

Tussenrapport NSR Pilot Geluid

Colofon

Opdrachtgever : NS Reizigers, Wilco Fiechter
Systeemgroep : Remsystemen
Auteur(s) : Felix Chang, Hein Stark
Onderzoeker(s) : Boudewijn van Os
Kenmerk : TR/HS/157/03-231324
Versie : 1.1
Status : Definitief
Datum : 31 maart 2005
Vrijgave auteur :

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Innovatieprogramma Geluid	6
1.2 Inhoud van dit rapport	6
1.3 Leeswijzer	6
2 Algemeen	8
2.1 Lawaaiige reizigerstreinen	8
2.2 Doelstelling project	8
2.3 Projectopzet en -uitvoering	9
3 Projectplan	10
3.1 Algemeen	10
3.2 Stappenplan	11
3.3 Realisatie	11
3.4 Meetplan	13
4 Toelating geluidspilot	14
4.1 Toelatingsplan	14
4.2 Studie AEA	15
4.3 Berekeningen	16
4.4 Opstellen toelatingsdossier	17
4.5 Referentiemetingen	17
4.6 Metingen Pilot Geluid	19
4.7 Verklaring afwijkende resultaten	20
4.8 Conclusies toelating geluidspilot	20
5 Geluidsmetingen	21
5.1 Plan geluidsmetingen	21
5.2 Meetmethode	21
6 LCC-duurproeven	23
7 Mogelijkheden doorstart	24
7.1 Mogelijkheden ICM-III	24
7.2 Mogelijkheden ICR en DDM-1	24
7.3 Overzicht alternatieven	24
8 Conclusies en Aanbevelingen	25

Lijst van verkortingen	27
Referenties	28

Samenvatting

In het kader van het Innovatie Programma Geluid (IPG) wil NS de geluidemissie van de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1 terugbrengen. Hiertoe is de NSR Pilot Geluid opgestart. De genoemde materieelseries zijn allen voorzien van een toegevoegde gietijzeren blokkenrem, die voor een belangrijk deel de oorzaak is van de grote geluidemissie. Het terugbrengen van de geluidemissie kan gerealiseerd worden door de volgende aanpassing van het materieel:

- verwijderen van de blokkenrem;
- modernisering van de antiblokkeerinstallatie (ABI).

Voor deze aanpassing dient in de NSR Pilot Geluid het volgende vastgesteld te worden:

1. Verkrijgt het materieel na aanpassing een generieke toelating;
2. Leveren de aanpassingen blijvend de gewenste geluidsreductie op, bij een minstens gelijkblijvende veiligheid;
3. Wat is de invloed op de Life Cycle Costs (LCC).

Voor het eerste doel is van elke materieelserie een beproeving van een prototype gepland, waarna bij positief resultaat nog enkele eenheden zullen worden aangepast om in een eenjarige duurproef doel 2 en 3 vast te kunnen stellen.

Als prototype is eerst ICM-III aangepast. Voorafgaand aan de aanpassing zijn er referentiemetingen (remwegmetingen) uitgevoerd op droog en glad spoor. Ná inbouw zijn deze metingen herhaald. Uit de uitgevoerde metingen met ICM-III is gebleken dat er, op basis van de gemaakte afspraken met IVW, geen inzettoelating verkregen zou kunnen worden voor de materieelaanpassingen in de NSR Pilot Geluid. De belangrijkste oorzaken voor de tegenvallende resultaten tijdens de metingen waren:

- Het rempercentage van ICM met blokkenrem is veel hoger dan te verwachten was uit eerdere metingen en berekeningen, veroorzaakt door het gewijzigde remvoeringmateriaal en de gewijzigde remblokken. De compensatie in de schijfrem voor het wegvallen van de blokkenrem was daardoor te klein gedimensioneerd.
- Verdere verhoging van de remdrukken om het wegvallende remkracht van de blokkenrem te compenseren zou onacceptabele hoge drukken in de remcomponenten opleveren.
- Op glad spoor bleken de remwegen na de wijziging van het remsysteem langer te zijn dan voor de wijziging. Dit kan ondermeer verklaard worden door het afgenomen remvermogen.
- Vastgesteld moet worden dat de meetmethode om de remwegen op glad spoor te meten middels “zeeproeven” niet voldoet om systemen onderling te vergelijken. Omdat het bijzonder moeilijk blijkt een reproduceerbare adhesie te realiseren, is de spreiding in de remwegen zeer groot en onvoorspelbaar.

