningen rij en opvolgtijden ERTMS capaciteitsanalyse

Status Definitief

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Methodiek berekening rijtijden NS'54</b>	<b>3</b>
	2.1 Input voor de rijtijdberekening	3
	2.2 Algemene berekeningsregels voor het rijden	3
	2.3 De aanzet van de trein	4
	2.4 Rijden met constante snelheid	6
	2.5 Remmen	7
<b>3</b>	<b>Methodiek berekening rijtijden ERTMS Level 2</b>	<b>10</b>
	3.1 Input voor de rijtijdberekening	10
	3.2 Algemene berekeningsregels voor het rijden	10
	3.3 De aanzet van de trein	11
	3.4 Rijden met constante snelheid	13
	3.5 Remmen	14
<b>4</b>	<b>Eisen aan de presentatie van rijtijdberekeningen (NS '54 en ERTMS Level 2)</b>	<b>18</b>
	4.1 Vastleggen uitgangspunten berekening	18
	4.2 Eisen aan de output van de berekening	18
<b>5</b>	<b>Methodiek berekening opvolgtijden NS'54</b>	<b>20</b>
	5.1 Te hanteren aannames en uitgangspunten	20
	5.2 Stapsgewijze opbouw (modellering) van de berekening	21
<b>6</b>	<b>Methodiek berekening opvolgtijden ERTMS Level 2</b>	<b>23</b>
	6.1 Te hanteren aannames en uitgangspunten	23
	6.2 Stapsgewijze opbouw (modellering) van de berekening	24
<b>7</b>	<b>Eisen aan de presentatie van opvolgtijdberekeningen (NS '54 en ERTMS Level 2)</b>	<b>25</b>
	7.1 Vastleggen uitgangspunten berekening	25
	7.2 Eisen aan de output van de berekening	25
<b>8</b>	<b>Remstrategie reizigers- en goederentreinen ERTMS Level 2</b>	<b>27</b>

## 1 Inleiding

Dit document beschrijft de methode voor de berekening van rij- en opvolgtijden onder NS '54 en ERTMS Level 2, om de capaciteitseffecten van de implementatie ERTMS te kunnen vaststellen.

Het document is gebaseerd op het document met berekeningsregels dat is opgesteld voor de studie "Capaciteitseffecten ERTMS Level 2" uit 2010.

Bron:

[1] Bijlage 1 "Methodiek voor het berekenen van rij- en opvolgtijden in NS'54 ATB-EG en ERTMS Level 2" van de studie "Capaciteitseffecten ERTMS Level 2"

## 2 Methodiek berekening rijtijden NS'54

### 2.1 Input voor de rijtijdberekening

Berekeningsregel: Benodigde input	NS'54 en ERTMS
Voordat met de rijtijdberekening gestart wordt, dient het volgende bepaald te worden:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• De treinen (stop, IC, goederen) en het materieel waarmee gerekend wordt;</li><li>• De te beschouwen route met het startpunt en eindpunt (kilometreeringen) van de berekening;</li><li>• Het statisch snelheidsprofiel van de route;</li><li>• Het stoppatroon van de treinen (bij welke haltes, stations, inhaalsporen wordt gestopt).</li><li>• Exacte stopplaats van treinen op stations, haltes, etc.</li></ul>	

Berekeningsregel: Bron voor het SSP	NS'54
Voor NS'54 ligt de routeafhankelijke snelheid voor de routes die in berekening beschouwd worden, vast op OBE- en OS-bladen indien het bestaande infrastructuur betreft. Voor nieuwbouwprojecten zal deze informatie via de Railverkeerstechnische Schets behorend bij het Functioneel Integraal Systeemontwerp verkregen moeten worden.	

### 2.2 Algemene berekeningsregels voor het rijden

De treinrit over de route waarvoor de rijtijd berekend wordt, is opgebouwd uit:

- een of meerdere aanzetten (zie paragraaf 4.3);
- delen van de route waarop met constante snelheid gereden wordt (zie paragraaf 4.4);
- een of meerdere remmingen (zie paragraaf 4.5).

De tijden die met deze activiteiten gemoeid zijn, vormen bij elkaar opgeteld de kale rijtijd van de treinrit. Voor de rapportage van deze rijtijd is het van belang goed vast te leggen of het de rijtijd inclusief of exclusief halterings- c.q. stationnementtijden betreft.

# ProRail

Voor onderstaande factoren die het rijden in het algemeen beïnvloeden, geldt het volgende:

Berekeningsregel: Ongestoorde rit	NS'54 en ERTMS
De rit verloopt ongestoord. Er wordt geen rekening gehouden met extreme weersomstandigheden of tijdelijke snelheidsbeperkingen. Er gelden geen aanwijzingen en de trein ondervindt geen hinder van andere treinen.	

Berekeningsregel: Halteertijden	NS'54 en ERTMS
De halteertijden aan het begin en eind van de rit dienen niet worden meegenomen in de rijtijdberekening en de halteertijden onderweg wel.	

Berekeningsregel: Systeemreactietijden	NS'54 en ERTMS
Bij rijtijdberekeningen wordt geen rekening gehouden met reactietijden, zoals de insteltijd voor een rijweg en de insteltijd voor een stop-/doorschakeling. Omdat bij de berekening van de kale rijtijd uitgegaan wordt van een ongestoorde rit is het uitgangspunt dat de rijweg tijdig is ingesteld zodat de betreffende reactietijd geen invloed heeft op de rijtijd. Wat stopdoorschakelingen betreft is het uitgangspunt dat deze optimaal afgesteld zijn en geen verlenging van de halteertijd en dus rijtijd van de trein als gevolg hebben. Wel moet bij aanwezigheid van een stop-doorschakeling (al dan niet t.b.v. een verkorte aankondiging) uitgegaan worden van binnenkomen op rood.	

Berekeningsregel: Beschikbare bovenleidingspanning	NS'54 en ERTMS
Voor bestaande en voor nieuwe infrastructuur rekenen met 1.500 Volt.	

Berekeningsregel: Hellingen	NS'54
<ul style="list-style-type: none"><li>• Voor reizigerstreinen mogen hellingen worden verwaarloosd.</li><li>• Voor goederentreinen worden hellingen verwaarloosd om de berekeningen te vereenvoudigen.</li></ul> <p><i>Let op: bovenstaande eisen betreffen de invloed van hellingen op de rij karakteristieken. Hellingen spelen uiteraard wel altijd een rol bij het bepalen van seinafstanden en seinbeelden.</i></p>	

Berekeningsregel: Bogen	NS'54 en ERTMS
In rijtijdberekeningen mag boogweerstand verwaarloosd worden.	

Berekeningsregel: Tunnels	NS'54 en ERTMS
In rijtijdberekeningen mag tunnelweerstand verwaarloosd worden.	

## 2.3 De aanzet van de trein

Berekeningsregel: Aanzetten	NS'54 en ERTMS
Het bepalen hoe een trein aanzet (versnelt) vanaf stilstand of een bepaalde snelheid naar een hogere snelheid kan op drie manieren: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Interpoleren in VPT-aanzettabellen voor het beschouwde materieel;</li><li>2. Stapsgewijs simuleren met alle relevante trein- en omgevingsparameters en de</li></ol>	

natuurkundige verbanden hiertussen (aanzetkarakteristieken conform VPT-tabellen); 3. Het aanzetvermogen afleiden uit aanzettabellen, die corrigeren voor de omgevingsfactoren en vervolgens toepassen.
Alle drie methodes mogen toegepast worden.

Berekeningsregel: Luchtweerstand	NS'54 en ERTMS
Indien aanzettabellen worden gebruikt, hoeft niet apart rekening te worden gehouden met luchtweerstand. Indien de aanzet middels simulatie bepaald wordt, dient rekening te worden gehouden met luchtweerstand.	

Berekeningsregel: Adhesiebeperking	NS'54 en ERTMS
Indien aanzettabellen worden gebruikt, hoeft niet apart rekening te worden gehouden met adhesiebeperking. Indien de aanzet middels simulatie bepaald wordt, dient rekening te worden gehouden met adhesiebeperking.	

### 2.3.1 Start van een rit

Onder NS'54 wordt bij de start van een rit tot het eerste sein formeel "op zicht" gereden. Onder NS'54 heeft de trein echter wel al ATB-code, waardoor in praktijk sneller dan "op zicht" gereden kan worden.

Berekeningsregel: Start van een rit	NS'54
Er kan vrij aangezet worden tot de doelsnelheid.	

### 2.3.2 Vertrekprocedure

Berekeningsregel: Vertrekprocedure reizigerstrein	NS'54 en ERTMS
Indien een rit van een reizigerstrein start met een vertrek van een halte of een station heeft de vertrekprocedure reeds plaatsgevonden. Voor stops gedurende de rit geldt als uitgangspunt dat de vertrekprocedure binnen de aangenomen halteringstijd c.q. stationnementstijd valt.	

### 2.3.3 Aanzetten voorbij snelheidsbeperkingen

In NS'54 geldt dat de machinist de lengte van zijn trein kent en een versnelling inzet zodra de staart van de trein in het gebied is waar de hogere snelheid geldt.

Berekeningsregel: Aanzetten voorbij snelheidsbeperkingen	NS'54
De trein zet treinlengte voorbij snelheidsbeperkingen aan naar een hogere snelheid.	

### 2.3.4 Aanzetten van goederentreinen

De lostijd van de remmen van een lange goederentrein is niet te verwaarlozen. Daarom is het nodig om hierover aannames te doen.

Berekeningsregel: Aanzetten na stilstand van goederentreinen	NS'54 en ERTMS
Bij het aanzetten vanuit stilstand van goederentreinen zijn de remmen al gelost.	

Als een goederentrein aanzet voordat de remmen volledig gelost zijn bestaat de kans op breuk. Ook in een ongestoorde situatie komt dit voor: als een goederentrein volgens het SSP een lagere snelheid moet gaan rijden, wordt na het bereiken van de snelheid gelost.

In deze tijd neemt de snelheid nog verder af. Na het lossen kan weer aangezet worden tot de geldende maximum snelheid.

Berekeningsregel: Aanzetten na remming van goederentreinen	NS'54 en ERTMS
Na een remming mag pas aangezet worden nadat de remmen volledig gelost zijn ("remdip"). De lostijd is afhankelijk van het materieel en de remstand (P of G). Hierop zouden we de modellen willen aanpassen. Als dat te veel tijd kost, hoeft de studie hierop niet te wachten.	

## 2.3.5 Stop-/doorschakelingen

Berekeningsregel: Stop-/doorschakelingen	NS'54 en ERTMS
Zodra de halteringstijd verstreken is, is de overweg gesloten en het sein voor de overweg uit de stand stop, zodat direct na de haltering kan worden aangezet. Ofwel: stop-/doorschakelingen vormen geen belemmering voor de aanzet van de trein na een haltering.	
<i>Stop-/doorschakelingen vormen veelal wel een belemmering bij nadering van de halte omdat geremd wordt aan de hand van opdrachten uit het seinstelsel.</i>	

## 2.3.6 Splitsen

Na het splitsen onder NS'54 kan het achterste deel van de trein ver van de volgende blokgrens vertrekken. Het spoor tussen de trein en het volgende sein en het volgende blok zullen weer vrij zijn, waardoor de trein wel ATB-code krijgt. Zoals beschreven bij de *start van een rit* zal het vertrek hierdoor toch vlot kunnen verlopen.

## 2.3.7 Aanzetten bij ATB codeverbetering

In NS'54 is er vaak discussie over hoe en wanneer machinisten ATB-codeverbeteringen mogen opvolgen. De diverse regelgeving (Spoorwegwet, AV, Handboek Machinist NSR, B-voorschriften, SeinReglement) heeft hiervoor van elkaar afwijkende beschrijvingen

Berekeningsregel: ATB-codeverbetering	NS'54
Indien in de seinbeeldrelatie bij ingelegde route een ATB-code-wisseling plaatsvindt die in de cabine van de machinist (lampje op console) een 'groenvariant' geeft, dan mag de snelheid direct verhoogd worden als wordt voldaan aan de eisen die hieraan gesteld zijn in de Regeling Spoorverkeer. Deze regel moet per situatie kritisch bekeken worden en zo nodig geijkt worden bij de vervoerder.	

## 2.4 Rijden met constante snelheid

Er wordt gereden met de maximumsnelheid conform het SSP voor de beschouwde route. Indien het materieel, de treinsamenstelling of de inlegsnelheid een lagere snelheid vereist dan de snelheid van het SSP, dan moet gerekend worden met die lagere snelheid.

