

Studie doorstart geluidspilots



Colofon

Opdrachtgever : Wilco Fiechter
Systeemgroep : Remsystemen
Auteur : Boudewijn van Os
Onderzoeker(s) : Hein Stark, Ton Oosterom en
Boudewijn van Os
Kenmerk : TR/BVO/157/03-231498
Versie : 1.1
Status : Definitief
Datum : 28 januari 2005
Vrijgave auteur :

Inhoudsopgave

Inleiding	4
Historie en stand van zaken	5
1 Toelating van het aangepaste remsysteem	7
1.1 Algemeen	7
1.2 Invloed toegevoegde blokkenrem	7
1.2.1 Wielruwheid	7
1.2.2 Remkracht	7
1.2.3 Temperatuurhuishouding	7
1.2.4 Detectie	8
1.2.5 Loopeigenschappen	8
1.3 Invloed wijziging op overige veiligheidsrelevante aspecten	8
1.4 Wijze van aantonen veilige werking	8
1.4.1 Wielruwheid	8
1.4.2 Remkracht	9
1.4.3 Temperatuurhuishouding	9
1.4.4 Detectie	9
1.4.5 Loopeigenschappen	9
1.4.6 Invloed overige veiligheidsrelevante systemen	9
1.5 Toelating	10
1.6 Rempercentage	10
2 Inventarisatie mogelijke alternatieven	11
2.1 Alternatieven voor gietijzeren remblokken	11
2.1.1 K, L en LL blokken	11
2.1.2 Verloop wrijvingscoëfficiënt	11
2.1.3 Toepassen kunststofblokken	12
2.2 Toepassen sinter – blokken	12
2.3 Magneetremmen	13
2.3.1 Elektromagneetrem (Emg)	13
2.3.2 Permanente magneetrem (Pmg)	13
2.3.3 Electro-permanente (EPmg)	13
2.4 Zandstrooier	13
2.4.1 Standaard zandstrooier	14
2.4.2 Geregelde zandstrooier	14
3 Beoordelingscriteria	16
3.1 Toelating	16
3.2 Geluid	16
3.3 Life Cycle Costs	16
3.4 Kosten pilot	16
3.5 Doorlooptijd	16

4 Preselectie alternatieven	17
4.1 Alternatieve remblokken	17
4.1.1 L blokken	17
4.1.2 K blokken	17
4.1.3 LL blokken	17
4.2 Magneetrem	17
4.2.1 Permanente magneetrem	17
4.2.2 Elektro magneetrem	17
4.2.3 Elektro-permanente magneetrem	17
4.3 Zandstrooier	18
4.4 Resumé	18
5 Beschouwing geselecteerde alternatieven	19
5.1 Kunstof LL- blokken	19
5.1.1 Toelating	19
5.1.2 Geluid	19
5.1.3 Live Cycle Costs	19
5.1.4 Kosten pilot	20
5.1.5 Doorlooptijd	20
5.1.6 Risico's	20
5.2 Sinter LL – blokken	20
5.2.1 Toelating	20
5.2.2 Geluid	20
5.2.3 LCC	21
5.2.4 Kosten pilot	21
5.2.5 Doorlooptijd	21
5.2.6 Risico's	21
5.3 Permanente magneetrem	22
5.3.1 Toelating	22
5.3.2 Geluid	22
5.3.3 LCC	22
5.3.4 Kosten pilot	22
5.3.5 Doorlooptijd	22
5.3.6 Risico's	22
5.4 Resumé	23
6 Doorkijk naar ICR en DDM-1	24
6.1 Oplossingmogelijkheden ICR	24
6.2 Oplossingsmogelijkheden DDM-1	24
7 Conclusies en aanbevelingen	25
Referenties	26

Inleiding

In het kader van IPG heeft NS Reizigers opdracht gekregen om het geluidsniveau van blokkeremde reizigerstreinen te reduceren.

Om de beoogde geluidsreductie te bereiken is een pilot gestart, met als project naam "Pilots Geluid, aanpassen remsysteem ICM-III, ICR en DDM-1" waarbij de toegevoegde blokkenremmen zijn verwijderd. Om het verlies aan remvermogen te compenseren is de schijfremcilinderdruk verhoogd. Daarnaast is er een nieuwe Anti Blokkeer Installatie (ABI) aangebracht die zowel kan werken op draaistel- als op asniveau om de werking van de toegevoegde blokkenrem te compenseren.

Het doel van de geluidspilot was om te bepalen of de wijziging van het remsysteem in combinatie met een nieuwe draaistel- of asgestuurde ABI, de beoogde resultaten oplevert.

Voor zowel de draaistel- als asgestuurde ABI diende het volgende vastgesteld te worden:

- Verkrijgt het gewijzigde materieel een generieke toelating,
- Leveren de wijzigingen blijvend de geluidsreductie op.
- Wat is de invloed van de wijziging op de LCC (Life Cycle Cost). Dit met als doel het onderbouwen van de investering.

In juli 2004 is gestart om het aangepaste remsysteem te beproeven. Al snel is echter vastgesteld dat het gewijzigde remsysteem niet zou leiden tot toelating. In dit document wordt gezocht naar een andere methode om de doelstelling te bereiken.

Sinds de vorige verkennende studie [1] is de remtechniek verder ontwikkeld en zijn de inzichten in het bereiken van toelating gewijzigd. Daarom worden naast nieuwe mogelijkheden ook de mogelijkheden zoals beschreven in de vorige studie opnieuw onderzocht.

In deze rapportage zal kort en bondig worden geanalyseerd hoe er een doorstart gemaakt kan worden met de geluidspilots, waarbij de alternatieven zullen worden getoetst aan de hierboven gemelde criteria. Hierbij zal de in eerste instantie de nadruk gelegd worden op ICM-III maar wel met een doorkijk naar ICR en DDM-1 omdat de remsystemen niet een op een met elkaar vergelijkbaar zijn en daarom niet op voorhand kan worden vastgesteld dat de oplossingen voor alle drie de materieelseries gelijkwaardig zijn.

In hoofdstuk 1 zullen enkele toelatingsaspecten worden beschouwd. Daarna zullen in hoofdstuk 2 nieuwe mogelijke oplossingen worden geïnventariseerd. In hoofdstuk 3 worden de criteria voor toetsing benoemd. Hierna worden de mogelijkheden in hoofdstuk 4 op een korte wijze geanalyseerd en op slagingskans geselecteerd. In hoofdstuk 5 zullen de geselecteerde mogelijkheden uitvoerig worden onderzocht. In hoofdstuk 6 zal een doorkijk worden gegeven naar de mogelijkheden tot een vervolg van de geluidspilot met DDM-1 en ICR. Hoofdstuk 7 bevat de conclusie en aanbeveling.

Historie en stand van zaken

De geluidspilots zijn aanvang 2003 gestart met ICM-III, DDM-1 en ICR.

De overeenkomst tussen dit materieel is dat ze allen voorzien zijn van een toegevoegde blokkenrem met gietijzeren remblokken. Door af te zien van deze gietijzeren remblokken zal polygonisatie (veelhoekigheid) van de wielen worden voorkomen en zal de geluidsemisatie afnemen.

