Rapportage beproevingen Ferodo 3325F op ICRm rijtuigen

Colofon

Opdrachtgever :	NS Reizigers
Systeemgroep :	NTC/TR
Auteur :	Woldendorp, Robbie
Collegiale toetsing:	Mil, Roger van
	Os, Boudewijn van
Kenmerk :	TR/RW/767/03-271868
Versie :	1.0
Status :	Definitief
Datum :	21 maart 2006
Vrijgave auteur :	

NedTrain Consulting BV is a subsidiary of Netherlands Railways.

Inhoudsopgave

Inleiding **3**

1 Uitgangspunten en voorbereiding **4**
1.1 L-blokken of LL-blokken 4
1.2 Remblokhouders 4
1.3 Rembeproevingen met beladen rijtuigen 4
1.4 Beproeving met oud-ICR rijtuigen 4
1.5 Configuratie 5

2 Meetmethode en meetverwachtingen **6**
2.1 Meetdoelen 6
2.1.1 Statische metingen 6
2.1.2 Dynamische metingen 6
2.1.3 Momentane vertragingsmetingen 6
2.2 Opzet beproevingen 6
2.2.1 Statische opname 6
2.2.2 Wijze van beladen 6
2.2.3 Beladen van ICR tot ICRm “leeg” 7
2.2.4 Beladen van ICRm “leeg” tot ICRm “maximaal beladen” 7
2.2.5 Verificatieritten 7
2.2.6 Dynamische beproevingen 8

3 Resultaten beproevingen **9**
3.1 Beproevingen beladen 9
3.1.1 Verificatieritten 9
3.1.2 Inslijtritten 9
3.1.3 Dynamische beproevingen 9
3.2 Beproevingen leeg 10
3.2.1 Dynamische beproevingen 10
3.3 Conclusies beproevingen 11

4 Synthese **12**
4.1 Remberekening 12
4.2 Gevolgen voor ICRm 14

5 Conclusies en aanbevelingen **15**
5.1 Conclusies 15
5.1.1 Toelating/Rempercentage 15
5.1.2 Metingen 15
5.1.3 Remberekening 15
5.2 Aanbevelingen 15

Referenties **16**

Inleiding

In 2005 is door NTC onderzoek gedaan naar mogelijke geluidsreducerende maatregelen op materieel van NS reizigers. Een van de mogelijke maatregelen voor het reduceren van brongeluid van rollend materieel is de toepassing van alternatieve remblokken. Op basis van de haalbaarheidsstudie van deze maatregel, [1], is het project SileNS voortgezet. Deze fase heeft tot doel te komen tot toelating van alternatieve remblokken op ICRm materieel en aansluitend een proeftraject van enkele maanden waarbij een beperkt aantal rijtuigen uitgerust zal worden met alternatieve remblokken. Dit proeftraject wordt ingericht om te komen tot een gefundeerde Life Cycle Cost analyse en een analyse van de geluidsreductie.

Om tot toelating te komen van alternatieve blokken voor ICRm zal onder andere moeten worden aangetoond dat het remvermogen van de rijtuigen voldoet aan de wettelijke eisen. In deze rapportage worden beproevingen beschreven die zijn uitgevoerd met L-blokken van het type Ferodo 3325F.

Naast bepaling van het rempercentage worden de resultaten ook gebruikt om een inschatting te maken van de wrijvingscoëfficiënten van de gebruikte remblokken. Deze resultaten worden vervolgens gebruikt om te komen tot een geverifieerde remberekening, op basis waarvan het effect van wijzigingen aan het remsysteem kan worden ingeschat.

1 Uitgangspunten en voorbereiding

1.1 L-blokken of LL-blokken

In het voortraject is uitgegaan van de toepassing van LL-remblokken, met een L-remblok als alternatief [1]. Aanvankelijk zijn de LL-remblokken C952 en IB116 geselecteerd voor de proef. Deze selectie heeft plaatsgevonden op basis van de voorlopige UIC toelating van deze remblokken [2]. Nadien is de toelating echter ingetrokken voor IB116 vanwege slechte testresultaten tijdens proeven op de Gotthard helling. Daarom is besloten de proeven te doen met de remblokken Cosrail C952 (LL) en Ferodo 3325F (L). Dit rapport beschrijft de resultaten van de proeven met de Ferodo blokken. Van de proeven met C952 blokken is een aparate rapportage opgesteld [3].