Treinbeïnvloedingssystemen hebben een marge voor het ingrijpen als de snelheid van de trein groter is dan maximumsnelheid. Dit geldt zowel voor NS'54 ATB-EG als voor ERTMS. Deze marge wordt bij rijtijdberekeningen niet gebruikt.

Ook rijdt een trein niet langzamer dan de maximumsnelheid, behalve als die snelheid nog niet gehaald is of als de snelheid van een goederentrein terugvalt door hellingen.

Berekeningsregel: Maximum snelheid	NS'54 en ERTMS
De maximum snelheid wordt niet over- of onderschreden.	

## 2.5 Remmen

Het feitelijke remvermogen van een trein wordt voor een belangrijk deel bepaald door materieel- en omgevingsfactoren. Het feitelijke remvermogen is echter maar zelden van belang, omdat moet worden gerekend met dat deel van het remvermogen waarvan vooraf zeker is dat het benut kan worden. De trein remt zelden zo hard mogelijk. Veiligheid is de bepalende factor. De trein volgt de veilige remvertragingen. Doordat deze niet zo hard mogelijk zijn, is het remmen voor de passagiers ook comfortabel.

De remvertragingen bij treinen zijn in absolute zin erg klein, zeker in vergelijking met andere vervoersmodaliteiten. Het discomfort bij remmen komt behalve uit de hoogte van de remvertraging zelf vooral ook voort uit een abrupte toe- of afname van de remvertraging.

Berekeningsregel: Maximale remvertraging	NS'54 en ERTMS
De te gebruiken <i>maximale</i> remvertraging voor rijtijdberekeningen is afhankelijk van het gebruikte materieel. Er dient gerekend te worden met de zogenaamde dienstremming. IC: 0,66 m/s <sup>2</sup> Sprinter: 0,8 m/s <sup>2</sup> Goederen: 0,31 m/s <sup>2</sup> .	

Berekeningsregel: Aanpak- en lostijden remmingen	NS'54 en ERTMS
Bij het berekenen van remmingen moet rekening worden gehouden met de aanpak- en lostijd van de remmen (opbouw/afbouw van de remvertraging).  Tijdens de aanpaktijd neemt de remvertraging lineair toe van 0 m/s <sup>2</sup> tot de gewenste remvertraging. Tijdens de lostijd neemt de remvertraging lineair af tot 0 m/s <sup>2</sup> . Hierop zouden we de modellen willen aanpassen. Als dat te veel tijd kost, hoeft de studie hierop niet te wachten.	

### 2.5.1 Opvolgen remopdrachten

Berekeningsregel: Opvolgen remopdrachten	NS'54
Remmingen opgedragen door seinen (borden of lichtseinen) worden ingezet zodra de kop van de trein het sein passeert. De opgegeven snelheid moet bereikt zijn 50 meter voordat de kop van de trein op de locatie van het sein is dat het einde van de remopdracht markeert.	

## 2.5.2 Modelling remgedrag

De afstand tussen de seinen is bepalend voor de te kiezen modellering van het remgedrag. Het remgedrag kan defensief of offensief gemodelleerd worden, of iets hier tussenin.

1. Het document "Capaciteit en belasting van het spoorwegnet" uit 1995 van Railed verwijst voor rijtijdberekeningen naar de methodes van NS MW3. MW3 ging uit van het volgende "Dankzij zijn wegbekendheid weet de machinist bij aanvang van de remming welke remweg hij tot zijn beschikking heeft. Er zal worden geremd met een vertraging tussen de minimale ATB-remvertraging en de maximale dienstremvertraging, zodanig dat de remweg zo volledig mogelijk gebruikt wordt."
2. Later is vooral de defensieve rijmethode gemodelleerd, waarschijnlijk omdat dit eenvoudiger te modelleren is en omdat werd verondersteld dat dit in variantenstudies, waarin rijtijden onderling worden vergeleken, geen effect heeft op de conclusies. Bij deze defensieve remstijl wordt uitgegaan van directe dienstremming na het sein, net zo lang tot de benodigde snelheid is bereikt, waarna op de lage snelheid wordt doorgereden tot het eindpunt van de remopdracht. De rijtijden zijn hierdoor langer.
3. Een derde manier om de remming te modelleren is de meest offensieve, met de kortste rijtijd. De machinist remt slechts met ATB-remcriteriumvertraging totdat een sterkere remming moet worden ingezet om de doelsnelheid tijdig te behalen. (Het planningsprogramma Donna rekent volgens deze offensieve rijstijl).

Berekeningsregel: Modelling remgedrag na seinopdrachten	NS'54
<p>Remmingen naar snelheden boven de 0km/u worden berekend met een continue vaste vertraging groter of gelijk aan de minimale ATB-remvertraging en kleiner of gelijk aan de maximale dienstremvertraging, zodanig dat de remweg zo volledig mogelijk gebruikt wordt. De remming wordt ingezet bij het sein of bord dat de remopdracht geeft. De doelsnelheid moet 50 meter voor het einde van de opdracht bereikt zijn. De minimale ATB-remvertraging moet worden gemodelleerd op <math>-0,31 \text{ m/s}^2</math>. De maximale dienstremvertraging wordt als volgt aangenomen:</p> <p>IC: <math>0,66 \text{ m/s}^2</math>  Sprinter: <math>0,8 \text{ m/s}^2</math>  Goederen: <math>0,31 \text{ m/s}^2</math>.</p> <p>Is de maximale dienstremvertraging niet genoeg om 50 meter voor einde opdracht de doelsnelheid bereikt te hebben, wordt de remming eerder ingezet.</p> <p><u>Remmingen naar 0 km/u:</u> Als de machinist zonder ondersteuning van het systeem een vrije remming uit moet voeren, gaan we van de volgende constante "praktijkremvertraging" uit:</p> <p>IC: <math>0,5 \text{ m/s}^2</math>  Sprinter: <math>0,6 \text{ m/s}^2</math>  Goederen: <math>0,31 \text{ m/s}^2</math>.</p> <p>Dat komt bij reizigerstreinen ongeveer overeen met <math>\frac{3}{4}</math> van de maximale dienstremvertraging.</p> <p>Terug redenerend vanaf de stoplocatie wordt het punt bepaald waar een vrije remming met een "praktijkremvertraging" ingezet moet worden om vanaf 40 km/u op de stoplocatie tot stilstand te komen. 50 meter voor aanvang van de vrije dienstremming moet de 40km/u bereikt zijn. Vanaf begin remopdracht tot dit punt wordt volgens bovenstaande methode</p>	



naar 40 km/u geremd.

Doorgaande remming: Bij seinbeeld RS209 (GLcijferFL) bij sein<sup>begin</sup> wordt het sein<sup>eind</sup> gezocht dat het einde van de remming aangeeft. De remming wordt volgens bovenstaande methode berekend als een remming beginnend bij sein<sup>begin</sup> naar de door sein<sup>eind</sup> aangegeven doelsnelheid.

Voorbeeld:

GL8FL - GL - R wordt GL- - R.

En GL8FL - GL6 - GRFL6 wordt GL6 - - GRFL6.

Redenering:

- Vaste remming vanuit eenvoud in de modellering
- Bereiken doelsnelheid 50 meter voor einde van opdracht: in de praktijk zal de machinist de doelsnelheid ook iets voor einde van de remopdracht bereikt hebben. Bovendien zijn op deze manier de trappen in het snelheidsprofiel te zien, wat de analyse makkelijker maakt. De afstand van 50 meter is bepaald o.b.v. expert judgement.
- Remming naar 0: "praktijkremvertraging" is een waarde die uit een landelijke ijking van het model Trento door het VL-Prestatieanalysebureau komt. Bovendien zijn er onafhankelijk bij VACO twee studies op regionale lijnen gedaan, die deze waardes bevestigen. De "praktijkremvertraging" van de goederen is in het verleden afgestemd met Keyrail.
- Methode 2 is te conservatief en methode 3 te risicovol als zo in de praktijk gereden zou worden (en daarmee te optimistisch). Overigens is ATB-EG in de praktijk bij veel kleinere vertragingwaardes dan  $-0,31 \text{ m/s}^2$  tevreden.

### 2.5.3 Naderen van een halte

Als de snelheidsvermindering bij een haltenadering niet wordt afgedwongen door de seinbeelden, wordt dit gemodelleerd door een "uitgestelde dienstremming". Een alternatieve aanname is dat de remming wordt ingezet bij het halte-naderingsbord (SR305).

Berekeningsregel: Naderen van een halte
---

NS'54
-------

Haltes naderen met een "uitgestelde praktijkremming". Dit betekent dat vanaf de stoplocatie wordt teruggerekend naar de locatie waar de remming met praktijkremvertraging (IC: $0,5 \text{ m/s}^2$ , Sprinter: $0,6 \text{ m/s}^2$ , Goederen: $0,31 \text{ m/s}^2$ ) moet starten om vanaf de aanvangssnelheid op de stoplocatie tot stilstand te komen.
---

### 2.5.4 Stoplocatie langs perrons

Een trein stopt niet bij een blokgrens of sein, maar op een voor de haltering of het stationnement logische plek. Deze plek is afhankelijk van de perronlengte, de lengte van de trein en de plaats van de perrontoegang. Bij het bepalen van de stoplocatie moet rekening gehouden worden met een zichtafstand tot het lichtsein bij vertrek. Om goed te kunnen waarnemen dat de rit na haltering kan worden vervolgd, is een afstand nodig tussen de kop van de trein en het lichtsein. Voor een hoog sein is deze afstand 10 meter, voor een laag sein 15 meter.

Berekeningsregel: Stoplocatie langs perrons	NS'54 en ERTMS
Een trein stopt voor de haltering op een voor het stationnement logische plek.	

## 2.5.5 Combineren

Om onder NS'54 te kunnen combineren, rijdt een trein een bezet blok binnen. De trein zal in het blok voor dit blok voorbij een sein dat geel toont rijden en hierdoor naar 40 km/h gaan remmen. Hierbij rekent hij erop dat het volgende sein rood toont, dus bij de volgende blokgrens rijdt hij langzaam. Het sein bij binnenkomst van het bezette blok toont geel knipper. De machinist rijdt dit blok op zicht binnen. Hierbij is zijn snelheid zodanig dat hij gezien de omstandigheden altijd tijdig tot stilstand kan komen.

Berekeningsregel: Combineren	NS'54
Combineren wordt gemodelleerd door de trein met 20 km/h het al bezette blok binnen te laten rijden en voor de stoplocatie een remming naar 0 km/h te laten uitvoeren.	

## 3 Methodiek berekening rijtijden ERTMS Level 2

### 3.1 Input voor de rijtijdberekening

Berekeningsregel: Benodigde input	NS'54 en ERTMS
Voordat met de rijtijdberekening gestart wordt, dient het volgende bepaald te worden: <ul style="list-style-type: none"><li>• De treinen (stop, IC, goederen) en het materieel waarmee gerekend wordt;</li><li>• De te beschouwen route met het startpunt en eindpunt (kilometreringen) van de berekening;</li><li>• Het statisch snelheidsprofiel van de route;</li><li>• Het stoppatroon van de treinen: op welke haltes, stations, inhaalsporen wordt gestopt.</li></ul>	

Berekeningsregel: Bron voor het SSP	ERTMS
Voor ERTMS Level 2 baanvakken zijn geen OS-bladen beschikbaar. De benodigde snelheidsinformatie per route dient voor bestaande infrastructuur van de Statische SnelheidsProfielen (SSP) per route verkregen te worden. Voor nieuwbouwprojecten is het Functioneel Integraal Systeemontwerp bron voor de snelheidsinformatie.  Indien in een project NS'54 wordt vervangen door ERTMS Level 2 dienen niet de OBE- en OS-bladen van NS'54 als bron voor de routeafhankelijke snelheden gebruikt te worden. Er dient, rekening houdend met het feit dat ERTMS snelheidstrappen van 5 km/uur kan bewaken en dat bepaalde beperkingen niet gelden voor ERTMS, een nieuw SSP te worden vastgesteld, eventueel gedifferentieerd naar materieelsoort.	

### 3.2 Algemene berekeningsregels voor het rijden

De treinrit over de route waarvoor de rijtijd berekend wordt, is opgebouwd uit:

- een of meerdere aanzetten (zie paragraaf 5.3);
- delen van de route waarop met constante snelheid gereden wordt (zie paragraaf 5.4);
- een of meerdere remmingen (zie paragraaf 5.5).

# ProRail

De tijden die met deze activiteiten gemoeid zijn, vormen bij elkaar opgeteld de kale rijtijd van de treinrit. Voor de rapportage van deze rijtijd is het van belang goed vast te leggen of het de rijtijd inclusief of exclusief halterings- c.q. stationnementtijden betreft.