Het project zou worden uitgevoerd volgens het volgende stappenplan. Dit stappenplan staat uitvoerig beschreven in [2].

1. Voorbereidingsfase
2. Uitvraag en opdrachtverstrekking
3. Ontwerpfase
4. Inbouw in prototypen
5. Prototypetesten
6. Toelating
7. Inbouw voor duurbeproeving
8. Duurbeproeving

Stap 1 – 5 zijn reeds uitgevoerd. Hieronder volgt een korte beschrijving:

Na de start van de geluidspilots is, met toenmalige inzichten, gekozen bij ICM-III (ook gepland voor DDM-1 en ICR) de toegevoegde blokkenrem te verwijderen, de schijfremcilinderdruk te verhogen alsmede een nieuwe microprocessor gestuurd ABI systeem toe te voegen. Een en ander staat uitvoerig beschreven in [1].

Om toelating hiervoor te verkrijgen zijn met IVW de volgende afspraken gemaakt:

- De rempercentage op droog spoor gaat niet achteruit;
- Geen remwegverlenging op glad spoor.

Er zijn daarom remproeven gedaan in de oude configuratie en de nieuwe configuratie om een vergelijk in remweg te kunnen maken.

In juni 2004 zijn referentiemetingen gedaan met ICM-III. Hierbij is vooral gelet op het rempercentage op droog spoor en de remwegverlenging op ingezeept (glad) spoor. Parallel hieraan is aangevangen met de ontwerpfase van de aanpassingen. Na de ontwerpfase is gestart met de inbouw van het prototype.

Medio augustus 2004 zijn met het prototype de zogenaamde performancemetingen gedaan. De verwachting hiervan was dat de resultaten van de referentiemetingen, zowel op glad als droog spoor, minimaal zouden worden verbeterd. Echter de remwegen waren veel langer dan verwacht; dit bleek met de voorziene wijzigingen echter niet te realiseren. Op basis van deze metingen is vastgesteld dat de wijziging van het remsysteem niet toelaatbaar is gezien de afspraken met IVW. In [3] is een korte analyse gemaakt waarin de oorzaak van dit probleem is geanalyseerd.

Stap 6-8, van het hierboven beschreven stappenplan, zijn tot op heden niet uitgevoerd omdat verkorting van de remwegen op ingezeept (glad) spoor niet gerealiseerd zijn en dus de verkrijging van toelating onmogelijk was. Er zal dus een nieuwe technische oplossing gekozen moeten worden en bij stap 1 van het stappenplan moeten worden gestart om de doelen van de geluidspilots te kunnen realiseren.

De plannen voor de uitvoering van de geluidspilots bij ICR en DDM-1, steunden sterk op de goede uitkomst en toelating van de geluidspilot ICM-III. Nu voor de geluidspilot ICM-III geen toelating verkregen wordt, worden ook de pilots ICR en DDM-1 niet uitgevoerd.

1 Toelating van het aangepaste remsysteem

1.1 Algemeen

Ten behoeve van de toelating van het aangepaste remsysteem moet aangetoond worden dat de wijziging de veiligheid niet negatief beïnvloedt. Concreet houdt dit in dat aangetoond moet worden dat het ontwerp en de uitvoering van de wijziging voldoende veilig is en dat de remprestatie van de trein niet achteruit gaat.

Ten aanzien van het ontwerp en de uitvoering dient een toelatingsdossier opgesteld te worden met daarin de onderbouwing van de veilige werking. Voor de remprestatie van de trein dienen proeven uitgevoerd te worden.

1.2 Invloed toegevoegde blokkenrem

De toegevoegde blokkenrem heeft invloed op de onderstaande veiligheidsrelevante aspecten:

- Wielruwheid (adhesie)
- Remkracht
- Temperatuurhuishouding
- Detectie
- Loopeigenschappen

De wijziging van het remsysteem zal minimaal t.a.v. genoemde aspecten beoordeeld moeten worden. Uitgangspunt hierbij is "gelijkblijvende veiligheid" op treinniveau. Dat houdt o.a. in dat de remwegen niet langer mogen worden dan vóór de wijziging.

1.2.1 Wielruwheid

De momenteel toegepaste remblokken resulteren in een bepaalde ruwheid van het wielloopvlak. Deze ruwheid heeft een invloed op de beschikbare adhesie. Wijzigingen aan de blokkenrem kunnen zorgen voor verandering van de ruwheid van het wielloopvlak en hebben derhalve effect op de beschikbare adhesie. Zo zal het niet langer beremmen van het wiel leiden tot een gladder wielloopvlak en tot een lagere beschikbare adhesie.

1.2.2 Remkracht

De toegevoegde blokkenrem levert een deel van de remkracht van het materieel. Bij wijziging van het materieel zal de totale remkracht in het algemeen gelijk moeten blijven. Een compensatie van gewijzigde blokkenremkracht dient derhalve gerealiseerd te worden. Hierbij zal aangetoond moeten worden dat de gewijzigde remkrachten door het remsysteem opgebracht kunnen worden en dat deze krachten sterktechnisch toelaatbaar zijn.

1.2.3 Temperatuurhuishouding

Tijdens remmen wordt de remenergie omgezet in warmte en gedissipeerd door de remkrachtbronnen (schijfrem en toegevoegde blokkenrem). De wijziging in het remsysteem zal een verschuiving van de warmteverdeling over de remkrachtbronnen geven. Hierbij dient

duidelijk gemaakt te worden dat deze verschuiving geen thermische overbelasting oplevert voor de remkrachtbronnen.

1.2.4 Detectie

Het treindetectiesysteem berust in het grootste deel van Nederland op spoorstroomlopen. Hierbij zorgt het materieel voor kortsluiting tussen beide spoorstaven. Blokberemd materieel met gietijzeren remblokken staat bekend om zijn goede detectie. Aangetoond zal moeten worden dat de detectie na wijziging nog voldoende betrouwbaar is. Als richtlijn hiervoor kan de ProRail norm RLN00018 dienen.

1.2.5 Loopeigenschappen

Wijziging van de beremming op het wielloopvlak kan invloed hebben op de loopeigenschappen van het materieel. Het wielbandprofiel speelt hierin een belangrijke factor. Tijdens regulier onderhoud wordt het wielprofiel gecontroleerd, zodat eventuele afwijkingen vastgesteld en verholpen worden.

1.3 Invloed wijziging op overige veiligheidsrelevante aspecten

Naast de aspecten genoemd in §1.2 hebben de aangebrachte wijzigingen waarschijnlijk nog meer invloeden op veiligheidsrelevante systemen in het materieel. Er zullen extra of vervangende componenten geplaatst worden waarvan aangetoond moet worden dat die zelf een voldoende veilige werking hebben en geen onveilige uitwerking op het materieel hebben. Voor dit laatste wordt gedacht aan invloeden op de luchtvoorziening (luchtverbruik), elektriciteitsvoorziening (boordnet, verbruik, stoorstromen), mechanische sterkte (draaistelbelasting).

1.4 Wijze van aantonen veilige werking

Voor het aantonen van de veilige werking van de wijziging met betrekking tot de aspecten genoemd in §1.2 en §1.3, is de volgende aanpak gebruikelijk.