1.2 Remblokhouders

Voor de proeven met Ferodo 3325F is gekozen voor Bg remblokken met bijbehorende Bg remblokhouders. De LCC van deze Bg blokken zijn lager dan die van Bgu en multi-remblokken, en ze hebben geen negatieve invloed op de remprestaties [3].

1.3 Rembeproevingen met beladen rijtuigen

Om het rempercentage te bepalen van rijtuigen in beladen toestand worden proefritten gereden met daadwerkelijk beladen rijtuigen. Een extrapolatie van het remvermogen in lege toestand naar beladen toestand zou namelijk niet betrouwbaar zijn, vanwege het feit dat het gedrag van de remblokken nog onbekend is.

1.4 Beproeving met oud-ICR rijtuigen

Het is niet mogelijk gebleken om gemoderniseerde ICRm rijtuigen te onttrekken voor de protobeproevingen. In plaats daarvan zijn ICR rijtuigen gebruikt. Aangezien het remwerk tijdens de modernisering niet gewijzigd is, kunnen ook met de oude rijtuigen beproevingen worden gedaan, waarmee het remgedrag van de gemoderniseerde bakken kan worden onderzocht. Hiertoe moet de massa van de rijtuigen gelijk worden gemaakt aan de massa van gemoderniseerde rijtuigen.

De massa van gemoderniseerde rijtuigen is bepaald na de modernisering. De massa van de oude rijtuigen is echter door verschillende wijzigingen aan het materieel in de loop der jaren niet meer nauwkeurig bekend. Om deze massa te bepalen is een ICR A-rijtuig in Tilburg gewogen [5]. Tijdens de eerste serie beproevingen wordt het gewicht van deze rijtuigen gelijk worden gemaakt aan het gewicht van lege ICRm rijtuigen met behulp van watervaatjes.

De beladen beproevingen, zie paragraaf 2.2.4, zijn uitgevoerd met een belading groter dan het gewicht van "maximale belading" van ICRm rijtuigen. Op deze manier wordt zeker

gesteld dat de beproevingen worden uitgevoerd met maximale remcilinderdruk. Zo kan het juiste remgewicht worden vastgesteld.

1.5 Configuratie

Zoals is vastgesteld in het projectplan, is gekozen voor een materieelconfiguratie van 7 rijtuigen ICRm (BAB – BAB – BDs) plus een 1700 locomotief. Deze configuratie is voldoende lang om de verschillen in remgedrag tussen de individuele rijtuigen uit te middelen en derhalve het rempercentage van een rijtuig te kunnen bepalen.

2 Meetmethode en meetverwachtingen

2.1 Meetdoelen

In [4] wordt de opzet van de beproevingen beschreven. Het doel van de beproevingen is tweeledig. Ten eerste zullen de resultaten worden gebruikt om aan te tonen dat de rijtuigen veilig in de reizigersdienst kunnen worden ingezet en daarnaast zal de remberekening zo goed mogelijk worden geverifieerd. Hiertoe worden statische metingen, dynamische metingen en momentane vertragingsmetingen gedaan.

2.1.1 Statische metingen

De statische opname zal worden gebruikt om de overdracht te bepalen tussen remcilinderdruk en aandrukkracht.

2.1.2 Dynamische metingen

Tijdens de dynamische beproevingen worden de remwegen vanuit verschillende aanvangssnelheden vastgelegd. Op deze manier kan het rempercentage van de stam worden bepaald. Met behulp van de remberekening zal dit rempercentage worden toegekend aan de afzonderlijke rijtuigen.

2.1.3 Momentane vertragingsmetingen

Ten behoeve van validatie van de remberekening worden tevens de momentane vertragingen geregistreerd. Hieruit wordt de totale remkracht berekend. De remberekening zal in overeenstemming worden gebracht met de gemeten vertragingen en remwegen. Ter verificatie worden tijdens de beproevingen ook de remcilinderdrukken op twee afzonderlijke draaistellen geregistreerd.

2.2 Opzet beproevingen

2.2.1 Statische opname

Er is reeds voor de beproevingen met C952 een statische opname uitgevoerd om de overdracht te bepalen van remcilinderdruk naar aandrukkracht van blokken en voeringen [3]. Omdat deze overdracht niet verandert wanneer het remblok gewijzigd wordt, is de statische opname niet opnieuw uitgevoerd.