Voor onderstaande factoren die het rijden in het algemeen beïnvloeden, geldt het volgende:

Berekeningsregel: Ongestoorde rit	NS'54 en ERTMS
De rit verloopt ongestoord. Er wordt geen rekening gehouden met extreme weersomstandigheden of tijdelijke snelheidsbeperkingen. Er gelden geen aanwijzingen en de trein ondervindt geen hinder van andere treinen.	
Berekeningsregel: Halteertijden	NS'54 en ERTMS
De halteertijden aan het begin en eind van de rit dienen niet worden meegenomen in de rijtijdberekening en de halteertijden onderweg wel.	
Berekeningsregel: Systeemreactietijden	NS'54 en ERTMS
Bij rijtijdberekeningen wordt geen rekening gehouden met reactietijden, zoals de insteltijd voor een rijweg en de insteltijd voor een stop-/doorschakeling.	
Berekeningsregel: Beschikbare bovenleidingspanning	NS'54 en ERTMS
Voor bestaande en voor nieuwe infrastructuur rekenen met 1.500 Volt.	
Berekeningsregel: Hellingen	ERTMS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hellingen mogen worden verwaarloosd voor het bepalen van de aanzet van reizigerstreinen.</li><li>• Voor alle treinen geldt dat voor het bepalen van de remcurves rekening gehouden moet worden met (gesegmenteerde) hellingen</li><li>• Toelichting: Bij RVT is kennis aanwezig om te segmenteren. Daarna moet de segmentering vertaald worden in een remcurve tenzij uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat de helling verwaarloosd mag worden.</li></ul>	
Berekeningsregel: Bogen	NS'54 en ERTMS
In rijtijdberekeningen mag boogweerstand verwaarloosd worden.	
Berekeningsregel: Tunnels	NS'54 en ERTMS
In rijtijdberekeningen mag tunnelweerstand verwaarloosd worden.	

### 3.3 De aanzet van de trein

Berekeningsregel: Aanzetten	NS'54 en ERTMS
Het bepalen hoe een trein aanzet (versnelt) vanaf stilstand of een bepaalde snelheid naar een hogere snelheid kan op drie manieren: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Interpoleren in VPT-aanzettabellen voor het beschouwde materieel;</li><li>2. Stapsgewijs simuleren met alle relevante trein- en omgevingsparameters en de natuurkundige verbanden hiertussen (aanzetkarakteristieken conform VPT-tabellen);</li><li>3. Het aanzetvermogen afleiden uit aanzettabellen, die corrigeren voor de</li></ol>	

omgevingsfactoren en vervolgens toepassen.

Alle drie methodes mogen toegepast worden.

Berekeningsregel: Luchtweerstand	NS'54 en ERTMS
Indien aanzettabellen worden gebruikt hoeft niet apart rekening te worden gehouden met luchtweerstand. Indien de aanzet middels simulatie bepaald wordt, dient rekening te worden gehouden met luchtweerstand.	

Berekeningsregel: Adhesiebeperking	NS'54 en ERTMS
Indien aanzettabellen worden gebruikt hoeft niet apart rekening te worden gehouden met adhesiebeperking. Indien de aanzet middels simulatie bepaald wordt, dient rekening te worden gehouden met adhesiebeperking.	

### 3.3.1 Start van een rit

Onder ERTMS wordt in vergelijking met NS'54 formeler omgegaan met de restricties bij Start of Mission, vooral omdat daar technische mogelijkheden voor zijn. SoM is erg afhankelijk van projecteringskeuzes en vooral van de vraag of de positie van de trein zeker is. Een trein mag Full Supervision krijgen zodra zijn positie zeker is en ook zeker is dat het spoor voor hem vrij en onbelemmerd is. Als aan deze eisen niet is voldaan, moet de trein rijden onder OnSight of Staff Responsible. Bij beide geldt een lage maximumsnelheid. Als de afstand tussen de startpositie van de trein en de eerste blokgrens groot is, is dit belemmerend.

Berekeningsregel: Start van een rit	ERTMS
In geval van een start van de rit (SOM) dient bepaald worden in welke mode vertrokken wordt en waar deze mode verandert.	

### 3.3.2 Vertrekprocedure

Berekeningsregel: Vertrekprocedure reizigerstrein	NS'54 en ERTMS
indien een rit van een reizigerstrein start met een vertrek van een halte of een station heeft de vertrekprocedure reeds plaatsgevonden. Voor stops gedurende de rit geldt als uitgangspunt dat de vertrekprocedure binnen de aangenomen halteringstijd c.q. stationnementstijd valt.	

### 3.3.3 Aanzetten voorbij snelheidsbeperkingen

ERTMS bewaakt de treinlengte in relatie tot de snelheidsprofielen. Pas als de gehele treinlengte met zekerheid in het hogere snelheidsgebied is, mag en kan de machinist versnellen. De genoemde zekerheid slaat op de toepassing van de Min Safe Rear End van de trein, die afhankelijk is van de positieonauwkeurigheid op dat moment.

Berekeningsregel: Aanzetten voorbij snelheidsbeperkingen	ERTMS
Een machinist versnelt in ERTMS direct wanneer dit is toegestaan, mede omdat de planning area de snelheidsverhoging precies aankondigt.	
Modellering: Conform optie 2 uit studie Ut-Ht: De trein zet treinlengte voorbij snelheidsbeperking aan naar een hogere snelheid, rekening houdend met een positieonauwkeurigheid van 2 Meter +2% van de afgelegde afstand. Deze optie houdt in dat alle balises in de modellering meegenomen moeten worden. De genoemde positieonauwkeurigheid is	

een aanname over de onnauwkeurigheid die in de praktijk zal voorkomen.
--

### 3.3.4 Aanzetten van goederentreinen

De lostijd van de remmen van een lange goederentrein is niet te verwaarlozen. Daarom is het nodig om hierover aannames te doen.

Berekeningsregel: Aanzetten na stilstand van goederentreinen	NS'54 en ERTMS
Bij het aanzetten vanuit stilstand van goederentreinen zijn de remmen al gelost.	

Als een goederentrein aanzet voordat de remmen volledig gelost zijn bestaat de kans op breuk. Ook in een ongestoorde situatie komt dit voor: als een goederentrein volgens het SSP een lagere snelheid moet gaan rijden, wordt na het bereiken van de snelheid gelost. In deze tijd neemt de snelheid nog verder af. Na het lossen kan weer aangezet worden tot de geldende maximum snelheid.

Berekeningsregel: Aanzetten na remming van goederentreinen	NS'54 en ERTMS
Na een remming mag pas aangezet worden nadat de remmen volledig gelost zijn ("remdip"). De lostijd is afhankelijk van het materieel en de remstand (P of G). Hierop zouden we de modellen willen aanpassen. Als dat te veel tijd kost, hoeft de studie hierop niet te wachten.	

### 3.3.5 Stop-/doorschakelingen

Berekeningsregel: Stop-/doorschakelingen	NS'54 en ERTMS
Zodra de halteringstijd verstreken is, is de overweg gesloten en het sein voor de overweg uit de stand stop, zodat direct na de haltering kan worden aangezet. Ofwel: stop-/doorschakelingen vormen geen belemmering voor de aanzet van de trein na een haltering.	
<i>Stop-/doorschakelingen vormen veelal wel een belemmering bij nadering van de halte omdat geremd wordt aan de hand van opdrachten uit het seinstelsel.</i>	

### 3.3.6 Splitsen

Na het splitsen onder ERTMS zal het achterste deel van de trein ver van de volgende blokgrens vertrekken. Afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden voor de *Start of Mission* is dit in meer of mindere mate belemmerend.

## 3.4 Rijden met constante snelheid

Er wordt gereden met de maximumsnelheid conform het SSP voor de beschouwde route. Indien het materieel, de treinsamenstelling of de inlegsnelheid een lagere snelheid vereist dan de snelheid van het SSP, dan moet gerekend worden met die lagere snelheid.

Treinbeïnvloedingssystemen hebben een marge voor het ingrijpen als de snelheid van de trein groter is dan maximumsnelheid. Dit geldt zowel voor NS'54 ATB-EG als voor ERTMS. Deze marge wordt bij rijtijdberekeningen niet gebruikt.

Ook rijdt een trein niet langzamer dan de maximumsnelheid, behalve als die snelheid nog niet gehaald is of als de snelheid van een goederentrein terugvalt door hellingen.

Berekeningsregel: Maximum snelheid	NS'54 en ERTMS
De maximum snelheid wordt niet over- of onderschreden.	

## 3.5 Remmen

Het feitelijke remvermogen van een trein wordt voor een belangrijk deel bepaald door materieel- en omgevingsfactoren. Het feitelijke remvermogen is echter maar zelden van belang, omdat moet worden gerekend met dat deel van het remvermogen waarvan vooraf zeker is dat het benut kan worden. De trein remt zelden zo hard mogelijk. Veiligheid is de bepalende factor. De trein volgt de veilige remvertragingen. Doordat deze niet zo hard mogelijk zijn, is het remmen voor de passagiers ook comfortabel.

De remvertragingen bij treinen zijn in absolute zin erg klein, zeker in vergelijking met andere vervoersmodaliteiten. Het discomfort bij remmen komt behalve uit de hoogte van de remvertraging zelf vooral ook voort uit een abrupte toe- of afname van de remvertraging.

Berekeningsregel: Maximale remvertraging	NS'54 en ERTMS
De te gebruiken maximale remvertraging voor rijtijdberekeningen is afhankelijk van het gebruikte materieel. Er dient gerekend te worden met de zogenaamde dienstremming. IC: 0,66 m/s <sup>2</sup> Sprinter: 0,8 m/s <sup>2</sup> Goederen: 0,31 m/s <sup>2</sup> .	

Berekeningsregel: Aanpak- en lostijden remmingen	NS'54 en ERTMS
Bij het berekenen van remmingen moet rekening worden gehouden met de aanpak- en lostijd van de remmen (opbouw/afbouw van de remvertraging).  Tijdens de aanpaktijd neemt de remvertraging lineair toe van 0 m/s <sup>2</sup> tot de gewenste remvertraging. Tijdens de lostijd neemt de remvertraging lineair af tot 0 m/s <sup>2</sup> . Hierop zouden we de modellen willen aanpassen. Als dat te veel tijd kost, hoeft de studie hierop niet te wachten.	

### 3.5.1 Opvolgen remopdrachten

Voor een remming naar een EoA wordt de remming met de remcurves gehandhaafd. Hierbij wordt op de meest veilige manier met de positieonauwkeurigheid van de trein omgegaan. Het systeem zal ingrijpen als de Max Safe Front End (MSFE) de First Line of Intervention (FLOI) passeert.

Berekeningsregel: Positieonauwkeurigheid bij remmen	ERTMS
Bij het volgen van de remcurves moet met de positieonauwkeurigheid van de trein rekening worden gehouden. De "Max Safe Front End" van de trein mag de FLOI niet passeren. Dit wordt in de remcurve gemodelleerd.	

Berekeningsregel: Begin van een remming.	ERTMS
Een remming wordt ingezet zodra de indication-curve wordt gepasseerd.	

Berekeningsregel: Release speed	ERTMS
De release speed bedraagt 15km/u. Bij snelheden van hoogstens 15km/u wordt de remcurve dus niet meer door het systeem bewaakt.	

## 3.5.2 Remmodel

Berekeningsregel: Remmodel.	ERTMS
Het remmodel uit de vigerende versie van SRS ERTMS/ETCS subset 026-3, baseline 3 SRS dient toegepast te worden. Per berekening dient vastgelegd te worden welke versie is toegepast.	

Het remmodel beschrijft welke parameters moeten worden ingevoerd en heeft een conversiemodel dat eventueel de benodigde parameters veilig genereert uit een beperkt aantal door de machinist in te voeren parameters.

Werken met materieelspecifieke parameters heeft de voorkeur. Het conversiemodel (door zijn eenvoud en omdat het altijd veilig moet zijn) levert namelijk meer conservatieve parameters op dan de materieelspecifieke invoer. Met materieelspecifieke parameters kan het werkelijke remgedrag het best worden benaderd. De specifieke parameters zullen alleen voor vaste treinsamenstellingen beschikbaar komen, dus voor treinstellen en treinstelcombinaties. Voor goederentreinen en getrokken reizigersmaterieel met variabele samenstellingen zal altijd het conversiemodel gebruikt worden.

Zolang materieelspecifieke parameters nog niet of nauwelijks beschikbaar zijn, zal gerekend moeten worden met parameters uit het conversiemodel. Zodra het Nederlandse materieel door of voor de vervoerders wordt gemodelleerd kan van deze gegevens gebruik worden gemaakt.