1.4.1 Wielruwheid

Het effect op de ruwheid van een wijziging op de loopvlakberemming is te bepalen met behulp van een ruwheidsmeter. Probleem hier is dat er geen eenduidig verband is tussen de gemeten ruwheid en de adhesie in de praktijk.

Als alternatief kunnen soms simulaties op proefbanken uitkomst bieden. Zo zijn er proefbanken waarop ABI's getest kunnen worden en ook proefbanken waarom remvoeringen, remblokken, wielen en remschijven getest kunnen worden. Probleem bij deze simulaties is altijd de voorspellende waarde voor de praktijk. De proeven geven meestal een indicatie van hetgeen in de praktijk zal gebeuren, maar zelden een exact resultaat voor de praktijk.

Met IVW is afgesproken om het effect op de adhesie te beoordelen aan de hand van praktijkmetingen op glad spoor (conform UIC 541-05) en op extreem glad spoor (specificatie vastgesteld met proeven). In deze proeven dient het materieel vóór en na wijziging getest te worden. De remwegen na wijziging mogen niet langer zijn dan daarvoor. Omdat het bijzonder moeilijk blijkt een reproduceerbare adhesie te realiseren, is de spreiding in de remwegen zeer groot en onvoorspelbaar. Alleen met erg veel metingen valt

een betrouwbare uitspraak te doen, maar het doen van veel metingen is financieel en organisatorisch bijna ondoenlijk.

1.4.2 Remkracht

De totale remkracht van het materieel dient na wijziging gelijk te blijven. Met behulp van een remberekening wordt de wijziging ontworpen. Uit de remberekening komen de remkrachten en remcilinderdrukken zoals die na wijziging zullen zijn. Een analyse en eventueel berekening moeten aantonen dat de gewijzigde remkrachten door het remsysteem opgebracht kunnen worden en dat deze krachten sterktechnisch toelaatbaar zijn.

Als verificatie van de remberekening worden in de praktijk op droog spoor remwegmetingen verricht, om aan te tonen dat het rempercentage van het materieel ongewijzigd is. Afhankelijk van de wijziging dient dit in lege en (over-)beladen toestand te gebeuren.

1.4.3 Temperatuurhuishouding

De wijziging in de temperatuurhuishouding van alle remkrachtbronnen kan met behulp van de eerder opgestelde remberekening, aangevuld met thermische berekeningen per remkrachtbron, bepaald worden. Per remkrachtbron dient vastgesteld te worden op deze wijziging acceptabel is.

Indien de berekeningen onvoldoende duidelijkheid geven (bijvoorbeeld als de toelaatbare grens bijna bereikt wordt), dan kan een praktijkmeting noodzakelijk zijn.

1.4.4 Detectie

Ten aanzien van de treindetectie heeft ProRail een richtlijn opgesteld (RLN00018). In deze richtlijn is een berekeningsmethode opgenomen aan de hand waarvan het materieel in de categorie "onverdacht" of "verdacht" wordt ingedeeld. Voor materieel dat in de categorie "verdacht" valt, dient een praktijkmeting aan te tonen dat de detectie op een acceptabel niveau blijft.

1.4.5 Loopeigenschappen

Een analyse zal moeten aantonen dat de loopeigenschappen veilig blijven. Hierbij wordt het controle-interval in de overweging meegenomen.

1.4.6 Invloed overige veiligheidsrelevante systemen

Voor het aantonen van de veilige werking van nieuw toegepaste componenten, kan een indeling gemaakt worden in drie categorieën:

1. "Bekende" al eerder toegepaste componenten,
2. Componenten die voldoen aan UIC-normen, EN-normen en of TSI's,
3. "Onbekende" componenten die niet aan de in 2 genoemde normen voldoen.

Voor componenten uit categorie 1. zijn ervaringsgegevens bekend. Op basis van deze gegevens kan beoordeeld worden of de kans op onveilig falen acceptabel is.

Componenten uit categorie 2 voldoen aan relevante normen op het gebied van interoperabiliteit en/of toelating. Zij zijn geaccepteerd als zijnde "veilig".

Van de componenten uit categorie 3 is het lastigst om de veilige werking aan te tonen. Uitgebreide (faal-)analyse en/of ervaringen elders zullen de toelaatbaarheid helder moeten maken.

Naast het aantonen van de veilige werking van de componenten zelf, dient de invloed van het component op de omgeving en het totale systeem beoordeeld te worden.

1.5 Toelating

Bij de totstandkoming van toelating wordt er met name op de volgende problemen gestuit:

- Er zit een grote spreiding op behaalde remwegen en remwegverlenging tijdens de ABI metingen in de praktijk. De metingen zijn niet reproduceerbaar. Het is daarom moeilijk te bepalen met welke waarde toelating moet worden verkregen mede omdat er in verband met de hoge kosten "slechts" 4 testen per snelheid per remstand worden uitgevoerd;
- De op de testbank gesimuleerde adhesie is niet (aantoonbaar) gelijk aan de adhesie in werkelijkheid. Hierbij moet met name gedacht worden aan het dynamische gedrag van de adhesie.

De hiervoor geschetste problemen bij het bereiken van toelating zijn groot en in het kader van dit rapport te complex om op te lossen. Voorstel is daarom dit in een apart traject te analyseren in overleg met IVW / NoBo. In hoeverre deze problemen voor de geluidspilots relevant zijn, hangt af van de gekozen oplossing.

1.6 Rempercentage

Uit de resultaten van de proeven van de geluidspilot met ICM-III is gebleken dat het huidige rempercentage 208 rem% is. Hierbij is opgevallen dat er tijdens een "normale"¹ snelremming regelmatig een ABI ingreep werd geconstateerd. Deze ingreep treedt op omdat op droog spoor de adhesiegrens tussen de spoorstaaf en wielband overschreden wordt. Het treinstel is dus overberemd. De proeven zonder blokkenrem resulteerden in een rempercentage van 181 rem% ondanks dat de schijfremcilinderdruk evenredig was vergroot. De doelstellingen van de geluidspilot zullen dus op een andere wijze moeten worden bereikt als wordt vastgehouden aan een rempercentage van 208%.

Tijdens het ontwerp van ICM-III is het rempercentage uitgelegd op 176 rem%². In de loop der jaren is door constructiewijzigingen (oa. andere remvoeringen) het rempercentage opgelopen tot 208%.

Om bovenstaand probleem op te lossen is het raadzaam om het rempercentage terug te brengen naar een acceptabele waarde. Deze waarde moet worden afgestemd met Inspectie Verkeer en Waterstaat divisie Rail (IVW). Als deze reductie tot stand is gekomen zal de generieke toelating van de geluidspilots makkelijker verkregen worden.

¹ Onder een normale snelremming wordt een snelremming verstaan op droog spoor bij gunstige adhesieomstandigheden.

² Volgens de M007 heeft een trein die is uitgelegd voor 160 km/h een minimaal rempercentage van 160% nodig.