2.2.2 Wijze van beladen

Vanwege het feit dat de beproeving met Ferodo blokken aansluit op de beproeving met C952 blokken, is ervoor gekozen om éérst de proeven met beladen trein uit te voeren. Dit scheelt één keer uit- en inladen. De wijze van belading is dus als volgt:

1. Beladen tot maximale toestand
2. Beladen van ICR tot ICRm (ICRm BAB BAB BDs en Loc1700)

In de volgende paragrafen zal worden uitgelegd hoe deze beladingstoestanden gerealiseerd worden met gebruikmaking van ICR rijtuigen.

2.2.3 Beladen van ICR tot ICRm "leeg"

Het ICR B rijtuig 672 weegt 40180 kg [5].
De massa van ICRm A leeg is 43200 kg.
De massa van ICRm B leeg is 42900 kg.

Dit houdt in dat er voor een ICRm A rijtuig 3020 kg wordt toegevoegd aan het ICR B rijtuig.
Dit houdt in dat er voor een ICRm B rijtuig 2720 kg wordt toegevoegd aan het ICR B rijtuig.

2.2.4 Beladen van ICRm "leeg" tot ICRm "maximaal beladen"

De massa van ICRm A leeg is 43200 kg.
De massa van ICRm B leeg is 42900 kg.
De massa van ICRm A maximaal beladen is 51300 kg.
De massa van ICRm B maximaal beladen is 53000 kg.

Dit houdt in dat er voor een ICRm A rijtuig 8100 kg wordt toegevoegd aan het gesimuleerde ICRm A rijtuig.
Dit houdt in dat er voor een ICRm B rijtuig 10100 kg wordt toegevoegd aan het gesimuleerde ICRm B rijtuig.

Figuur 1: Foto's belading ICRm met behulp van kratten met remblokken

2.2.5 Verificatieritten

De verificatieritten worden gereden om een eerste indruk te krijgen of het remgedrag van de trein enigzins binnen verwachting ligt, ondanks het feit dat de remblokken niet ingesleten zijn. De verificatieritten worden in dit geval uitgevoerd met een beladen trein, omdat ze aansluiten op de C952 beproeving met beladen trein.

2.2.6 Dynamische beproevingen

De dynamische beproevingen worden in trekbedrijf uitgevoerd met onberemde lok en in duwbedrijf met beremde lok. De metingen met onberemde lok zullen worden gebruikt om het rempercentage van de losse rijtuigen te bepalen. Dit gebeurt conform UIC fiche 544-1. De geldigheid van de metingen wordt beoordeeld volgens versie 4 van 544-1, omdat versie 3 geen voorwaarden stelt aan de spreiding van de metingen. Versie 3 wordt vervolgens, zoals voorgeschreven wordt door de RKS, gebruikt om het rempercentage van de stam te bepalen.

Met behulp van het vastgestelde rempercentage wordt het remgewicht van de stam bepaald door het gewicht van de stam te vermenigvuldigen met het rempercentage. Vervolgens wordt het remgewicht toegekend aan de verschillende rijtuigen, waardoor ook het rempercentage van de losse rijtuigen vastgelegd is.

Aangezien het remsysteem van alle rijtuigen gelijk is, zal het rempercentage gelijk worden verdeeld over de 7 rijtuigen. Een eventueel verschil in lege massa zal dan leiden tot een onderscheidend remgewicht.

Er zullen snelremmingen worden uitgevoerd vanuit de volgende snelheden: 40, 60, 80, 120, 140 en 160 km/h. Voor de snelheden van 100 t/m 160 km/h gelden de UIC richtlijnen van 4 geldige metingen per aanvangssnelheid. Het streven is om ook voor de overige 3 aanvangssnelheden 4 geldige metingen te bereiken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in metingen in trekbedrijf en in duwbedrijf, vanwege het al dan niet mee remmen van de lok. Deze beproevingsopzet is beschreven in het beproevingsprogramma [6].

Voor de beladen situatie zal op dezelfde manier het remgewicht per rijtuig worden vastgesteld. Om het rempercentage per rijtuig te bepalen zal worden gerekend met het gewicht van een "maximaal beladen" rijtuig, zoals dat in de huidige gegevens (certificaat van overeenstemming of indienststellingsaanschrijving) is vastgelegd.