Het conversiemodel dat hoort bij subset 026 zet vier parameters (rempercentage, treinlengte, remkraanstand en treinsoort) op een veilige manier om in snelheidsafhankelijke remvertragingen en aanpaktijden. Het rempercentage zal veelal de onbekende factor zijn.

Berekeningsregel: Rempercentages reizigerstreinen.	ERTMS
Voor reizigersmaterieel dient gebruik gemaakt te worden van feitelijk vastgestelde rempercentages (dus niet de minimum eisen uit de spoorwegwet), voor een aantal karakteristieke treinen aan te leveren door of via de vervoerders.	
Gegevens zijn bij RVT aanwezig vanuit eerdere studies.	

Berekeningsregel: Rempercentages goederentreinen.	ERTMS
Voor goederentreinen dient het rempercentage gebaseerd te worden op dat wat wettelijk is vereist conform de Regeling Spoorverkeer. Deze vereiste is snelheidsafhankelijk. Het is te conservatief om te rekenen met het rempercentage dat is vereist bij de (soms lage) plaatselijke snelheid. Dezelfde trein rijdt elders immers op een hogere snelheid en is op grond daarvan beter beremd. Er dient uitgegaan te worden van een rempercentage dat vereist is bij de inlegsnelheid van de goederentrein waarmee gerekend wordt. Voorstel rempercentages, die in een gevoeligheidsanalyse onderzocht zullen worden: 54% (hoort bij 80km/u inlegsnelheid), 65% (hoort bij een inlegsnelheid van 100km/u), 90% (maximum, ook conform Kort Volgen studie)	
Voor een snelle slag van de studie zou 65% als gemiddelde gebruikt kunnen worden.	
Remmen in P stand. Dat is de realistischere waarde, remmen een G-stand is een uitzondering.	

### 3.5.3 Modelling remgedrag

Het remgedrag kan op verschillende manieren gemodelleerd worden en net als onder NS'54 kunnen we onderscheid maken in defensief, offensief en gemiddeld.

1. Een machinist die defensief rijdt zal vóór de permitted-curve blijven. (Bijvoorbeeld in secondes of meters.)
2. Een offensief rijdende machinist die zijn rijtijd wil beperken, zal misschien zelfs een warning voor lief nemen en de intervention curve (first line of intervention) net voorblijven. Dit uiterste is onwaarschijnlijk.
3. Een gemiddelde tussen deze machinisten zou het rijden op de permitted-curve kunnen zijn.

Met modern materieel is het mogelijk om de permitted-curve te volgen. Een machinist zal na de indication de remkracht opbouwen, zodat de permitted curve gevolgd kan worden. Op de meeste locaties waar regulier gestopt zal moeten worden, haltes en stations, zal de feitelijke stoplocatie niet op de blokgrens liggen. De machinist kan al voor de remcurves hem hiertoe dwingen, een "uitgestelde dienstremming" inzetten. Hierbij remt de trein met een constante dienstremvertraging naar de stoplocatie.

In veel gevallen zal de nadere van een stoplocatie gedeeltelijk uit door remcurves geleide remmingen en gedeeltelijk uit ongeleide remmingen bestaan. Hierdoor ontstaan verschillende situaties waarbij de overgang tussen de verschillende remmingen moet worden gemodelleerd. In hoofdstuk 8 is beschreven hoe met deze overgangen omgegaan moet worden.

Berekeningsregel: Modelling remgedrag.	ERTMS
<p>Bij de berekening van de rijtijd tijdens een remming wordt uitgegaan van een doorgaande remming vanaf het begin van de indication curve met constante remvertraging, tenzij deze remming wordt beperkt door de permitted-curve. In dat geval zal de permitted-curve door de trein gevolgd worden. (Methode: zie hoofdstuk 8).</p> <p>De remcurves (indication, permitted, etc.) komen uit het conversiemodel. Voor reizigerstreinen zijn er betere curves denkbaar, maar deze zijn nog niet beschikbaar. Input voor conversiemodel:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geen SBI meenemen, dat komt overeen met de "national value"</li> <li>2. Rempercentage</li> <li>3. treinlengte</li> </ol>	

Goederentreinen zijn door hun remsysteem met langere aanpak- en lostijden minder goed in staat de permitted-curve te volgen. In de praktijk zal een goederentrein een slingerende beweging rondom de permitted maken. Deze slingering zal afhankelijk van de ervaring van de machinist en de mogelijkheden van het materieel variëren. Als ook bij een goederentrein wordt gemodelleerd dat de permitted-curve wordt gevolgd, zal dit tot een onrealistische overschatting van de capaciteit leiden. Daarom houdt een gemodelleerde goederentrein extra afstand tot de Permitted Curve. Een nadere uitwerking hiervan is te vinden in hoofdstuk 8.

Berekeningsregel: Modelling remgedrag goederentreinen	ERTMS
<p>Bij geleide remmingen houdt een goederentrein enige afstand tot de permitted-curve. Zie hoofdstuk 8 voor de precieze modellering. In het kort: de permitted curve voor</p>	



goederentreinen wordt $0,5 * T_{bs}$ na voren geschoven. $T_{bs}$ is een waarde uit het conversiemodel.
---

### 3.5.4 Naderen van een halte

Een vrije remming naar een halte of een remming naar een stoplocatie op een station waarbij de rijweg al tot voorbij het blok met de stoplocatie is ingesteld, wordt geremd met een "uitgestelde dienstremming".

Berekeningsregel: Nadering halte	ERTMS
Haltes naderen met een "uitgestelde praktijkremming". Dit betekent dat vanaf de stoplocatie wordt teruggerekend naar de locatie waar de remming met praktijkremvertraging (IC: $0,5 \text{ m/s}^2$ , Sprinter: $0,6 \text{ m/s}^2$ , Goederen: $0,31 \text{ m/s}^2$ ) moet starten om vanaf de aanvangssnelheid op de stoplocatie tot stilstand te komen.	

### 3.5.5 Stoplocatie langs perrons

Een trein stopt niet bij een blokgrens of sein, maar op een voor de haltering of het stationnement logische plek. Deze plek is afhankelijk van de perronlengte, de lengte van de trein en de plaats van de perrontoegang.

Er is geen noodzaak voor zichtafstand tot een SMB bij vertrek omdat dit niet van stand verandert. Autorisatie gebeurt door cabineseinen.

Er kunnen wel situaties zijn waarin een balisegroep gepasseerd moet worden tussen startlocatie en blokgrens.

Als bij binnenkomst naar een SMB wordt gereden, speelt de zichtbaarheid wel een rol, het bord moet vanuit de cabine zichtbaar zijn om op de juiste positie te kunnen stoppen.

Berekeningsregel: Stoplocatie langs perrons	NS'54 en ERTMS
Een trein stopt op een voor de haltering of het stationnement logische plek.	

### 3.5.6 Combineren

Om onder ERTMS te kunnen combineren, rijdt een trein een bezet blok binnen. De MA is gegeven tot in het bezette blok. Daarbij is het laatste stukje van de MA als On-Sight rijden aangegeven. Op de blokgrens aan het begin van het blok krijgt de trein een remcurve aangeboden die eindigt in  $0 \text{ km/h}$  op deze EoA. Voor de remming voltooid is, moet de machinist bevestiging geven dat hij naar On-Sight mode gaat. Hierna zal de On-Sight snelheid bewaakt worden en de trein het blok binnen kunnen rijden.

Berekeningsregel: Combineren	ERTMS
Combineren wordt gemodelleerd door de trein met een per situatie in te schatten On-Sight-snelheid het blok binnen te laten rijden en voor de stoplocatie een remming naar $0 \text{ km/h}$ te laten uitvoeren.	

## 4 Eisen aan de presentatie van rijtijdberekeningen (NS '54 en ERTMS Level 2)

### 4.1 Vastleggen uitgangspunten berekening

Vastleggen uitgangspunten berekening	NS'54 en ERTMS
<p>De uitgangspunten die voor de rijtijdberekening zijn gehanteerd, zijn bepalend voor de uitkomst van de berekening. Vastlegging van de voor de berekening gehanteerde uitgangspunten is daarom vereist.</p> <p>Het gaat o.a. om de volgende uitgangspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Het materieeltype en materieelsamenstelling waarmee is gerekend</li><li>• De bron van de materieelkarakteristieken</li><li>• Het gehanteerde snelheidsprofiel (snelheidsborden, lichtseinbeelden bij binnenkomst emplacementen, routes krom door wissels, stops op haltes met stop-/doorschakeling)?</li><li>• Is rekening gehouden met hellingen of is uitgegaan van vlakke baan</li><li>• De gehanteerde bovenleidingspanning</li><li>• Indien er sprake is van spanningssluisen: op welke kilometrering wordt de tractie in- en uitgeschakeld en hoe rijdt de trein zonder tractie (geen versnelling of vertraging door weerstanden)</li><li>• Zijn de rijtijden exclusief of inclusief halte- en stationnementtijden?</li><li>• Toegepaste halteertijden</li></ul>	

### 4.2 Eisen aan de output van de berekening

#### 4.2.1 Algemene eisen aan de output

Eisen aan de output	NS'54 en ERTMS
<ul style="list-style-type: none"><li>• De rijtijden dienen gepresenteerd te worden als kale rijtijden, dus rijtijden zonder toeslagen. Eventuele toeslagen dienen apart aangegeven te worden.</li><li>• De rijtijden worden gepresenteerd in seconden nauwkeurig.</li><li>• Indien behalve kale rijtijden ook plantijden worden gepresenteerd dienen deze vastgesteld te worden in hele minuten, volgens de geldende afrondingsregels (i.o.m. ProRail).</li><li>• Kilometrering en snelheid van (de kop van) de trein op beginpunt a dient aangegeven te zijn.</li><li>• Kilometrering en snelheid van (de kop van) de trein bij eindpunt b dient aangegeven te zijn.</li><li>• De output dient door ProRail op juistheid te controleren te zijn. Er dient inzicht gegeven te worden in het verloop van de snelheid over de afgelegde weg en de tijd over de afgelegde weg. Dit moet in de vorm van een snelheidswegdiagram.</li><li>• Ten behoeve van validatie dienen gedetailleerde ritgegevens opvraagbaar te zijn per tijdstap</li><li>• Ten behoeve van validatie dienen de remcurves ERTMS gepresenteerd te worden.</li></ul>	

## 4.2.2 Eisen aan het snelheidswegdiagram

Eisen aan het snelheidswegdiagram	NS'54 en ERTMS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bij het diagram dient vermeld te zijn welke rit het betreft: treinsoort, variant, route, etc;</li><li>• Snelheid verticaal, weg horizontaal;</li><li>• De snelheid dient van beneden naar boven te worden aangegeven in kilometer per uur;</li><li>• De trein rijdt van links naar rechts hierdoor kan de kilometrerings zowel op- als aflopend zijn;</li><li>• De weg dient aangegeven te worden in de betreffende (spoor-)kilotrerings;</li><li>• Kilotrerings van snelheidswijzigingen aangeven in meters nauwkeurig met reden (symbool lichtsein, snelheidsbord);</li><li>• Stoplocaties;</li><li>• Bij het snelheidswegdiagram dienen de gevolgde seinbeelden voor de beschouwde route te worden aangegeven.</li><li>• Naast het snelheidsverloop van de trein dient het statisch snelheidsprofiel (MRSP) in het diagram te zien zijn;</li><li>• In geval van ERTMS dienen de relevante remcurves zichtbaar te zijn (Permitted, Warning, Indication en het Pre-Indication-punt). Dit voor de remcurves gerelateerd aan het SSP, voor een tweede trein in een opvolging ook de remcurves bij de blok grenzen.</li><li>• Bij ERTMS kunnen eventueel ook de MSFE en de MSRE weergegeven worden.</li><li>• Het diagram dient van een legenda voorzien te zijn.</li></ul>	

## 5 Methodiek berekening opvolgtijden NS'54

### 5.1 Te hanteren aannames en uitgangspunten

#### 5.1.1 Systeemreactietijd

Berekeningsregel: Systeemreactietijd	NS'54
In een opvolgtijdberekening in NS'54 dient gerekend te worden met de volgende systeemreactietijd:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Rijtijd over de sein-lasafstand: vastleggen of standaard of echte waarde gebruikt</li><li>• Insteltijd automatisch sein: 1 sec</li><li>• Vertragingstijd seinbeeldverbetering: 1 sec</li><li>• Toeslag bediening via bedienlaag: 6 sec</li><li>• Toeslag omlooptijd wissel: 6 sec</li></ul>	