2 Inventarisatie mogelijke alternatieven

Hieronder volgt een korte opsomming van mogelijke oplossingen die de geluidspilot ICM-III een nieuw leven kunnen in blazen:

- Alternatieve remblokken;
- Magneetremmen;
- Zandstrooier.

2.1 Alternatieven voor gietijzeren remblokken

Het contact van de gietijzeren blokken en de wielband zorgt voor polygonisatie (veelhoekigheid van de wielen). Door de keuze van een ander remblok materiaal kan dit verschijnsel worden voorkomen.

2.1.1 K, L en LL blokken

De letter K staat, net als L en LL, voor een bepaalde bandbreedte in wrijvingscoëfficiënt. T.b.v. remvoeringen zijn er grofweg 2 materialen die, in de hiervoor gemelde bandbreedtes, verkrijgbaar zijn:

- kunststof
- sinter

Het K- blok is reeds jaren op de markt en heeft een acceptabele staat van ontwikkeling bereikt maar wordt nog steeds doorontwikkeld. Nadeel van K-blokken is dat er door de hoge wrijvingscoëfficiënt een ander krachtenspel op de wielen ontstaat. De remkrachten zullen dus moeten worden gereduceerd. Dit kan gedaan worden door aanpassen van de remcilinderdruk of door de overbrenging van het blokkenremwerk te wijzigen.

Het L-blok heeft weinig ontwikkeling doorgaan, maar heeft o.a. door zijn wrijvingscoëfficiënt, de negatieve eigenschappen van zowel K als LL blokken.

Het LL-blok heeft recent een explosieve ontwikkeling ondergaan.

Qua wrijvingscoëfficiënt komen LL – blokken overeen met gietijzeren blokken. LL-blokken zijn dan ook goede vervangers van de gietijzeren blokken.

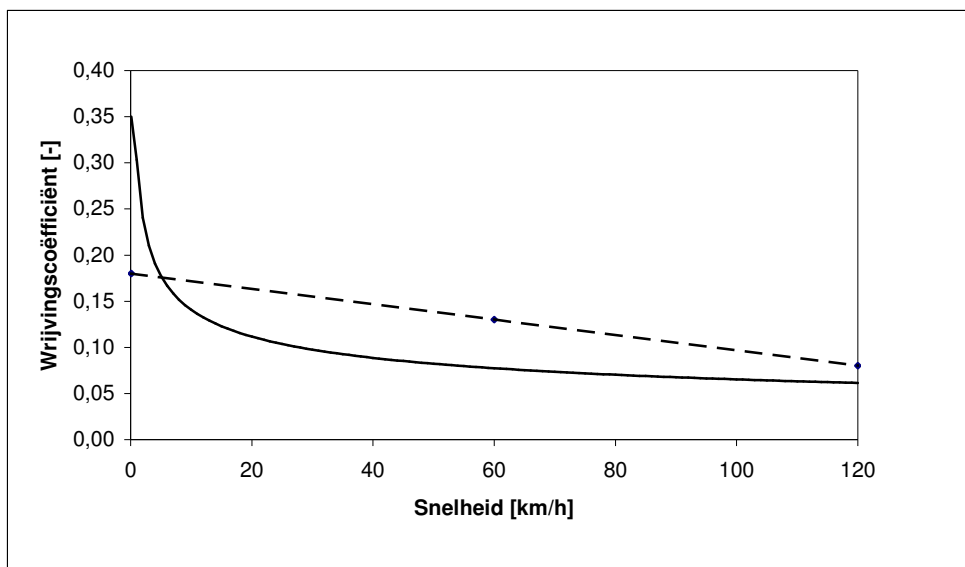
Type remblok	Composiet en Sinter	Toepassing
	μ	
K	0.2-0.3	Goederen/ Loc1600/1700/1800
L	0.15-0.2	
LL	0.10-0.15	Goederen/ blokberemd materieel

Tabel 1: vergelijk K, L en LL blokken.

2.1.2 Verloop wrijvingscoëfficiënt

Uit onderstaande figuur valt af te lezen dat bij afname van de snelheid van de trein de wrijvingscoëfficiënt van de remblokken toeneemt (en dus ook de remkracht). De trein zal dan relatief ook harder remmen bij lagere snelheden. De gestippelde lijn stelt het verloop van de wrijvingscoëfficiënt van LL-remblokken voor; de andere lijn stelt het verloop van de wrijvingscoëfficiënt van gietijzeren remblokken voor. Hieruit valt duidelijk af te lezen dat de

wrijvingscoëfficiënt van LL-remblokken een duidelijk ander verloop heeft dan die van gietijzeren remblokken tegen de snelheid.



Figuur 1: wrijvingscoëfficiënt remblokken versus snelheid

2.1.3 Toepassen kunststofblokken

In het verleden zijn proeven gedaan met kunststof K en L remblokken als alternatief voor gietijzeren blokken. Het resultaat van deze proeven was niet bevredigend omdat er door de hoge wrijvingscoëfficiënt van deze K- en L-remblokken veel ABI ingrepen (dus een verhoogde kans op vlakke plaatsen) werden geconstateerd³. Tevens bleek dat de remblokken mechanisch niet sterk genoeg waren wat resulteerde in uitbrokkelingen en het verbranden van de remblokken. Door de recente ontwikkeling van LL- remblokken is een goede vervanger van gietijzeren blokken ontwikkeld. Bijkomend voordeel van LL-remblokken is dat het remsysteem en de remblokhouders waarschijnlijk niet hoeven te worden aangepast.

2.2 Toepassen sinter – blokken

In het verleden zijn proeven met sintermateriaal stilgezet doordat de K en L blokken een te hoge wrijvingscoëfficiënt hadden en resulteerde in buitensporige slijtage. Proeven met K-sinterblokken zijn stopgezet omdat deze indertijd hoger percentages koper bevatte⁴; dit was milieutechnisch niet toelaatbaar. Evenals de LL-ontwikkeling van kunststof heeft ook de LL-ontwikkeling van sintermateriaal niet stilgestaan en kan dus ook als een goede vervanger voor gietijzeren remblokken worden gezien.

³ Daarnaast is de tijdens proeven met kunststof remblokken een kunststof laagje had gevormd dat de detectie in gevaar zou kunnen brengen. Tevens zou er hierdoor ook een verhoogde kans op doorschieters kunnen ontstaan.

⁴ Omdat tijdens nieuwbouw DD-AR kozen is voor K-blokken worden deze koperhoudende remblokken nog steeds toegepast.

2.3 Magneetremmen

Het algemene principe van de magneetrem is de volgende:

Een magnetisch metalen slijtstuk wordt ten gevolge van een remcommando op de spoorstaafkop aangelegd en magnetisch gemaakt door aantrekking tussen het slijtstuk en de spoorstaaf. Door de wrijvingskracht die ontstaat tussen de spoorstaafkop en de slijtslof wordt de trein tot stilstand gedwongen.

Bij het toepassen van magneetremmen kan uit drie verschillende types worden gekozen:

- Elektromagneetrem
- Permanente magneetrem
- Permanente elektromagneetrem

Bij toepassen van alle varianten van de magneetrem voor de geluidspilots geldt dat de blokkenrem verwijderd zal worden.