Naast bepaling van het rempercentage uit de remwegen zullen tijdens de beproevingen ook een aantal grootheden worden geregistreerd die worden gebruikt ter validatie van de remberekening. Ook worden deze metingen gebruikt om eventuele onverwachte resultaten te kunnen verklaren. Zoals in [4] is vastgelegd worden tijdens de dynamische beproevingen de volgende grootheden geregistreerd:

- Remweg (primair doel);
- Verloop van vertraging, snelheid en afgelegde weg in de tijd;
- Remcilinderdruk van schrijfrem en blokkenrem van minimaal 2 draaistellen, uit twee verschillende rijtuigen, in de tijd.

3 Resultaten beproevingen

3.1 Beproevingen beladen

Omdat de proeven met de Ferodo blokken rechtstreeks aansluiten op de proeven met C952 met beladen trein, hebben de verificatieritten en de inslijtritten met Ferodo 3325F ook in beladen toestand plaatsgevonden. Aansluitend hierop zijn de dynamische beproevingen uitgevoerd.

3.1.1 Verificatieritten

Na het plaatsen van de Ferodo remblokken is het voorlopige rempercentage bepaald. Op basis van dit voorlopige rempercentage is de maximale inzetsnelheid van de stam tijdens de inslijtritten bepaald. In duwbedrijf, met de remmen van de loc in dienst, is een rempercentage van 177% vastgesteld. In trekbedrijf, met de remmen van de loc buiten dienst, was het rempercentage 146%. Op basis van deze resultaten is geconcludeerd dat de inslijtritten met een inzetsnelheid van maximaal 140km/u kunnen plaatsvinden. Het vereiste rempercentage bij deze maximale inzetsnelheid is 119%, er is dus sprake van een ruime veiligheidsmarge.

3.1.2 Inslijtritten

De Ferodo 3325F blokken waren sneller ingesleten dan de Cosrail C952 blokken. Dit is logisch, omdat de inslijtritten in dit geval hebben plaatsgevonden met een beladen trein. Er zijn twee opvallende zaken geconstateerd. Ten eerste remt de trein met Ferodo blokken gevoelsmatig krachtiger dan met GG- of C952 blokken. Verder is geconstateerd dat de het oppervlak van de wielband weliswaar glad aanvoelde, maar tevens enigszins “rubberachtig”.

3.1.3 Dynamische beproevingen

Metingen zijn uitgevoerd van 30-01-06 t/m 01-02-06, vooral in de ochtenden was er sprake van mistige omstandigheden. Er zijn veel ABI ingrepen geregistreerd, met name in de ochtenden. In de middag nam het aantal ABI ingrepen af.

Tijdens de dynamische beproevingen zijn remwegmetingen uitgevoerd in duwbedrijf en in trekbedrijf. Tijdens trekbedrijf zijn de remmen van de loc uitgeschakeld. De gemeten remwegen zijn opgeslagen in logboeken: [7], [8], [9], [10]. De geldigheid van deze metingen is gecontroleerd volgens UIC 544-1, versie 4 [14]. Vervolgens zijn de geldige metingen gebruikt om op basis van UIC 544-1, versie 3 [15], een rempercentage uit te rekenen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd door de Meetdienst NTC [16], [17].

Uit deze werkwijze volgen de volgende rempercentages voor de stam:

Situatie	Rempercentage
Loc1700 + BAB-BAB-BDs, duwbedrijf, beladen	190%
Loc1700 + BAB-BAB-BDs, trekbedrijf, beladen	157%

Tabel 1: gemeten rempercentages met beladen trein

Zoals voorgeschreven in [15] wordt het rempercentage per rijtuig berekend via het totale remgewicht van de stam. Dit remgewicht wordt gelijk verdeeld over 7 rijtuigen, omdat ze hetzelfde remwerk hebben. Vervolgens wordt op basis van dit remgewicht per rijtuig en het gewicht van elk verschillend type rijtuig een rempercentage per rijtuigtype berekend.
Deze berekening is gedocumenteerd in [19]. Onderstaande tabel geeft de rempercentages per rijtuig weer.