#### 5.1.2 Zichtafstand

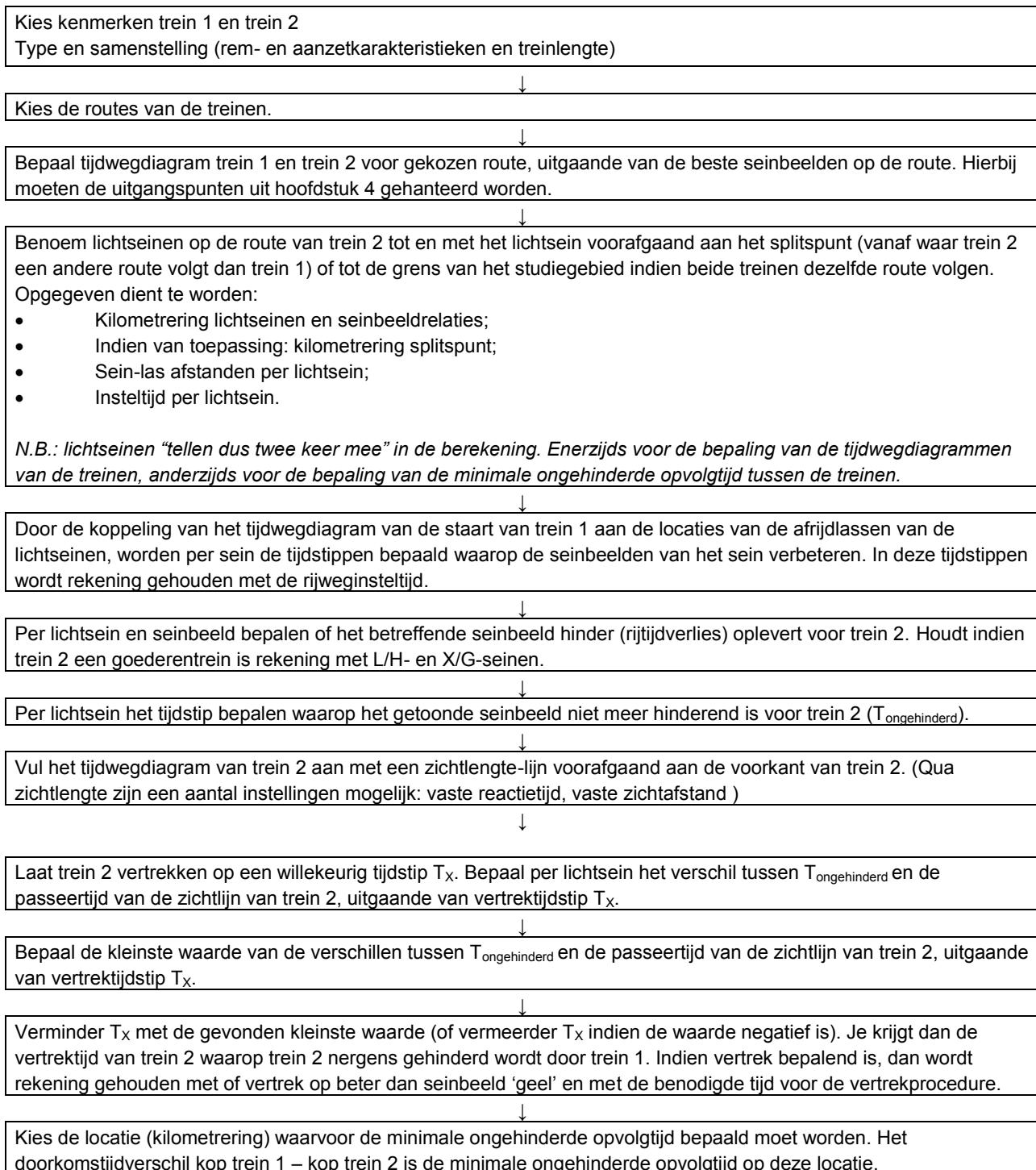
Berekeningsregel: Zichtafstand	NS'54
Onder NS'54 zal enige afstand voor de trein het sein bereikt, het sein een niet hinderend seinbeeld moeten tonen. Dit is de zichtafstand. Hiervoor dient de afstand gerekend te worden die de trein in 9 seconden kan afleggen.	

#### 5.1.3 Vertrekprocedure reizigerstreinen

Berekeningsregel: Tijd vertrekprocedure reizigerstreinen	NS'54 en ERTMS
Voor de vertrekprocedure van reizigerstreinen dient 24 seconden gerekend te worden. Bij eenmansbediening van reizigerstreinen dient met 12 seconden vertrekprocedure gerekend te worden.	

Berekeningsregel: Vertrek op "beter dan geel"	NS'54
In opvolgtijdberekeningen NS'54 dient de trein op een seinbeeld "beter dan geel" te vertrekken. Dit seinbeeld wordt getoond als het tweede blok voorbij de halte vrijgereden is door trein 1.	
<i>Feitelijk is er geen verbod op vertrekken op geel. Echter opvolgtijdbepaling is bedoeld voor dienstregelingsontwerp. Voorkomen moet worden dat een treinopvolging zo krap is dat een trein op geel moet vertrekken om punctueel te zijn. In dat geval wordt de betekenis van het gele sein (reken op stop) afgezwakt. De machinist rekent op seinbeeldverbetering. De ene keer dat dat uitblijft, is de kans op STS waarschijnlijk hoger.</i>	

## 5.2 Stapsgewijze opbouw (modellering) van de berekening



## **ProRail**

Discussiepunt: In eerste instantie gaan we uit van zuiver ongehinderd plannen. Als dat in een situatie erg ongunstig blijkt – kunnen we misschien toch nog overgaan naar het toestaan van plannen op lichte hinder.

## 6 Methodiek berekening opvolgtijden ERTMS Level 2

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe opvolgtijden in ERTMS Level 2 berekend moeten worden. Beschreven wordt welke aannames gehanteerd moeten worden ten aanzien van de in hoofdstuk 5 beschreven factoren die opvolgtijden beïnvloeden. Daarnaast wordt beschreven volgens welke methode op basis van deze aannames de opvolgtijden bepaald dienen te worden.

### 6.1 Te hanteren aannames en uitgangspunten

#### 6.1.1 Systeemreactietijd

Berekeningsregel: Systeemreactietijd	ERTMS
In een opvolgtijdberekening in ERTMS dient gerekend te worden met de volgende systeemreactietijden:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• rijtijd over sein-lasafstand (9 meter);</li><li>• verwerkingstijd in detectiesysteem, interlocking, bedienlaag, rijweginsteltijd (hetzelfde als de tijden in NS'54; zie hoofdstuk 5);</li><li>• een vertragingstijd tussen het ingesteld zijn van de nieuwe rijweg en het verlengen van de MA van 6 seconden. Deze komt uit metingen voor de Betuwe-route.</li></ul>	

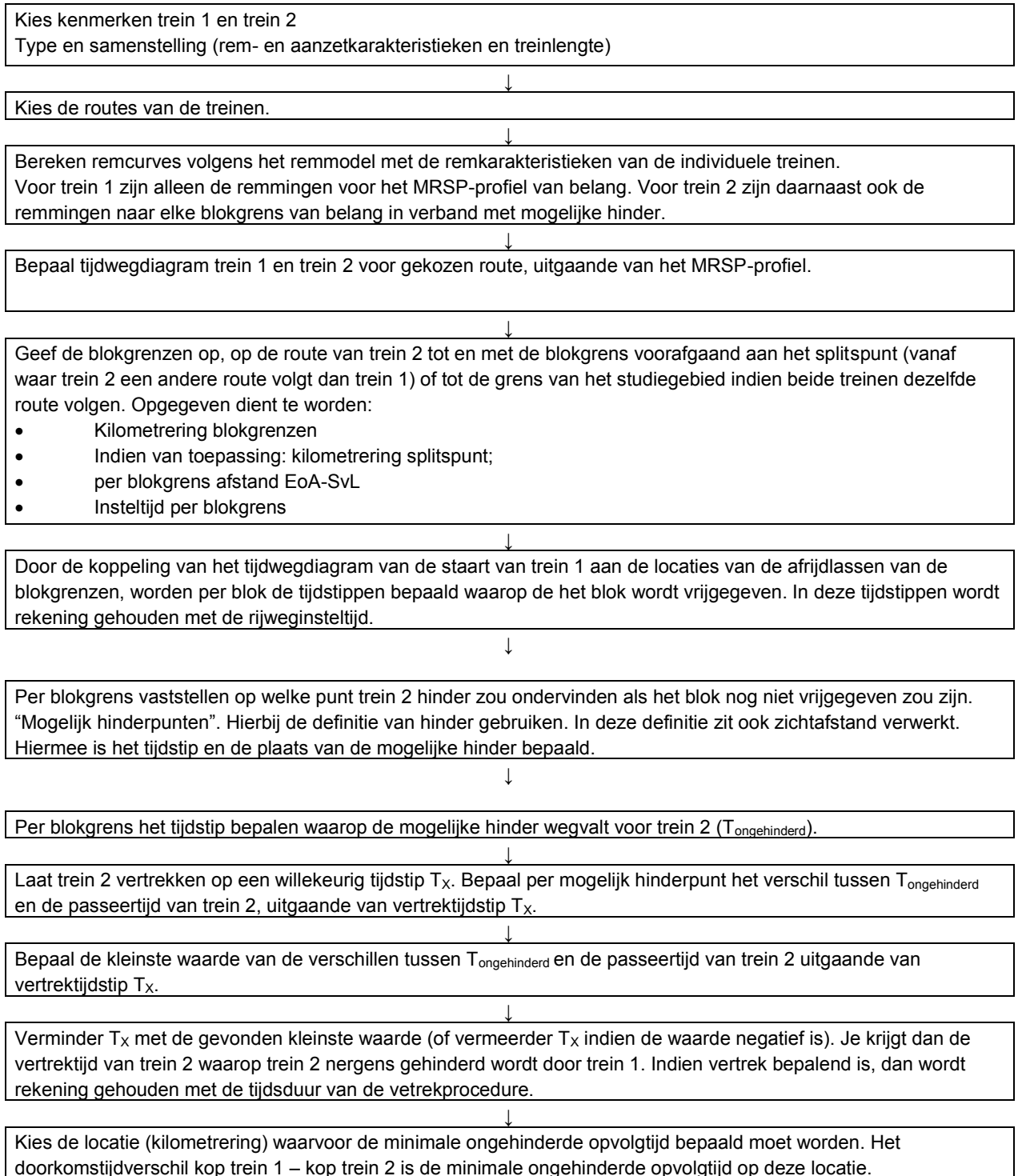
#### 6.1.2 Zichtafstand

Berekeningsregel: Zichtafstand	ERTMS
De reactietijd van de machinist heeft in het remmodel een equivalent in de vorm van de T_preindication. (7 sec volgens SRS). De voorwaarschuwing voor een naderende remming is al in het remmodel verwerkt. De machinist krijgt 7 seconden voordat een remming moet worden ingezet een aankondiging. In een opvolgingsituatie moet de MA net voor de preindication, zijn verlengd.	

#### 6.1.3 Vertrekprocedure reizigerstreinen

Berekeningsregel: Tijd vertrekprocedure reizigerstreinen	NS'54 en ERTMS
Voor de vertrekprocedure van reizigerstreinen dient 24 seconden gerekend te worden. Bij eenmansbediening zijn 12 seconden voldoende.	