2.3.1 Elektromagneetrem (Emg)

Bij de Emg wordt een magnetisch veld opgewekt door een (gelijk)stroom door een magneetspoel te laten lopen. Omdat er bij de Emg een arbeidsstroom nodig is, die niet fail-proof is, mag deze niet worden meegenomen in de bepaling van het rempercentage.

Een bijkomend nadeel van de Emg is dat er plakkaatvorming ontstaat tijdens de remming.

2.3.2 Permanente magneetrem (Pmg)

De Pmg werkt op dezelfde wijze als de Emg alleen wordt hier een krachtige permanente magneet gebruikt. De Pmg mag voor 80% worden meegenomen in het rempercentage.

2.3.3 Electro-permanente (EPmg)

De EPmg is een nieuwe toepassing voor trein-magneetremmen en zit nog in een ontwikkelingsfase. De EPmg is eigenlijk een combinatie van de Pmg en de Emg met dat verschil dat deze magneet bekrachtigd wordt met een inschakelstroom (puls). Deze EPmg zal daarom waarschijnlijk wel mogen worden meegenomen in het rempercentage; dit moet nog met IVW worden bepaald. Duidelijk is wel dat dit alternatief perspectief biedt maar het zich nog in een ontwikkelingstraject begint wat de doorlooptijd te veel zal verlengen.

2.4 Zandstrooier

Het verwijderen van de gietijzeren remblokken van de toegevoegde blokkenrem zal leiden tot minder ruw oppervlak van de wielen en daardoor tot minder beschikbare adhesie. Dit kan mogelijk ook worden gecompenseerd door toevoeging van een zandstrooier.

Er zijn twee soorten zandstrooiers:

- Standaard zandstrooiers;
- Geregelde zandstrooiers.

Het algemene principe van de zandstrooier is de volgende:

Indien er slip optreedt tussen wiel en rail wordt zand tussen de rails en de wielen geblazen ten einde de adhesie te verbeteren.

2.4.1 Standaard zandstrooier

Deze wordt vooral op goederenlocs toegepast om de beschikbare adhesie bij aanzetten te verhogen. Als er slijp plaatsvindt wordt er handmatig door de machinist of automatisch zand gestrooid. Het zand verhoogt de beschikbare adhesie. Nadeel van de handmatige zandstrooier is dat toepassing sterk afhankelijk is van de machinist.

2.4.2 Geregelde zandstrooier

Een geregelde zandstrooier wordt geactiveerd als tijdens een remming de ABI ingrijpt (en dus de adhesie grens overschreden is). De dosering van het zand is o.a. afhankelijk van de remstand: bij lage remstanden een lage dosering, bij hoge remstanden een hoge dosering.

In [6] is echter vastgesteld dat voor de hier gewenste toepassing (toegevoegde blokkenrem verwijderen, schijfremcilinderdruk verhogen en plaatsen zandstrooier) de zandstrooier deel uit moet maken van het veilig verklaarde remsysteem. De beschikbare zandstrooiers zijn hiervoor niet geschikt omdat ze o.a. niet failsafe zijn en de aanwezigheid van zand in de zandstrooiers niet gegarandeerd kan worden.

De eis dat zandstrooiers deel moeten uitmaken van het veilig verklaard remsysteem is gebaseerd op de eis van IVW dat het gewijzigde remsysteem in geen enkel geval mag leiden tot een langere remweg. Zoals gezegd kan dit voor de huidige zandstrooiers niet gegarandeerd worden. Het zou echter reëel zijn om op basis van kansen en risico's de wijziging te beoordelen. De volgende zaken spelen een rol.

- Omdat het verwijderen van de blokkenrem niet voldoende gecompenseerd kan worden door alleen de schijfrem is het noodzakelijk dat het rempercentage verlaagd mag worden. Dit moet echter nog vastgesteld worden.
- De ABI van ICM-III wordt gemoderniseerd. Deze wijziging leidt waarschijnlijk tot verkorting van de remwegen op glad spoor. Dit is echter nog niet aangetoond.
- Er zal een vergelijking uitgevoerd moeten worden van ICM-III "Geluidspilots" met de oude situatie. Het is verdedigbaar om de remwegen van ICM-III met oude ABI als uitgangspunt te nemen. Dit zal echter nog afgestemd moeten worden met de toelatende instantie.
- Zandstrooiers hebben naast het verkorten van de remwegen ook positieve invloed op de rijtijden / punctualiteit en het voorkomen van vlakke plaatsen. Omdat de ABI van ICM-III gemoderniseerd wordt zullen de baten van het voorkomen van vlakke plaatsen beperkt zijn.
- Bijdrage van zandstrooiers op verkorting van de remwegen, zoals tot nu toe getest, was met name merkbaar bij bedrijfsremstanden. Bij snelremmingen loopt het positieve effect terug. De testen zijn echter uitgevoerd op materieel met een oude ABI. De verwachting is dat door toepassing van de combinatie moderne, microprocessor gestuurde ABI en zandstrooier, ook bij snelremstanden, het

positieve effect op verkorting van de remwegen in stand blijft door de optimale adhesie uitnutting van moderne ABI's [7]. Dit is echter nog niet aangetoond.

- Om het risico op incidenten zo laag mogelijk te houden is het belangrijk dat er zand aanwezig is in de zandstrooiers. Dit verandert de werkzaamheden van NedTrain m.b.t. het zandvullen van "operationeelrelevant" in "veiligheidsrelevant".
- Vastgesteld is in [8] dat toepassing van zandstrooiers op ICMIV niet rendabel is. In deze situatie zal het aantal vlakke plaatsen dat voorkomen wordt nog wat kleiner zijn waardoor de financiële afweging (nog) ongunstiger wordt.

Concluderend moet vastgesteld worden dat toepassing van zandstrooiers (in combinatie met de gemoderniseerde ABI) waarschijnlijk in het over grote deel van de gevallen zal leiden tot kortere remwegen, ook op glad spoor.

Er zijn echter nog een groot aantal onzekerheden, zoals hierboven aangegeven, die het toepassen van zandstrooiers voor de geluidspilots een risicovolle oplossing maken.

Daarnaast lijkt het, op basis van de uitgevoerde studie bij ICMIV, waarschijnlijk dat de LCC bij deze wijziging ongunstig is.

3 Beoordelingscriteria

De geïnventariseerde mogelijkheden moeten aan de volgende criteria voldoen. Indien aan het criterium toelating niet of moeilijk kan worden voldaan dan wordt deze mogelijkheid niet meer verder uitgewerkt.

3.1 Toelating

Er moet een redelijke verwachting bestaan dat de toelating van de geïnventariseerde mogelijkheid te verkrijgen valt. Tevens moet duidelijk zijn hoe complex het is om tot deze toelating te komen. Hierbij moeten de aspecten van de risico's en de kans van slagen om tot toelating te komen in ogenschouw worden genomen.