Rempercentages rijtuigen beladen	%	
Hele stam uit gemeten remwegen		*157*
A rijtuig		202
B rijtuig		195
BDs rijtuig		198
Oorspronkelijk, gietijzer remblokken	176	
A rijtuig geen SVK		190
B rijtuig geen SVK		188
BDs rijtuig geen SVK		190
Oorspronkelijk, gietijzer remblokken geen SVK	167	

Tabel 2: rempercentages per rijtuig bij beladen trein

3.2 Beproevingen leeg

Omdat de remblokken reeds ingesleten waren, bestonden de beproevingen in lege toestand enkel uit de dynamische beproevingen (remwegmetingen).

3.2.1 Dynamische beproevingen

De dynamische beproevingen zijn uitgevoerd op 13 en 14 februari 2006. De beproevingen zijn niet volledig afgerond vanwege het feit dat er bijzonder veel ABI ingrepen optraden. In duwbedrijf, met de remmen van de loc in dienst, is er geen remperentage bepaald. In trekbedrijf, met de remmen van de loc buiten dienst, wel. Het aantal metingen waarop dit gebaseerd is, is echter dusdanig gering dat het berekende rempercentage slechts als een indicatie dient te worden beschouwd.

De resultaten van de remwegen zijn vastgelegd in logboeken; [11], [12], [13]. De berekeningsmethode is dezelfde als bij de analyse van de "beladen" beproevingen is gehanteerd. Dit heeft de volgende resultaten opgeleverd:

Situatie	**Rempercentage**
Loc1700 + BAB-BAB-BDs, duwbedrijf, leeg	Niet bekend
Loc1700 + BAB-BAB-BDs, trekbedrijf, leeg	156%

Tabel 3: gemeten rempercentages met lege trein

Ook hier is, op basis van de resultaten in trekbedrijf, een rempercentage per rijtuig bepaald. Voor deze rempercentages geldt ook dat ze als indicatie beschouwd dienen te worden, vanwege het geringe aantal geldige metingen.

Rempercentages rijtuigen leeg		%
Hele stam uit gemeten remwegen		*156*
A rijtuig		200
B rijtuig		201
BDs rijtuig		203
Rijtuig 43t		*201*
Oorspronkelijk, gietijzer remblokken	180	
A rijtuig geen SVK		190
B rijtuig geen SVK		192
BDs rijtuig geen SVK		193
Rijtuig 43t geen SVK		*191*
Oorspronkelijk, gietijzer remblokken geen SVK	169	

Tabel 4: rempercentages per rijtuig bij lege trein

Bij deze vergelijking moet worden opgemerkt dat er bij de bepaling van de huidige rempercentages (met gietijzeren remblokken) uit is gegaan van een gemiddeld ledig gewicht van een rijtuig, terwijl er in deze bepaling gerekend is met een gemiddeld gewicht per rijtuigtype. Ter vergelijk is ook het rempercentage bepaald bij een gemiddeld rijtuiggewicht van 43t.

3.3 Conclusies beproevingen

In een eerder stadium is van de proeftrein een statische opname gedaan. Hierbij is de overbrengingsverhouding tussen remcilinderdruk en aandrukkracht bepaald. Deze overbrengingsverhouding is gebruikt voor de berekeningen die in dit verslag gemaakt zijn.

De gemeten rempercentages zijn 195, 198 en 202% in beladen toestand en 200, 201 en 203 in lege toestand. De gemeten waarden in lege toestand zijn slechts indicatief. Als gevolg van een groot aantal ABI ingrepen is het niet gelukt om voldoende geldige metingen te verrichten. Ook tijdens de proeven met beladen trein zijn er veel ABI ingrepen waargenomen.

Door inzet van de L-blokken Ferodo 3325F lijkt het rempercentage toe te nemen. Ter relativering wordt hierbij opgemerkt dat de LAR drukken gemiddeld 2% hoger zijn dan de nominale waarde, ze blijven wel binnen de STG [3]. Het is aannemelijk dat de remcilinderdrukken ook 2% hoger zijn dan de nominale waarde, waardoor de remwegen bij benadering ook 2% korter zijn. Dit lijkt een verwaarloosbaar verschil, maar bij een rempercentage van ±190% heeft een remwegverkorting van 2% een stijging van het rempercentage van ongeveer 4-5 remprocent tot gevolg.

4 Synthese

4.1 Remberekening

Er is voor aanvang van de beproevingen een uitgebreide en gedetailleerde remberekening gemaakt. Met behulp van deze remberekening kunnen gevolgen van eventueel noodzakelijke wijzigingen in het remwerk beter worden ingeschat. De berekening bevatte voor aanvang van de beproevingen 2 zwakke punten. Zowel het rendement van het remwerk als de wrijvingskarakteristieken zijn niet bekend. De invloed van beide factoren op de remweg is echter aanzienlijk.