## 6.2 Stapsgewijze opbouw (modellering) van de berekening





## 7 Eisen aan de presentatie van opvolgtijdberekeningen (NS '54 en ERTMS Level 2)

### 7.1 Vastleggen uitgangspunten berekening

Uitgangspunten berekening	NS'54 en ERTMS
<p>De uitgangspunten die voor de opvolgtijdberekening zijn gehanteerd, zijn bepalend voor de uitkomst van de berekening. Vastlegging van de voor de berekening gehanteerde uitgangspunten is daarom vereist.</p> <p>Uitgangspunten opvolgtijdberekening die per project vastgelegd dienen te worden, zijn bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschouwde treinopvolgingen (tussen welke treinritten, op welke locatie);</li><li>• Beschouwde opvolglocaties (voor overkruisbewegingen exacte locaties aangeven: perron, wissels, e.d.);</li><li>• Basis voor de opvolgtijdberekening zijn rijtijdberekeningen. De uitgangspunten zoals genoemd bij rijtijdberekeningen gelden dus ook voor opvolgtijdberekeningen en dienen vermeld te worden;</li><li>• Seinstelsel, blokgrenzen, seinbeelden.</li></ul>	

### 7.2 Eisen aan de output van de berekening

Eisen aan de output van de opvolgtijdberekening	NS'54 en ERTMS
<ul style="list-style-type: none"><li>• De output van de opvolgtijdberekening dient weergegeven te worden in een opvolgtijdgrafiek voor NS'54 of ERTMS Level 2.</li><li>• De opvolgtijden dienen gepresenteerd te worden in seconden nauwkeurig.</li><li>• Van de tijdwegdiagrammen in de opvolgtijdgrafiek dienen snelheidswegdiagrammen toegevoegd te worden.</li></ul>	

Eisen aan de opvolgtijdgrafiek	NS'54 en ERTMS
<p>De opvolgtijdgrafiek dient de volgende informatie te bevatten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• de tijd, oplopend van links naar rechts;</li><li>• de treinrit, weergegeven van onder naar boven, hierdoor kan de kilometrerings zowel op- als aflopend zijn;</li><li>• de kop en staart van trein 1;</li><li>• systeemreactietijden;</li><li>• de ongehinderde positie van de kop van trein 2;</li><li>• voor NS'54 de beste seinbeelden voor de ritten en de wijzigende seinbeelden, waarbij het verband zichtbaar is gemaakt tussen de wijziging en de positie van de eerste trein waar deze wijziging een gevolg van is.</li><li>• voor ERTMS de plaats en het tijdstip waarop de tweede trein mogelijk hinder zou kunnen ondervinden van de bezetting van een blok door de eerste trein. Daarbij moet het verband aangegeven worden tussen de blok grens en het tijdstip waarop de eerste trein de blok grens afrijdt en de plaats en tijdstip van de mogelijk hinder die de tweede trein kan ondervinden.</li></ul>	

# ProRail

Eisen aan de opvolgtijdgrafiek	NS'54 en ERTMS
<p>Overige eisen aan het diagram:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bij het diagram dient vermeld te zijn welke ritten het betreft: treinsorten, variant, routes etc;</li><li>• Bij vermelding van opvolgtijden dient altijd aangegeven te worden voor welke locaties de opvolgtijd geldt.</li><li>• Bepaling planopvolgtijden volgens de geldende regels (i.o.m. ProRail).</li></ul>	

## 8 Remstrategie reizigers- en goederentreinen ERTMS Level 2

In ERTMS worden remcurves gebruikt om snelheidstoestemmingen en – opdrachten te geven en te bewaken. De remcurves worden in de trein gegenereerd<sup>1</sup> en zijn opgebouwd uit de maximale snelheden waarmee de trein op verschillende locaties met zekerheid nog veilig kan rijden. In deze remcurves zitten constante, veilige reactietijden verdisconteerd. Die werken op lage snelheid sterker door dan op hogere snelheid. De curves hebben daardoor een vorm, die machinisten niet altijd volledig kunnen of zullen volgen.

De manier waarop treinen feitelijk zullen remmen in een ERTMS-omgeving, is medebepalend voor het rijtijd- en capaciteitseffect van ERTMS.

Voor een juiste inschatting hiervan zijn aannames van belang over het remgedrag onder ERTMS: de 'remstrategie'. Belangrijke aandachtspunten zijn hierbij:

- Eén enkele remstrategie kan nooit volledig correct zijn, omdat er altijd spreiding is in rij- en remstijlen van machinisten. Dit is op zich niet bezwaarlijk, zolang de aanname leidt tot een goede inschatting van de capaciteitseffecten en niet leidt tot onjuiste projecteringskeuzes. Dit is het geval als de gehanteerde strategie realistisch is en veilig.
- In het spectrum tussen offensief en defensief rijden hanteren we in de capaciteitsstudie zowel bij ERTMS als bij NS-'54 de meest offensieve strategie die mogelijk en realistisch is. Dit betekent: passend bij het veiligheidsniveau van het seinstelsel en goed uitvoerbaar voor machinisten. De machinist moet zich gedekt voelen door het systeem en voldoende regelruimte hebben om een ingreep te voorkomen. Daarnaast moet het voldoende comfortabel zijn voor reizigers. Dit leidt ertoe dat voor ERTMS een wat offensievere rijstijl verantwoord is dan onder NS'54.
- Een trein kan altijd defensiever of rustiger rijden, bijvoorbeeld omdat de trein ruim op tijd is. Maar omdat de studie zich richt op wat er redelijkerwijs mogelijk is, moet de gehanteerde remstrategie niet te conservatief zijn.

De algemene veronderstelling is, dat machinisten ernaar streven om de Permitted curve te volgen, rekening houdend met de aanpak- en lostijden van de trein. Daar waar een machinist niet wordt geleid door de remcurve, volgt hij de praktijkremvertraging. De precieze beschrijving van de remstrategie is gebaseerd op de volgende aannames en uitgangspunten. Deze zijn mede gebaseerd op adviezen en informatie van Lloyds, Alstom, machinisten en opleiders op de HSL en rijsimulaties in het kader van de totstandkoming van het remmodel in subset 026-3.

1. Bij een ongeleide remming, dat wil zeggen een remming die niet wordt opgelegd of bewaakt door het beveiligingssysteem, is er geen verschil te verwachten tussen een remming onder NS-'54 of onder ERTMS. Bij deze ongeleide remming wordt een materieelafhankelijke praktijkvertraging gehanteerd ( $0,5 \text{ m/s}^2$  voor een intercity,  $0,6 \text{ m/s}^2$  voor stoptreinen,  $0,31 \text{ m/s}^2$  voor goederentreinen).
2. Reizigersdiscomfort wordt veroorzaakt door sterke of abrupte vertragingsswisselingen en niet direct door de hoogte van de vertraging. Het is voor deze studie niet nodig bevonden om de bovengrens voor een comfortabele vertragingsswaarde te bepalen

---

<sup>1</sup> De remcurves zijn voorgeschreven in SRS ERTMS/ETCS subset 026-3, baseline 3 SRS.

omdat bij de gekozen materieelsoorten de hoogste vertraging op de Permitted curve  $0,85 \text{ m/s}^2$  is. Dit is zeker nog comfortabel.

3. Om abrupte vertragingverandering te vermijden, zal een reizigerstrein de remmen lossen in het allerlaatste deel van de remming voor stilstand. Hierbij neemt de vertraging lineair af, gedurende de lostijd. Dit verlengt de remwegen en de rijtijden in beperkte mate.
4. Modern beremd materieel kan de Permitted curve nauwkeurig volgen. In deze studie veronderstellen we modern reizigersmaterieel, in ieder geval electropneumatisch beremd.
5. Pneumatisch beremd materieel kan de Permitted in principe ook volgen, maar de veranderingen in remvertragingsswaarde zijn minder nauwkeurig te regelen. Omdat de machinist een remingreep wil vermijden, creëert hij extra regelruimte door altijd wat voor of onder de Permitted curve te blijven. Goederentreinen worden verondersteld alleen pneumatisch beremd te zijn. Voor goederentreinen hanteren we een praktijkremvertraging van  $0,31 \text{ m/s}^2$ .
6. Het laatste deel van de remming tot stilstand op de gewenste stoplocatie, wil de machinist uitvoeren met een constante remvertraging. Deze vertraging is ten hoogste de (materieelsafhankelijke) praktijkremvertraging en is voor reizigerstreinen bij voorkeur niet lager dan  $0,4 \text{ m/s}^2$ .<sup>2</sup> Vlak voor stilstand wordt zoals eerder vermeld weer gelost.
7. Bij lage snelheid ligt de Permitted curve zeer vlak. Als deze wordt gevolgd, neemt de rijtijd sterk toe in de laatste meters of met andere woorden: de rijnsnelheid wordt hier zeer laag. In de praktijk zal de machinist dit niet laten gebeuren, omdat hij de trein dan enkele meters eerder stilzet. Omdat in het laatste deel van de remming een release speed is gedefinieerd, vervalt hier de remcurve-dwang, zolang de trein op lage snelheid blijft. De standaardwaarde voor de release speed is  $15 \text{ km/h}$ . In bijzondere gevallen kan deze lager of hoger worden gesteld. Als de stoplocatie dicht bij de Supervised Location ligt, is het onvermijdelijk dat een trein het laatste deel van de rit onder release speed rijdt. Aannames voor het rijden onder release speed worden verderop verder uitgewerkt.

In het vervolg van deze memo wordt voor verschillende situaties vastgelegd hoe het rijgedrag moet worden gemodelleerd. Dit betreft de volgende situaties:

- A. Modelling overgang van constante snelheid naar Permitted Curve.
- B. Modelling volgen Permitted Curve door goederentreinen. (5)
- C. Modelling overgang Permitted Curve naar continue remvertraging tot stilstand. (6)
- D. Modelling SSP-verlaging
- E. Modelling overgang Permitted Curve naar release speed
- F. Modelling SSP-verlagingen kort na elkaar
- G. Modelling SSP-verlaging, direct gevolgd door een haltenadering.

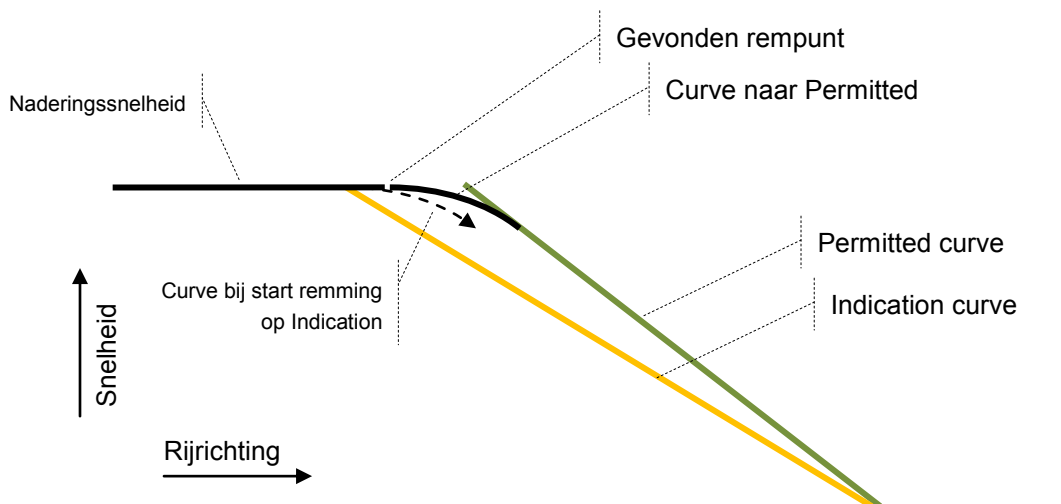
---

<sup>2</sup> De ondergrens-eis van  $0,4 \text{ m/s}^2$  is ingebracht door Lloyds, maar kan niet worden opgenomen in de remstrategie. Het veronderstellen van een minimale remvertraging, ook als die niet nodig is, heeft tot gevolg dat de trein op een te vroege locatie tot stilstand wordt gedwongen. De ondergrens kan worden geëxporteerd naar de projecteringsregels, waarin ernaar wordt gestreefd, de afstand tussen stoplocatie en SvL zodanig groot te maken dat de gewenste vertragingsswaarde mogelijk wordt.

## A: Modelling overgang van constante snelheid naar Permitted Curve.

De Permitted Curve heeft een zodanig verloop dat de vereiste vertraging geleidelijk afneemt met het afnemen van de snelheid. In onderstaande snelheidswegdiagram is de Permitted curve vereenvoudigd tot een rechte.

Vanaf het moment dat de trein gaat remmen, wordt de vertragingwaarde lineair opgebouwd tot de vertragingwaarde die lokaal geldt voor de Permitted. De remopbouwtijd wordt aangenomen gelijk te zijn aan de opbouwtijd voor de Service Brake in het remmodel ( $T_{bs}$ ), eventueel herleid uit het conversiemodel<sup>3</sup>. Een  $T_{bs} > 0$  betekent in ieder geval dat de trein niet direct vanuit de constante snelheid kan overgaan op de Permitted Curve. De remming moet iets ervoor worden gestart. Als de remming echter wordt ingezet op de Indication Curve<sup>4</sup>, remt de trein te vroeg en bereikt hij de Permitted niet.



Om het startpunt voor de remming te vinden, wordt de opbouw van de remvertraging (in  $m/s^3$ ) constant verondersteld<sup>5</sup> en afgeleid uit de  $A_{service}$  ( $m/s^2$ ) gedeeld door de  $T_{bs}$  (s) en op de naderingssnelheid.

<sup>3</sup> Het conversiemodel genereert remvertragingen en remopbouw tijden uit het rempercentage, de treinlengte en remstanden. Het wordt vooral gebruikt bij getrokken materieel met een wisselende samenstelling.

<sup>4</sup> De Indication curve ligt 0.8 maal  $T_{bs}$  maal de snelheid voorafgaand aan de Permitted curve met een minimum van 5 sec rijtijd.