3.2 Geluid

In het "Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï 2002" (RMR2002) is de geluidsemissie van bestaand NS reizigersmaterieel geïnventariseerd. Hierin is het bestaande NS reizigersmaterieel in 9 Geluidscategorieën ingedeeld. Door middel van een aanpassing aan het remsysteem is het de bedoeling dat ICM-III, die nu in geluidscategorie 2 zit, naar geluidscategorie 8 wordt verplaatst. In categorie 8 bevinden zich momenteel nu ook al ICM IV, (V-)IRM en SM'90.

3.3 Life Cycle Costs

Bij dit criterium wordt gekeken naar de hoogte van de LCC als gevolg van de constructie wijziging vanaf ontwerpfase tot het uitrangeren van het treinstel.

3.4 Kosten pilot

In dit criterium moet een globale kosten inschatting worden verkregen met betrekking tot de pilot. Hierin worden onder andere de volgende kosten meegenomen:

- Kosten CW;
- Materiaalkosten;
- Kosten van beproeving.

3.5 Doorlooptijd

Dit criterium omvat de tijd die nodig is vanaf de ontwerpfase, de (nieuwe) constructiewijziging en de prototype testen. Tevens moet hier de ombouwtijd per trein in meegenomen worden en een doorkijk worden gegeven naar de duurbeproeving.

4 Preselectie alternatieven

Zoals reeds vermeldt in hoofdstuk 2 zal het verlagen van het rempercentage het toelatingstraject vereenvoudigen. Het verlagen of het handhaven van het rempercentage heeft geen invloed op de rest van de beoordelingscriteria. Daarom zullen deze niet apart beschouwd worden.

4.1 Alternatieve remblokken

4.1.1 L blokken

Deze variant zal voor wat betreft toelating en geluidsreductie positief scoren. Echter zijn de LLC hoog vanwege grote aanpassingen aan het remsysteem (onder andere remwerk). Daarnaast zijn de protokosten almede de doorlooptijd dusdanig groot dat het geen zin heeft deze variant verder te beschouwen.

4.1.2 K blokken

Voor K blokken geldt het zelfde als voor L blokken. Door de hoge wrijvingscoëfficiënt zal het krachtenspel in het remsysteem dusdanig veranderen dat het systeem zal moeten worden gewijzigd wat hoge kosten met zich meebrengt. Het heeft daarom geen zin deze variant verder te beschouwen.

4.1.3 LL blokken

Deze variant zal naar verwachting op alle beoordelingscriteria goed scoren en lijkt daarom ook een goede oplossing. In hoofdstuk 5 in deze rapportage zal dit alternatief uitgebreid behandeld worden.

4.2 Magneetrem

4.2.1 Permanente magneetrem

Deze variant zal naar verwachting op alle beoordelingscriteria goed scoren en lijkt daarom ook een goede oplossing. In hoofdstuk 5 in deze rapportage zal dit alternatief uitgebreid behandeld worden.

4.2.2 Elektro magneetrem

De elektromagneetrem voldoet niet aan de eisen om deel uit te maken van het fail-safe remvermogen. Hierdoor is de kans op toelating nihil⁵. Het heeft daarom geen zin deze variant verder te beschouwen.

4.2.3 Elektro-permanente magneetrem

De elektro-permanente magneetrem lijkt technisch gezien een goede oplossing. Echter verkeert deze techniek nog in de kinderschoenen. Er moet nog veel aan ontwikkeld worden en voor deze techniek moet nog toelating verkregen worden. Tevens zullen de LCC erg hoog zijn. Het heeft daarom geen zin deze variant verder te beschouwen.

⁵ Indien het rempercentage omlaag gebracht mag worden is de kans op toelating een stuk groter; Het ICMIII treinstel zal dan conform ICM IV zijn.

4.3 Zandstrooier

De toepassing van zandstrooiers (in combinatie met de gemoderniseerde ABI) zal waarschijnlijk in het over grote deel van de gevallen leiden tot kortere remwegen, ook op glad spoor. Er zijn echter nog een groot aantal onzekerheden die het toepassen van zandstrooiers voor de geluidspilots een risicovolle oplossing maken. Daarnaast lijkt het, op basis van de uitgevoerde studie bij ICMIV, waarschijnlijk dat de LCC bij deze wijziging ongunstig is.

4.4 Resumé

De volgende alternatieven zullen technisch gezien het meest positief worden beoordeeld, tevens is de slagingskans van het project hierbij het grootst:

- Kunststof LL blokken;
- Sinter LL blokken;
- Permanente magneetremmen.

5 Beschouwing geselecteerde alternatieven

In deze beschouwing worden de drie meest waarschijnlijke oplossingen uitgebreid onder de loep genomen. Er zal in deze rapportage géén keuze worden gemaakt tussen de geselecteerde alternatieven.

5.1 Kunststof LL- blokken

5.1.1 Toelating

Zoals reeds vermeld §2.2.3 ontstaat er door toepassing van kunststof remblokken een mogelijk detectieprobleem. Momenteel wordt hier onderzoek naar gedaan of het daadwerkelijk wel de kunststof remblokken zijn die het detectieprobleem veroorzaken. Tijdens het remmen met remblokken zal het wiel worden opgewarmd. Bij het toepassen van gietijzeren remblokken wordt 20 á 25 % van deze warmte weggeleid. Omdat kunststof thermisch slechter geleidend is (5 á 10 % wordt weggeleid) moet er meer warmte door het wiel worden opgenomen. Door deze warmte bestaat de kans dat de krimppassing van de wielband wordt aangetast. Dit kan mogelijk tot wielbandverschuiving en scheurvorming leiden. Dit zal nader onderzocht moeten worden. Voor toelating in Nederland wordt dit probleem echter niet als een groot probleem ingeschat omdat we in dit geval te maken hebben met een *toegevoegde* blokkenrem.

5.1.2 Geluid

De gladde wielbanden die worden veroorzaakt door de kunststof remblokken zullen een positief effect hebben op de geluidsreductie. Dit wordt mede onderbouwd door ervaringen met de geluidspilot dolemietshuttle⁶ (GEPIDO) tevens wordt dit bevestigd door buitenlandse spoorwegmaatschappijen. De hoeveelheid geluidsreductie zal circa 7 á 8 dB(A) zijn.

5.1.3 Live Cycle Costs

Kunststof blokkenremmen zullen minder trillingen in het draaistel veroorzaken dan gietijzeren remblokken. Hierdoor zal de levensduur van het draaistel verlengen.

Kunststof LL-blokken bestaan in twee varianten:

- Multiblokken (= meerdere kleine remblokken in de remblokhouders);
- Monoblokken (1 groot remblok in de remblokhouders) .

Kunststof LL-(mono)blokken zijn ongeveer 2,5 maal zo duur als gietijzeren remblokken. Kunststof LL-(multi)blokken zijn nog niet gefabriceerd. Een matrijs om deze multiblokken te vervaardigen kost circa € 50.000,-. De kostprijs van 3 multiblokken zal ongeveer overeen komen met die van 1 monoblok met dat verschil dat de matrijs evenredig over de multiblokken zal worden verdeeld. De prijs is sterk afhankelijk van de leveromvang. Echter is de standtijd in beide varianten 2 maal zo hoog als gietijzeren remblokken.

Een nadeel van monoblokken is dat het treinstel voorzien zal moeten worden van nieuwe remblokhouders. In de praktijk zal dit ongeveer neerkomen op €6000,- per 3 wagenstel.