Vandaar dat er een poging is gedaan om de onbekende grootheden in te vullen op basis van metingen in de praktijk. Voor bepaling van het rendement is gebruik gemaakt van een remkrachtmeter waarmee de aandrukkrachten van blokken en voeringen zijn gemeten [3]. Met aanname van terugstelveerkrachten en overbrengverhoudingen is hieruit een statisch rendement bepaald. Het gemiddelde statisch rendement van de blokkenrem is 0,84. Het gemiddelde statische rendement van de schijfrem is 0,82.

Tijdens de voorbereidingen is er vanuit gegaan dat het rendement van reizigersmaterieel hoog is, waardoor het statisch rendement en het dynamisch rendement ongeveer gelijk zouden zijn. Uit de meetresultaten blijkt dit niet het geval te zijn. Hierdoor is het rendement in rijdende toestand niet exact bekend. Als uitgangspunt wordt de UIC methodiek toegepast waarbij het dynamisch rendement als volgt wordt bepaald:

$$\mu_{dyn} = \frac{\mu_{stat} + 1}{2}$$

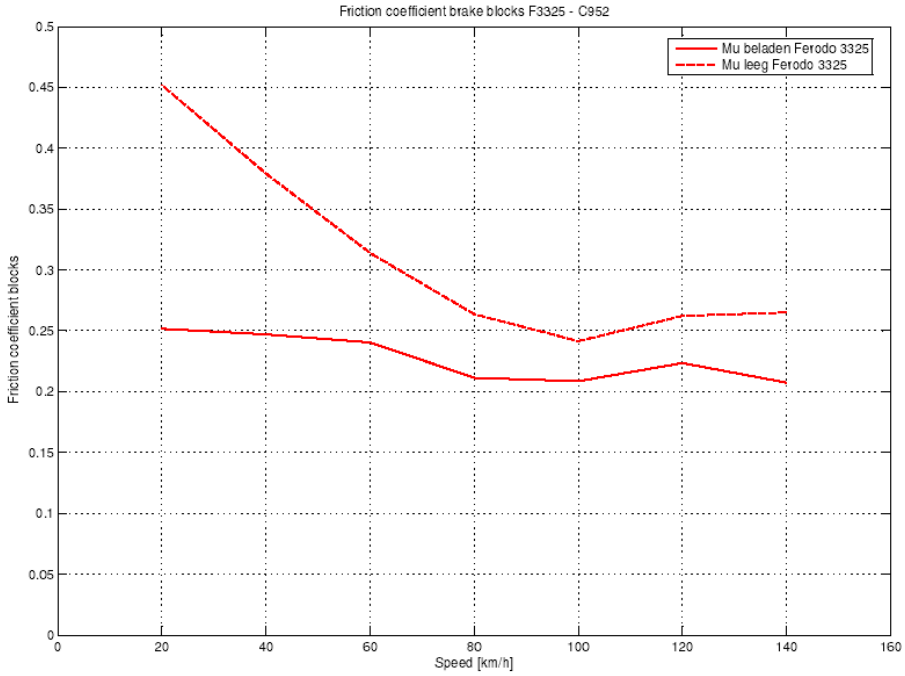
Het dynamisch rendement wordt daarmee 0,92 voor de blokkenrem en 0,91 voor de schijfrem.

Tijdens de dynamische beproevingen is ook de deceleratie geregistreerd. Met behulp van deze deceleratie is in matlab een inschatting gemaakt van de wrijvingscoëfficiënten van de blokken. Naast de aanname van het berekende dynamische rendement zijn voor de berekening van de wrijvingscoëfficiënten van de remblokken ook de volgende aannames gemaakt:

- De wrijvingscoëfficiënt van de remvoeringen (schijfremmen);
- Voor de terugstelveerkrachten zijn dezelfde waarden aangenomen als bij de bepaling van het rendement;
- De remcilinderdrukken van de hele trein worden gelijk verondersteld aan de gemiddelde remcilinderdruk van beide meetdraaistellen;
- Treinweerstand is berekend uit de algemeen geldende formule, zoals die ook voor de remberekening wordt gehanteerd.