<sup>5</sup> De eventuele 'dode' tijd in de  $T_{bs}$  (' $T_{brake\_react}$ ') wordt hierin veronachtzaamd.

## ProRail

Verondersteld wordt dat de trein de afstand tussen de Indication en het gevonden rempunt aflegt met constante snelheid. Als de trein de Indication versnellend nadert, betekent dit dat de versnelling wordt afgebroken bij de Indication. Omdat de machinist weet dat de remming nadert, door informatie van de Planning Area op zijn beeldscherm, is dit een realistische aanname.<sup>6</sup>

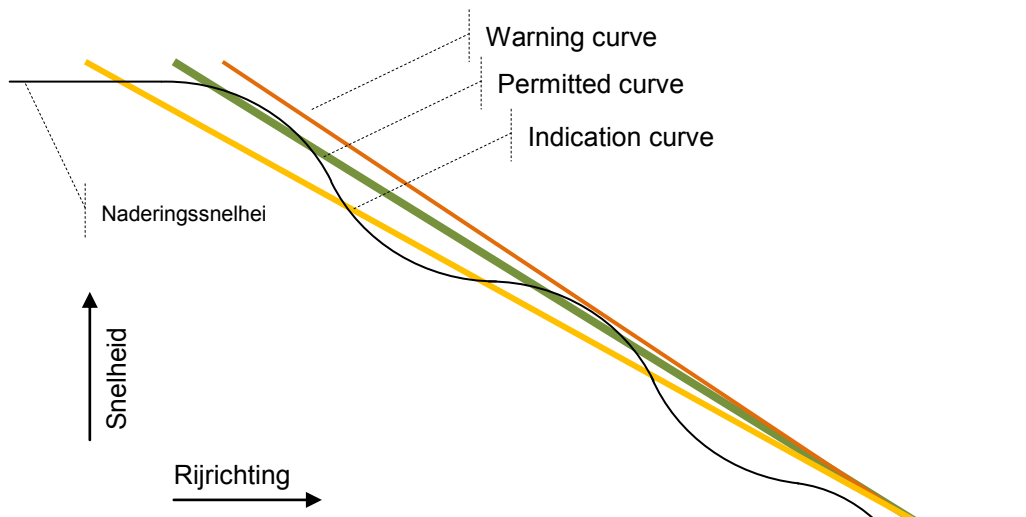
---

<sup>6</sup> Als de trein versnelt, komt de remcurve dichterbij omdat het remmodel de snelheidstoename meerekent in de veilige remafstanden. Als de machinist de tractie uitschakelt, schuiven de curves direct wat verder weg. Bij remmingen voor snelheidsbeperkingen en haltes, wordt verondersteld dat de machinist een eventuele aanzet tijdig afbreekt en de feitelijke remcurve met constante snelheid nadert. De curves worden met deze aannames berekend. Bij remopdrachten in een opvolgsituatie, kan niet worden verondersteld dat de machinist precies weet wanneer hij moet remmen. Daarom wordt voor opvolgingsremcurves gerekend met een momentane versnelling. Als de aanname gehanteerd zou worden dat trein op constante snelheid rijdt, zou dit betekenen dat de berekende opvolgtijd iets wordt overschat.

## **B: Modelling volgen Permitted Curve door goederentreinen. (5)**

Zoals vermeld in uitgangspunt 5, mag verondersteld worden dat ook een goederentrein een Permitted Curve kan volgen, maar dat een marge voor extra regelruimte aannemelijk is. Deze aanname wordt gesteund door remsimulaties die zijn uitgevoerd in het kader van de totstandkoming van het remmodel en door deskundigen van Alstom. Enkele kanttekeningen hierbij:

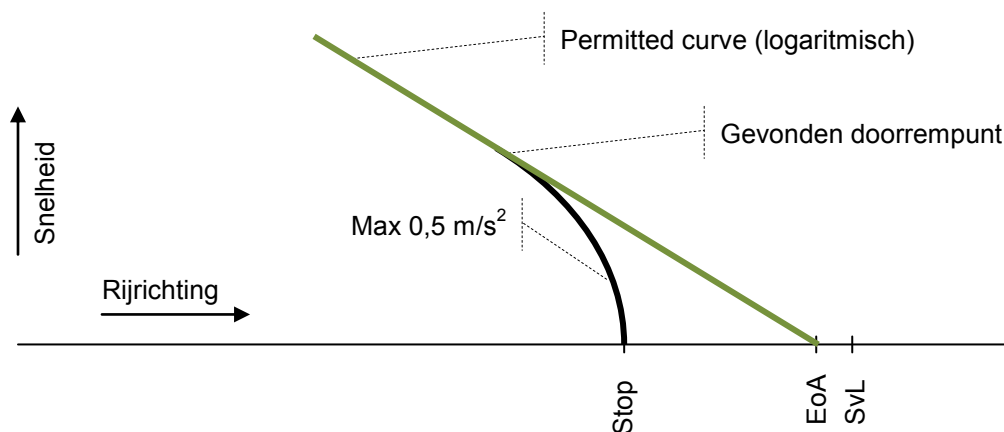
- Verwacht wordt dat een trein met lange aanpak- en lostijden in een snelheids-wegdiagram een slingerende beweging (zie onderstaande schets) rondom de Indication en de Permitted maakt, waarbij de machinist de Warning curve niet wil overschrijden.
- Bij een machinist die onervaren is met de baan of het materieel zal deze slingerbeweging groot zijn en verder van de Permitted curve wegblijven. Hoe meer ervaring, des te kleiner zal de slingering zijn en des te dichter rijdt de machinist op de Permitted.
- Bij bepaald ouder materieel mag een eenmaal ingezette lossing van de remmen niet worden afgebroken. Dit leidt tot grote slingerbewegingen. Bij moderner materieel speelt dit veel minder. Een geleidelijke lossing, passend bij de afname in de Permitted Curve, is hier haalbaar.



Eenzijds: voor de capaciteitsstudie veronderstellen we adequaat getrainde machinisten en gaan we uit van modern materieel, ook bij goederentreinen. Anderzijds: dit mag niet leiden tot een onrealistische overschatting van de capaciteit. Daarom houdt een gemodelleerde goederentrein extra afstand tot de Permitted Curve. Deze wordt gemodelleerd als een tijdsmarge ten opzichte van de Warning Curve. (De curve waarvan wordt verondersteld dat de machinist hem wil vermijden). Voor de tijdsmarge wordt de halve  $T_{bs}$  genomen. Hiermee ontstaat een denkbeeldige curve, die voor goederentreinen met zekerheid ligt tussen Permitted en Indication Curve.

## C: Modelling overgang Permitted Curve naar continue remvertraging tot stilstand. (6)

Het laatste deel van de remming zal worden afgelegd met een continue remvertraging. Dit moet als volgt worden gemodelleerd: Langs de Permitted moet het punt worden gezocht waarvandaan de trein, als het de daar gerealiseerde vertraging vasthoudt, op de gewenste stoplocatie tot stilstand komt.<sup>7</sup> In het algemeen gesteld, is de Permitted een kromme met een steeds afnemende remvertraging<sup>8</sup>. In onderstaand snelheidswegdiagram is de Permitted vereenvoudigd weergegeven als een rechte lijn. Het zoeken gebeurt vanuit de stoplocatie. Hoe groter de afstand is tussen het stoppunt en de locatie waar een eenparige remcurve de Permitted curve kruist, des te hoger zal de gevonden vertragingsswaarde in de Permitted curve zijn. Het punt waarop de Permitted Curve dezelfde vertragingsswaarde heeft als de eenparige remcurve die vanaf dat punt naar de stoplocatie voert, noemen we het 'doorrempunt'.



Als op het doorrempunt een hogere vertragingsswaarde wordt vastgesteld dan de (materieelafhankelijke) praktijkvertraging, dan wordt de eindremming uitgevoerd met de praktijkremvertraging<sup>9</sup>. Als die praktijkremvertraging vanaf de naderingssnelheid tot aan de stoplocatie kan worden uitgevoerd zonder de Permitted te kruisen, dan betreft het een ongeleide remming. Ook als er geen doorrempunt wordt gevonden van waaruit de trein met gelijkblijvende vertraging op de stoplocatie tot stilstand komt, wordt er een ongeleide remming gemodelleerd met praktijkvertraging.<sup>10</sup>

Voor goederentreinen wordt bovenstaande remstrategie aangepast aan hetgeen in Item B is beschreven: Het doorrempunt wordt niet gezocht in de Permitted Curve, maar in de denkbeeldige lijn tussen Permitted en Indication Curve, die goederentreinen volgen.

<sup>7</sup> Rekening houdend met het lossen voorafgaand aan stilstand zoals beschreven in uitgangspunt 3.

<sup>8</sup> Door hellingen, door snelheidsafhankelijkheid in de remvertragingen of door wijzigingen in de positie-ongnauwkeurigheid kan het verloop van de Permitted Curve onregelmatig zijn.

<sup>9</sup> Dit leidt dan tot een kleine knik in het diagram voor de te volgen rijcurve, waarbij de remvertraging instantaan wijzigt. Natuurkundig en voertuigtechnisch is dit niet mogelijk, maar als aanname is het voldoende nauwkeurig.

<sup>10</sup> Voor deze studie wordt voor praktijkremvertraging 0,5 voor IC's, 0,6 voor Stoptreinen en 0,31 m/s<sup>2</sup> voor goederentreinen gehanteerd.

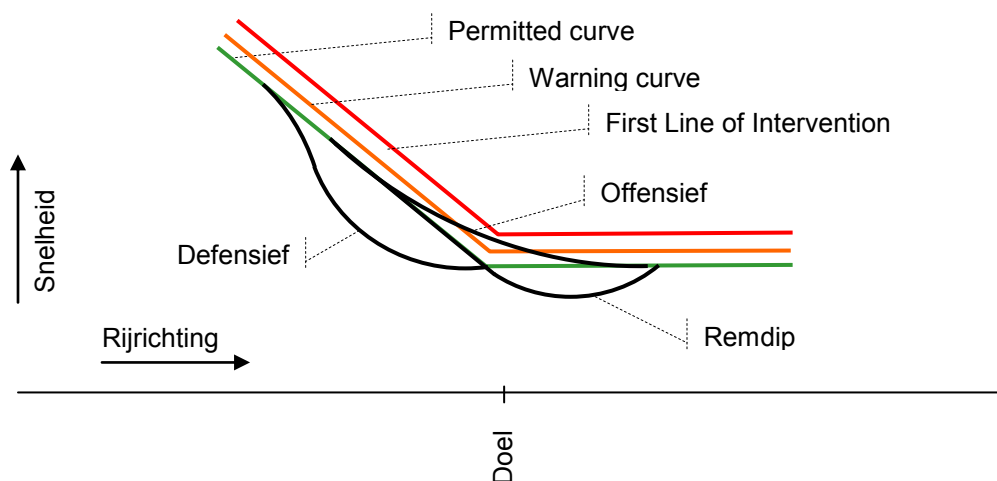


## D: Modelling SSP-verlaging.

Voor afremmingen naar een snelheid  $> 0$  km/h wordt verondersteld dat reizigerstreinen de Permitted curve kunnen volgen.<sup>11</sup> Voor de overgang vanuit de naderingsnelheid naar de Permitted wordt uitgegaan van datgene dat is vermeld in item A.

Ook voor de overgang van deze Permitted curve naar de doelsnelheid is het nodig om een aanname te formuleren.

In onderstaande grafiek is de het einde van een snelheidsverlaging weergegeven, met daarbij de Permitted curve, de Warning en de Intervention curve (FLOI). Rond het bereiken van de doelsnelheid zijn drie manieren weergegeven waarop de remming kan worden beëindigd: een offensieve, een defensieve en een waarbij de Permitted tot het einde wordt gevolgd (met 'remdip').



1. Bij de offensieve strategie houdt de machinist op met remmen, voordat de doelsnelheid is bereikt. Door het lossen overschrijdt de trein de Warning curve. Deze waarschuwing wordt door de machinist genegeerd omdat hij weet dat hij de interventiegrens niet overschrijdt.
2. Bij 'Remdip' volgt de trein de Permitted curve, totdat de doelsnelheid is bereikt. Pas daarna start de trein met het lossen van de remmen. Omdat dit enige tijd duurt, vertraagt de trein verder door en ontstaat er een soort 'remdip'. Als de remmen volledig gelost zijn, versnelt de trein weer tot de toegestane snelheid.
3. Bij 'defensief' vermijdt de machinist de remdip door al vroegtijdig de Permitted te verlaten. Dit gebeurt als er wat krachtiger wordt geremd dan de Permitted daar vereist. Bij voldoende afstand tot de Permitted kan de trein al gaan lossen voordat de doelsnelheid is bereikt.