Voordeel van multi LL-blokken is dat de remblokhouders niet hoeven te worden aangepast.

⁶ In deze geluidspilot zijn goederen wagens voorzien van kunststof K-remblokken

5.1.4 Kosten pilot

T.b.v. de pilot is het mogelijk om op korte termijn multiblokken te produceren. Hiertoe zullen dan monoblokken worden verwerkt tot multiblokken. De kosten hiervan zullen niet extreem zijn voor de pilot.

5.1.5 Doorlooptijd

Kunststof mono LL-remblokken zijn reeds gefabriceerd. Remblokleveranciers zullen er alles aan doen om een zo kort mogelijke doorlooptijd te realiseren met het oog op een mogelijk toekomstige opdracht. Ten gevolge van de toepassing van multi-remblokken zal de doorlooptijd vergroten.

5.1.6 Risico's

Hieronder worden de risico's nogmaals op een rijtje gezet:

- Toepassing van kunststof remblokken zal niet leiden tot verbetering van veiligheid t.o.v. gietijzeren remblokken en dit zal dus de kans op toelating bemoeilijken;
- Opwarming van het wiel zou kunnen leiden tot wielbandverschuiving of scheurvorming;
- Er bestaat een kans op detectie problemen.

5.2 Sinter LL – blokken

5.2.1 Toelating

Met sinterblokken type K zijn reeds proeven gedaan met ICM. Hierdoor zijn de neveneffecten hiervan bekend. Deze zijn onder andere:

- Minder goede loopeigenschappen;
- Lichte detectieproblemen.

In de loop der jaren zijn de sinterblokken wel verbeterd en zullen deze negatieve neven effecten wellicht tot het verleden behoren.

Toepassing van sinterremblokken zal niet leiden tot verbetering van veiligheid t.o.v. gietijzeren remblokken en zal dus de kans op toelating bemoeilijken.

Voor toelating met sinter LL-blokken lijkt een minder groot probleem dan kunststof LL-blokken.

5.2.2 Geluid

In het verleden zijn met koperhoudende sinterblokken proeven gedaan. De resultaten hiervan zijn dat er sprake is van geluidsreductie maar het reductie niveau van een alternatief zonder remblokken niet gehaald wordt.

5.2.3 LCC

Onderhoud, beschikbaarheid en betrouwbaarheid zullen door toepassing van sinterblokken niet afwijken van de huidige situatie.

Sinterremblokken zullen minder trillingen in het draaistel veroorzaken dan gietijzeren remblokken. Hierdoor zal de levensduur hiervan zal verlengen.

Sinter LL-blokken bestaan in twee varianten:

- Multiblokken (= meerdere kleine remblokken in de remblokhouders);
- Monoblokken (1 groot remblok in de remblokhouders).

Sinter LL-(mono)blokken zijn 5 maal zo duur als gietijzeren remblokken. Sinter LL-(multi)blokken zijn nog niet gefabriceerd. Een matrijs om deze multi blokken te vervaardigen kost circa € 50.000,-. De kostprijs van 3 multiblokken zal ongeveer overeen komen met die van 1 monoblok met dat verschil dat de matrijs evenredig over de multiblokken zal worden verdeeld. De prijs is sterk afhankelijk van de leveromvang. Echter is de standtijd van sinter LL-blokken in beide varianten 4 maal zo hoog als gietijzeren remblokken.

Een nadeel van monoblokken is dat het treinstel voorzien zal moeten worden van nieuwe remblokhouders. In de praktijk zal dit ongeveer neerkomen op €6000,- per 3 wagenstel. Voordeel van multi LL-blokken is dat de remblokhouders niet hoeven te worden aangepast.

Door toepassing van sinterremblokken zullen de loopeigenschappen van het treinstel iets achteruit gaan. Hierdoor is bestaat de mogelijkheid dat de wielband iets eerder moet worden afgedraaid. Tevens bestaat de indruk dat door het toepassen van sinter LL blokken er meer wielband slijtage ontstaat.

5.2.4 Kosten pilot

T.b.v. de pilot is het mogelijk om op korte termijn multiremblokken te produceren. Hiertoe zullen dan monoremblokken worden verwerkt tot multiremblokken. De kosten hiervan zullen niet extreem zijn voor de pilot.

5.2.5 Doorlooptijd

Sinter mono LL-remblokken zijn reeds gefabriceerd. Remblokleveranciers zullen er alles aan doen om een zo kort mogelijke doorlooptijd te realiseren met het oog op een mogelijk toekomstige opdracht. Ten gevolge van de toepassing van multi-remblokken zal de doorlooptijd vergroten.

5.2.6 Risico's

Hieronder worden de risico's nogmaals op een rijtje gezet:

- Toepassing van sinterremblokken zal niet leiden tot verbetering van veiligheid t.o.v. gietijzeren remblokken en zal dus de kans op toelating bemoeilijken; Dit risico lijkt acceptabel, verwacht wordt dat wel toelating verkregen kan worden.
- Door toepassing van sinterremblokken zullen de loopeigenschappen van het treinstel iets achteruit gaan.

5.3 Permanente magneetrem

5.3.1 Toelating

Tijdens de nieuwbouw van VIRM is om de permanente magneetrem te testen een proef gedaan waarbij een permanente magneetrem onder een ICM-III treinstel is toegepast⁷ met als resultaat dat er nu permanente magneetremmen onder VIRM zijn toegepast. Bij VIRM mag de permanente magneetrem voor 80% worden meegenomen in het rempercentage. Indien er voor ICM-III een soortgelijke magneetrem wordt toegepast lijkt toelating geen probleem.

5.3.2 Geluid

Door het verwijderen van de blokkenrem zal het rolgeluid ten gevolge van polygonisatie niet meer op treden. Verder zal door toevoeging van een magneetrem het remsysteem van ICM-III gelijk zijn van die van ICM IV. Van ICM IV is bekend dat deze in geluidsklasse 8 bevindt van RMR 2002.

5.3.3 LCC

De toepassing van een permanente magneetrem is prijzig en complex:

Er moeten diverse aanpassingen aan het treinstel worden gedaan:

- Aanpassing luchtleidingen;
- Aanpassingen draaistelframe;
- Aanpassing elektrische rembesturing.

Tevens moeten de slijtstukken van de magneetrem regelmatig worden gecontroleerd.

5.3.4 Kosten pilot

De kosten van de pilot zullen aanzienlijk groter zijn dan een pilot met kunststof of sinter LL-blokken. Door het toepassen van een magneetrem zal het complete remregime, de elektrische aansturing en de leidingloop onder de bak moeten worden gewijzigd.

5.3.5 Doorlooptijd

De doorlooptijd van de ombouw per treinstel zal door de complexe constructiewijziging sterk verlengt worden ten opzichte van de andere alternatieven.

5.3.6 Risico's

Hieronder worden de risico's nogmaals op een rijtje gezet:

- Doordat er reeds als proef een permanente magneetrem is geplaatst onder VIRM lijkt het faalrisico gering.
- Binnenkort wordt er bij ICM-III een moderniseringslag doorgevoerd. Omdat de draaistelbelasting kritisch is zullen er mogelijk aanpassingen aan het draaistel worden gedaan. De kans bestaat dat die aanpassingen ter plaatse van de magneetrem zitten.