Er is nagegaan op welke wijze alsnog de doelstelling van de NSR Pilot Geluid, het reduceren van het rolgeluid van de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1, bereikt kan worden. Sinds de start van de NSR Pilot Geluid is de remtechniek verder ontwikkeld en zijn de inzichten in het bereiken van toelating gewijzigd. Daarom zijn eerder beoordeelde alternatieven op-

nieuw bekeken. Op basis hiervan wordt het volgende geconcludeerd ten aanzien van de mogelijkheden voor een doorstart van de NSR Pilot Geluid:

Voor ICM-III:

- De toepassing van magneetremmen is het meest veelbelovende alternatief om tot generieke toelating te komen. Bezwaar van dit alternatief is dat de constructiewijziging 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 sinterremblokken kan in een later stadium worden bepaald.

Voor ICR en DDM-1:

- De uitvoering van de geluidspilots ICR conform de oorspronkelijke pilot is niet aan te bevelen vanwege de waarschijnlijk onvoldoende sterkte van de draaistellen. Het aanpassen van het draaistelframe is bijzonder kostbaar. Ook om magneetremmen te kunnen toepassen zou het draaistelframe aangepast moeten worden. 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 waarschijnlijk toekomstig relatief kleine DDM-1 vloot en de hoge kosten die het technisch onderzoek en de toelating met zich mee brengen, wordt aangeraden voor DDM-1 dezelfde oplossing te kiezen als voor ICR, dat wil zeggen toepassing van LL-blokken.

Daarnaast wordt de volgende aanbeveling gedaan:

- ICM-III is overberemd. Het is zinvol om alvorens de NSR Pilot Geluid opnieuw op te starten een reductie van rempercentage te bewerkstelligen. Hierdoor zal de kans op een succesvolle generieke toelating aanzienlijk groter worden.

1 Inleiding

1.1 Innovatieprogramma Geluid

Het Innovatieprogramma Geluid (IPG) bestaat uit een zorgvuldig samengestelde set projecten om verkeerslawaaï bij rijkswegen en spoorwegen te verminderen bij de bron. Naast het testen van nieuwe maatregelen aan voertuigen, weg en rails is het versneld toepassen van innovaties een tweede belangrijke stap. Invoering van de nieuwe maatregelen moet leiden tot een duidelijke geluidsvermindering en een halvering van de bestaande kosten.

Het IPG is een samenwerking tussen de ministeries van VROM en V&W, ProRail en Rijkswaterstaat.

Als onderdeel van het IPG voor spoorverkeer, deelproject 2.1.1: aanpassen remsystemen lawaaiïge reizigerstreinen, heeft NS Reizigers, in opdracht van het ministerie van V&W, beproevingen uitgevoerd met treinstellen waarbij het remsysteem is aangepast. Doel van deze aanpassingen was een reductie van het rolgeluid met 6 à 7 dB(A). De beproevingen zijn uitgevoerd onder de projectnaam NSR Pilot Geluid¹.

1.2 Inhoud van dit rapport

In de NSR Pilot Geluid is voorzien een geluidsreductie te bereiken door een aanpassing aan het materieel. De pilot is echter vroegtijdig gestaakt omdat resultaten uit beproeving van prototypen geen uitzicht boden op toelating van het aangepaste materieel. Zonder toelating is voortzetting van de pilot in de gekozen vorm niet zinvol.