In de praktijk zullen niet alle remcilinderdrukken gelijk zijn aan de gemeten draaistellen. Als echter de gemiddelde remcilinderdruk gelijk is aan de gemiddelde remcilinderdruk van de gemeten draaistellen, dan zal de berekende wrijvingscoëfficiënt overeenkomen met de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt.

De resultaten van de berekening zijn grafisch weergegeven in figuur 2. Ook hier geldt dat de berekende lijn voor de lege toestand slechts als indicatief mag worden beschouwd.



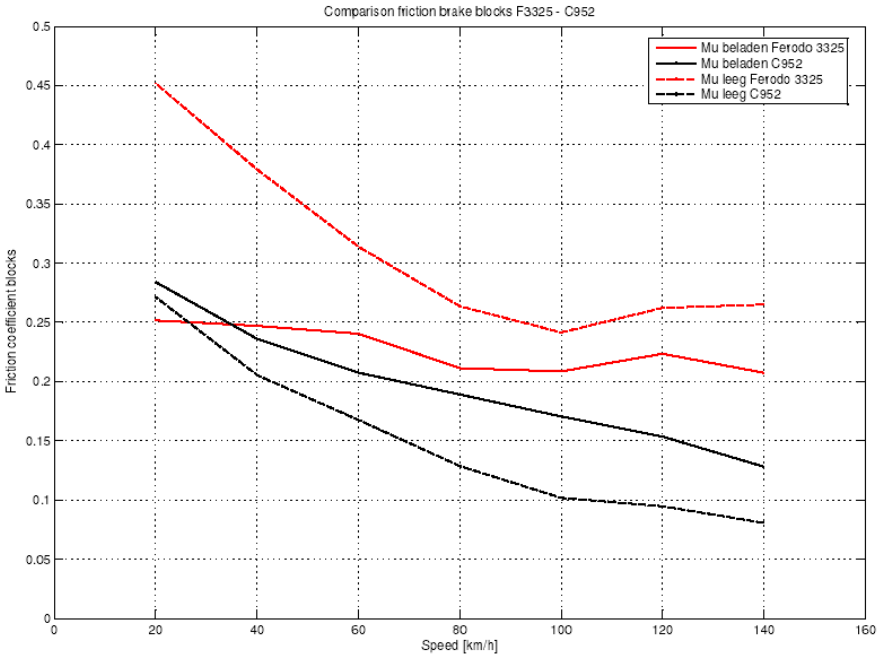
Figuur 2: berekende wrijvingscoëfficiënten uit beproevingen leeg/beladen met ICRm

Het is duidelijk dat de berekende wrijvingscoëfficiënten voor de beladen situatie anders zijn dan in de lege situatie. Het is een bekend fenomeen dat de wrijvingscoëfficiënt afneemt bij een hogere vlaktedruk en lagere snelheden. Of het verschil op de lange duur ook zo groot zal zijn als bovenstaande grafiek aangeeft, is niet zeker vanwege het feit dat de “lege” metingen slechts indicatief zijn. Het kan wel een goede verklaring zijn voor het grote aantal ABI ingrepen die met name tijdens de lege metingen opgetreden zijn.

Ondanks de onnauwkeurigheid als gevolg van spreiding op de meetresultaten is er een remberekening gemaakt waarmee binnen een acceptabele marge van enkele remprocenten het rempercentage van de beproefde stamconfiguraties kan worden berekend. Deze remberekening kan dan ook gebruikt worden om de gevolgen van kleine wijzigingen in de toekomst te voorspellen. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van een ander soort remblokken waarvan de wrijvingscoëfficiënten bekend zijn.

4.2 Gevolgen voor ICRm

Het rempercentage van de rijtuigen neemt door toepassing van Ferodo 3325F blokken toe met zo'n 10%, vergeleken met GG blokken. Verder is gebleken dat er bovengemiddeld veel ABI ingrepen optreden. Daarnaast zijn de berekende wrijvingscoëfficiënten van de Ferodo remblokken tot zo'n 50% hoger dan de waarden die berekend zijn voor de Cosrail C952 blokken [3]. Zie ook figuur 3. Dit houdt in dat de opgebrachte remkracht bij een gelijkblijvende remcilinderdruk significant groter zal zijn. Ferodo 3325F remblokken worden om deze drie redenen niet geschikt bevonden als 1:1 vervanging van de gietijzeren remblokken op ICRm.