⁷ De ICM draaistellen zijn voorbereid voor het toepassen van een Emg rem omdat deze bij ICM IV wordt toegepast.

5.4 Resumé

In tabel 2 worden de in de hoofdstuk beschouwde alternatieven gewogen tegen de beoordelingscriteria. De beoordeling wordt gedaan middels plus en min symbolen.

In deze rapportage wordt niet in gegaan op in hoeverre de beoordelingscriteria onderling tegen elkaar zijn af te wegen.

Oplossing	Toelating	Geluid	LCC	Kosten pilot	Doorloop tijd	Detectie	Kans tot slagen
Kunststof LL blokken	+	+	+	+	+	--	+
Sinter LL blokken	+	+	+	+	+	-	+
Permanente magneetrem	++	++	-	-	-	+	++
Geregelde zandstrooier	-	-	-	-	-	-	0

Tabel 2: Samenvatting beschouwing geselecteerde alternatieven

6 Doorkijk naar ICR en DDM-1

6.1 Oplossingmogelijkheden ICR

Het officiële rempercentage van ICR is 167%. Tijdens de laatste remwegmetingen met ICR is een rempercentage vast gesteld van 180%. Even als bij ICM-III is bij ICR het werkelijke rempercentage dus hoger dan het officiële rempercentage, zij het dat het verschil niet zo groot is. Indien de geluidspilot ICR op wordt uitgevoerd door de blokkenrem te verwijderen, de schijfremcilinderdruk te verhogen en een nieuwe ABI toe te passen, kan verwacht worden dat ook bij ICR het rempercentage na ombouw lager wordt. Aan de toelatingseis van IVW wordt dan niet voldaan.

Het verder verhogen van de schijfremkracht om toch het rempercentage van 180% te halen is voor ICR geen optie, omdat de draaistellen van ICR niet geschikt zijn voor een hogere belasting.

De draaistellen van ICR zijn waarschijnlijk onvoldoende sterk om een permanente magneetrem toe te passen. Bovendien is het zowel financieel als technisch onaantrekkelijk een aanpassing aan het draaistel te doen. Hiermee vervalt het alternatief permanente magneetremmen voor ICR.

Wel kunnen voor de geluidspilot ICR LL-blokken worden toegepast. Hierbij is de vervanging van de oude OKE ABI niet noodzakelijk mede omdat ICR niet slecht bekend staat voor wat betreft doorschieters en vlakke plaatsen.

6.2 Oplossingsmogelijkheden DDM-1

Het huidige rempercentage van DDM-1 is 133%. Er zijn geen recente remwegmetingen gedaan met DDM-1, zodat onbekend is welk rempercentage het materieel daadwerkelijk heeft. Verwacht mag worden dat ook hier het rempercentage hoger zal zijn dan daarvoor. Bij DDM-1 kan echter relatief eenvoudig de remdruk worden verhoogd, waardoor het rempercentage op het niveau van voor de ombouw gebracht kan worden. T.b.v. van alléén de geluidspilot DDM-1 is €1.000.000,- begroot. Bij de begrootte proeven is rekening gehouden met het feit dat door de uitgebreide toelatingmetingen met ICM-III er geen afkoppelproeven⁸ gedaan hoeven worden. Tevens is gezien het verleden de uitkomst van dit alternatief onzeker.

De alternatieve oplossingen die gelden voor ICR en ICM-III zijn ook geldig voor DDM-1. Bij DDM-1 geldt nog dat door de relatief kleine vloot het kostentechnisch gunstiger zou zijn om een alternatief te kiezen dat ook wordt toegepast op ICR en/ of ICM-III omdat DDM-1 dan kan "meeliften" in het toelatingstraject.

⁸ Afkoppelproeven zijn proeven waarbij het rijtuig wordt losgekoppeld van de locomotief; hierbij remt het rijtuig zelf tot stilstand. Doordat onder andere een buitendienststelling van het spoor moet worden aangevraagd zijn deze proeven erg prijzig. Volgens de ABI leverancier zijn deze proeven erg zinvol.

7 Conclusies en aanbevelingen

Hieronder volgt een korte opsomming van de mogelijke alternatieven waarmee deze studie is gestart:

- Verwijderen toegevoegde blokkenrem met installatie van een nieuwe microprocessor gestuurde ABI;
- Alternatieve remblokken;
- Magneetremmen.

Na het afwegen van de mogelijke alternatieven tegen doelen van de geluidspilots zijn de volgende conclusies te trekken voor de doorstart geluidspilots met ICM-III:

- Technisch gezien is de toepassing van magneet remmen het meest veelbelovende alternatief om tot een generieke toelating te komen. Bezwaar van dit alternatief is dat de constructie wijziging complex en ook kostbaar is.
- Toepassing van LL-blokken in plaats van gietijzeren blokken is een goed alternatief voor magneetremmen. De keuze tussen kunststof- of sinterblokken kan in een later stadium worden bepaald.

Voor de geluidspilots met DDM-1 en ICR geldt:

- De uitvoering van de geluidspilots ICR conform de oorspronkelijke pilot is niet mogelijk vanwege de onvoldoende sterkte van de draaistellen. Voor wat betreft de kosten is onaantrekkelijk om permanente magneetremmen toe te passen op ICR. Daarom geldt voor ICR de toepassing van LL blokken als beste alternatief.
- Voor DDM-1 kan nog worden gekozen uit alle alternatieven. Echter gezien de relatief kleine DDM-1 vloot en de hoge kosten die het technisch onderzoek en de toelating met zich mee brengen wordt aan geraden ook LL-blokken op DDM-1 toe te passen.

NB:

ICM-III is overberemd. Door het hoge rempercentage is de kans op het verkrijgen van toelating kleiner dan als het rempercentage gereduceerd wordt. Er wordt aanbevolen om, in samenwerking met IVW, het rempercentage te reduceren. Het is zinvol om alvorens de Geluidspilots opnieuw op te starten deze reductie van rempercentage te bewerkstelligen. Hierdoor zal de kans op een succesvolle generieke toelating aanzienlijk groter worden.

Referenties

- [1] Modernisering remsysteem ICM-1: Verbetering van veiligheid en rolgeluid, kenmerk [TR/FC/C141A/01-230280](#)
- [2] PvA geluidspilots, kenmerk [TR/HS/D102A/01-277525](#)
- [3] Eindrapport geluidspilot ICM, kenmerk [TR/BVO/157/227538](#)
- [4] STG remsysteem ICM-III, kenmerk 91 45 07 010 uitgave A
- [5] M007
- [6] Notitie aantonen waarborging veiligheid bij vervanging toegevoegde blokkenrem door een zandstrooier [TR/NS/157/187132](#)
- [7] Opstellen basisplan geregelde zandstrooiers, kenmerk [PJ/JRV/471/03-231191](#)
- [8] Basisplan zandstrooiers ICMIV, kenmerk [PJ/JRV/0471/225857](#)