De offensieve rijstijl is afgewezen omdat niet verwacht wordt dat een machinist de Warning zal willen negeren. Van de defensieve en de 'volgende' rijstijl wordt verwacht dat het bijbehorende rijtijdverlies in dezelfde orde van grootte is. Gekozen is te modelleren volgens de 'remdip'-rijstijl, met een kleine aanpassing om de remdip zelf te

<sup>11</sup> Analoog aan B wordt ook bij SSP-verlagingen een afwijkende strategie voor goederentreinen gemodelleerd. Ook hierbij blijft een goederentrein op halve T\_bs voor de Warning Curve.

## ProRail

beperken. De te modelleren trein moet gaan lossen vanaf de Ceilingspeed<sup>12</sup> voor de Warning, passend bij de doelsnelheid.

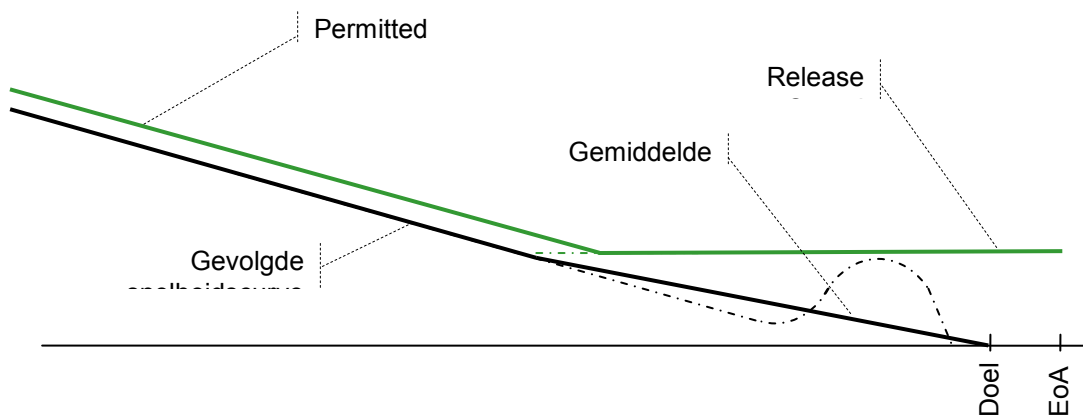
Met deze aanpassing is de aanname ook acceptabel voor goederentreinen, die nog vóór de Permitted rijden en een lange lostijd kennen. De remstrategie is hiermee ongeveer gelijk aan die bij NS-'54 wordt gehanteerd. Ook ATBEG kent een vrijlaatsnelheid boven iedere doelsnelheid.

---

<sup>12</sup> Deze is in Subset 026-3, appendix A3.1 gedefinieerd op minimaal 4 km/h boven de doelsnelheid. Verondersteld wordt dat de machinist deze grenswaarde kent.

## E: Modelling overgang Permitted Curve naar release speed.

Als de stoplocatie dicht bij de EoA ligt, geldt voor het laatste deel van de remming een Release Speed. Bij de overgang van het volgen van de Permitted Curve naar release speed monitoring, speelt een zelfde vraagpunt als bij de SSP-verlaging (zie D), alleen op een beduidend lagere snelheid. De rijtijden zijn bij lage rijsnelheid veel gevoeliger voor afwijking van de aanname. Bijvoorbeeld: Als een trein onder de 15 km/h nog een forse snelheidsdip ondervindt, nemen de rijtijden in de laatste meters nog sterk toe. Onzeker is of de machinist nog de moeite zal nemen om te versnellen tot 15. Onzeker is ook of de machinist wel zal doorrijden tot aan de bedoelde stoplocatie of dat hij de trein op een eerder punt tot stilstand brengt.



Vanwege deze onzekerheden is gekozen om voor het rijden onder release speed een eenvoudige aanname te doen: vanaf het moment dat de trein de release speed bereikt tot aan de doellocatie remt de trein met één gemiddelde vertraging.

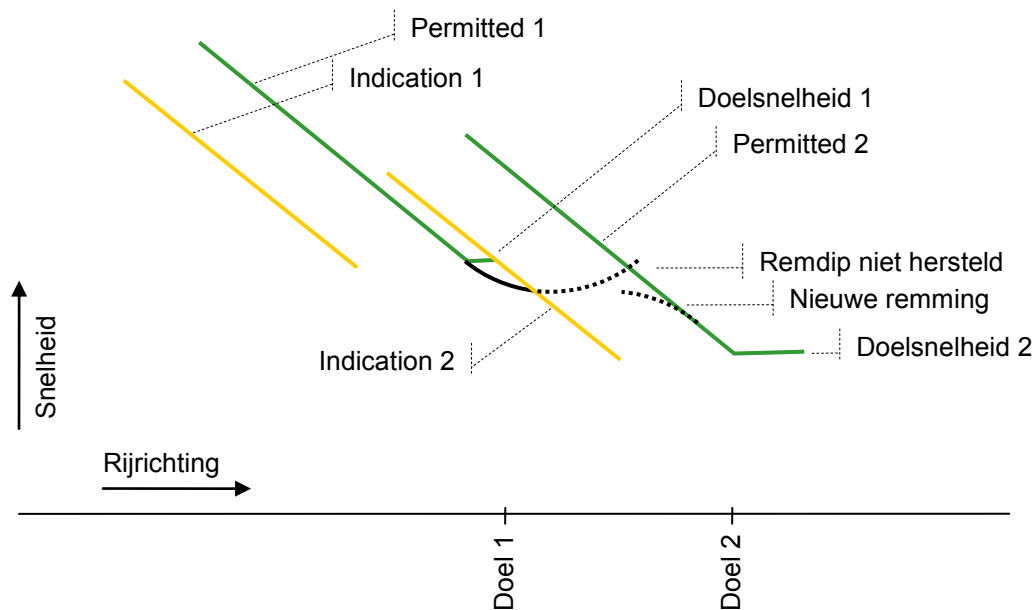
Het laatste gedeelte van de rijweg wordt hierbij nog steeds op lage snelheid ( $\leq$ afgelegd, zodat het rijden onder release speed erg nadelig blijft. Daarbij wordt ook zeker gesteld dat de trein doorrijdt tot aan zijn beoogde stoplocatie. Een eerdere stop zou een vergelijking met andere situaties onmogelijk maken.

Rijtijdverlies moet in de projectering beperkt worden door het gebied met release speed zo klein mogelijk te houden. Er wordt naar gestreefd om de EoA zo ver mogelijk voorbij de beoogde stoplocatie te leggen. Berekend is, dat goed beremde reizigerstreinen nauwelijks last ondervinden van de Release Speed, ook niet in krappe stationssituaties.

## F: Modelling SSP-verlagingen kort na elkaar.

Bij het bereiken van een SSP-verlaging ondergaat de trein een snelheidsdip (zie D). Na het lossen van de remmen versnelt de trein weer, totdat de oorspronkelijke doelsnelheid weer is bereikt.

Als direct hierna een volgende remming moet worden uitgevoerd naar een nieuwe, lagere doelsnelheid, kan de trein tussendoor misschien nog even versnellen. De vraag is of dit nog aannemelijk is.



Dit soort opeenvolging van SSP-verlaging komt regelmatig voor, met name in de nadering van stations. We verwachten een grote spreiding in de manier waarop een machinist hiermee omgaat, waarbij de afstand en het doelsnelheidsverschil tussen de remmingen sterk bepalend is. Uitgangspunt is dat de machinist de opeenvolging van remmingen kent, op basis van informatie uit de Planning Area van zijn beeldscherm en op basis van ervaring en wegbekendheid.

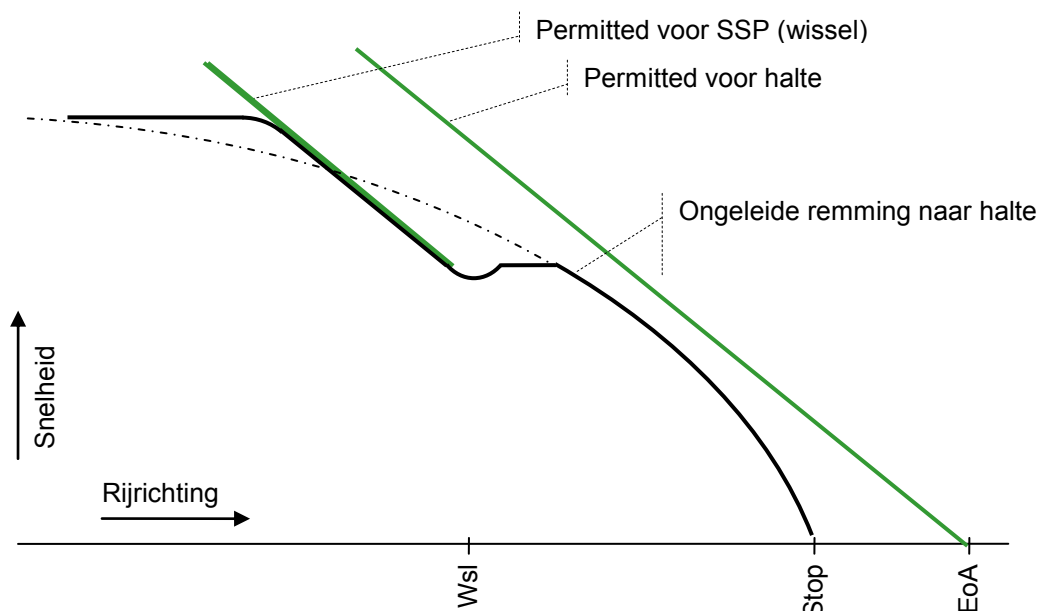
Er moet worden gemodelleerd met de volgende aannames: Een trein versnelt niet meer na het passeren van de Indication (in overeenstemming met A), ook niet als hiervoor nog voldoende ruimte is. Het lossen van de remmen wordt in principe voltooid, maar als er door het lossen geen tijd meer is om weer tijdig te remmen, moet er worden doorgeremd naar de lagere snelheid.

## G: Modelling SSP-verlaging, direct gevolgd door een haltenadering.

Remcurves die binnen het remmodel zijn gegenereerd voor verschillende remmingen, kruisen elkaar in principe nooit. Dit komt omdat er voor iedere snelheid een vaste remvertraging en aanpaktijd wordt gebruikt.<sup>13</sup>

De onder C beschreven remstrategie leidt tot remcurves op basis van eenparige remvertragingen. De vorm van deze curves is fundamenteel anders dan de remcurves uit het remmodel. Dat deze andere lijnen kruisen is wél aannemelijk.

Dit gebeurt bijvoorbeeld bij een uittakking met halte. Eerst volgt de trein een SSP-verlaging voor het uittakende wissel. Kort hierna moet de trein tot stilstand komen.



In bovenstaand voorbeeld<sup>14</sup> heeft de machinist bij de nadering van het wissel een denkbeeldige keuze: hij kan de remming starten op de locatie waar de ongeleide remming start. Hij kan ook eerst doorrijden tot aan de Permitted die naar de wisselsnelheid leidt en vervolgens de ongeleide remming tot de halte alsnog oppakken. Als direct de ongeleide remming wordt gevolgd, zal deze halverwege toch worden vervangen door een krachtiger remming, omdat anders de wisselsnelheid niet tijdig wordt gehaald.

<sup>13</sup> Kruisende remcurves zijn in uitzonderingssituaties mogelijk. Bijvoorbeeld bij lagere snelheden, als een van de remmingen leidt naar een SvL met een grote doorschietlengte voorbij de EoA of bij een grote positie-onnauwkeurigheid.

<sup>14</sup> In de schets is de vorm van zowel de permitted als van de ongeleide remming vereenvoudigd. Doel van de weergave is aan te geven dat de ongeleide remming 'boller' is dan de permitted.

## **ProRail**

In dit soort situaties is het aannemelijk dat de machinist wacht op de geleide remming, in de wetenschap dat hij voldoende gelegenheid heeft om correct op de stoplocatie tot stilstand te komen.

# ProRail

## Colofon

Titel	Uitgangspunten berekeningen rij- en opvolgtijden ERTMS capaciteitsanalyse
Documentnummer	
Versie/Datum	1.0 / 30 januari 2014
Status	Definitief
Van	
Auteur	
Projectleider	
Distributie	
Document	Bijlage 1_Uitgangspunten berekeningen rij en opvolgtijden ERTMS capaciteitsanalyse

## Autorisatie

	_____	_____
	paraaf	datum
Sander de Pundert (Projecten – RVT)		<u>18/03/2014</u>
Kees van Gent (Vend VACO, programmamanager)		<u>18-3-2014</u>