Figuur 3: vergelijking Cosrail C952 – Ferodo 3325F, in lege en beladen toestand

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

5.1.1 Toelating/Rempercentage

De L-blokken van het type Ferodo 3325F kunnen niet worden ingezet als 1:1 vervanging voor de gietijzeren remblokken op de toegevoegde blokkenrem van ICRm rijtuigen.

5.1.2 Metingen

De resultaten van een reeds eerder uitgevoerde statische opname van de proeftrein zijn bij het opstellen van de remberekeningen met Ferodo overgenomen. Omdat gedurende deze statische metingen is aangetoond dat verschillende grootheden van het remsysteem (zoals drukken, krachten en rendementen) een grote spreiding vertonen, zal deze remberekening niet in alle gevallen exact zijn. Ook zal in de berekening van de wrijvingscoëfficiënten een onzekerheid blijven bestaan.

Het inslijten van de blokken verliep relatief snel als gevolg van de belading. Gevoelsmatig remde de trein krachtiger dan normaal. Het wielbandoppervlak werd gedurende de inslijtperiode glad, maar voelde “rubberachtig” aan.

Er zijn tijdens de remwegmetingen bijzonder veel ABI ingrepen geconstateerd.

5.1.3 Remberekening

Ondanks het feit dat er een onnauwkeurigheid zal blijven bestaan in de remberekeningen, kunnen deze remberekeningen goed gebruikt worden om een inschatting te maken van het rempercentage, als gevolg van kleine wijzigingen aan het remsysteem. Voor een exacte bepaling voldoen de remberekeningen echter niet.

5.2 Aanbevelingen

Reeds in een eerder stadium is gebleken dat de ALR-werking voor een spreiding in de meetresultaten zorgt [3]. Verder blijkt de gangbaarheid van het remwerk niet zo goed als vooraf verondersteld. Dit heeft geen invloed op de meetresultaten van dit onderzoek, maar het verdient wel aanbeveling om een nader onderzoek te doen naar de gevolgen van deze bevindingen.

Referenties

[1] *Haalbaarheidsonderzoek LL-blokken op ICRm en DDM-1*, B. van Os, 18 mei 2005, TR/BVO/641/03-239456, H03-239456

[2] *Beschlussantrag Verbundstoff-Bremsklotzsohlen Typ LL, stand 27.01.2005,* UIC, H03-242285

[3] *Rapportage beproevingen SileNS LL-remblokken C925,* R. van Mil, 17 februari 2006, TR/RM/0767/03-265350

[4] *Plan van aanpak protobeproevingen SileNS,* R. van Mil, 11 oktober 2005, TR/RM/0767/03-255159

[5] *Meetrapport massabepaling ICR (rijtuig 508410-70672-7),* H03-266722

[6] *Beproevingsplan LL blokken ICRm,* B. van Os, 6 januari 2006, TR/BVO/767/03-258434

[7] *Logboek ICRm meting 30-01-06 blad 1-2,* H03-270633

[8] *Logboek ICRm meting 30-01-06 blad 2-2,* H03-270640

[9] *Logboek ICRm meting 31-01-06 blad 1-1,* H03-270641

[10] *Logboek ICRm meting 01-02-06 blad 1-1,* H03-270639

[11] *Logboek ICRm meting 13-02-06 blad 1-2,* H03-270634

[12] *Logboek ICRm meting 13-02-06 blad 2-2,* H03-270635

[13] *Logboek ICRm meting 14-02-06 blad 1-1,* H03-270636

[14] *UIC 544-1 Bremse – Bremsleistung (4e editie van 05-2004),* UIC, H03-202562

[15] *UIC 544-1 Bremse – Bremsleistung (3e editie van 1-1-'66 herdruk 1-7-'85 inclusief 9 wijzigingsbladen van 1-7-'85).*

[16] *Rempercentage ICRm geduwd – uitgave 3 – Ferodo beladen,* R. Woldendorp, TR/RW/0767/03-271515

[17] *Rempercentage ICRm getrokken – uitgave 3 – Ferodo beladen,* R. Woldendorp, TR/RW/0767/03-271516

[18] *Rempercentage ICRm getrokken – uitgave 3 – Ferodo leeg,* R. Woldendorp, TR/RW/0767/03-271517

[19] *Overzicht rempercentages per rijtuig – Ferodo,* R. Woldendorp, 09-03-2006, TR/RW/0767/03-271524