Dit rapport vormt dan ook de afsluiting van de NSR Pilot Geluid in de oorspronkelijk gekozen opzet. Het legt de geplande opzet, de uitvoering en behaalde resultaten van de uitgevoerde stappen vast. Tevens worden aanbevelingen gedaan voor een doorstart van de Pilot.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 verdiept de achtergrond van de pilot en geeft de doelen en de projectopzet weer.

In Hoofdstuk 3 wordt het oorspronkelijke stappenplan beschreven en wordt toegelicht in hoeverre dit plan daadwerkelijk gerealiseerd is. De werkzaamheden en behaalde resultaten ten behoeve van de toelating worden in Hoofdstuk 4 in nader detail beschreven.

De geplande geluidsmetingen en duurproeven ten behoeve van de bepaling van de LCC worden respectievelijk in de Hoofdstukken 5 en 6 behandeld. De metingen zijn niet uitgevoerd in verband met het stopzetten van de pilot in zijn huidige vorm.

In Hoofdstuk 7 staat een beschouwing van de mogelijkheden tot een doorstart en in Hoofdstuk 8 wordt afgesloten met de conclusies van de huidige pilot en aanbevelingen voor een eventuele doorstart.

Omdat dit rapport beschrijft wat gepland was, wat uitgevoerd is, wat uitgevoerd zou worden en hoe verder gegaan kan worden met de pilot, wordt in het rapport veelvuldig gewis-

¹ Bronvermelding: *Innovatieprogramma Geluid voor weg- en spoorverkeer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, versie juni 2002 (www.innovatieprogrammangeluid.nl)*

seld tussen verleden, heden en toekomst. Dit heeft zijn weerslag in de gebruikte tijden waarin de rapportage is opgesteld.

2 Algemeen

2.1 Lawaaiige reizigerstreinen

Het "Besluit Geluidhinder Spoorwegen" (BGS) bevat een categorisering van de geluidemissie van het bestaande NS reizigersmaterieel. Hieruit blijkt dat de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1 tot de meest luidruchtige geluidscategorie horen (BGS categorie 2). In het kader van het IPG wil NS de geluidemissie van deze materieelseries terugbrengen.

De materieelseries hebben gemeenschappelijk dat zij alle voorzien zijn van een toegevoegde gietijzeren blokkenrem. Ze staan ook bekend om het feit dat ze last hebben van polygonisatie ("veelhoekigheid" van de wielen), dat voor een belangrijk deel de oorzaak is van de grote geluidemissie.

Specifiek voor ICM-III leeft de overtuiging dat een rolgeluidsniveau als dat van ICM-IV haalbaar moet zijn. Dit wordt ingegeven door het feit dat het enige rem- en geluidstechnisch relevante verschil tussen ICM-III en ICM-IV de afwezigheid van de blokkenrem op laatstgenoemde is. De magneetrem die bij ICM-IV aanwezig is heeft, naast een geringe opruwing van het spoor, geen aanwijsbare invloed op rolgeluid.

Aangezien ICR en DDM-1 een soortgelijk remsysteem hebben als ICM-III, is ook hier de verwachting dat een rolgeluidsniveau als dat van ICM-IV realiseerbaar is. Er wordt voor de verbetering van de remsystemen dan ook uitgegaan van een 'streefniveau' van de geluidsreductie tot het niveau van ICM-IV.

2.2 Doelstelling project

In de NSR Pilot Geluid is voorzien om voor de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1, een aanpassing aan het remsysteem door te voeren. De aanpassing van het remsysteem moet resulteren in een afname van de wielruwheid ("polygonisatie") hetgeen een forse geluidsreductie tot gevolg heeft.

Afgeleid van het hogere IPG kader om geluidsreductie te bereiken heeft de NSR Pilot Geluid de volgende doelen:

- Vaststellen of materieel dat is aangepast een generieke toelating kan krijgen;
- Vaststellen of de aanpassingen blijvend de gewenste geluidsreductie² opleveren, bij een minstens gelijkblijvende veiligheid;
- Vaststellen van de invloed van de aanpassing op de LCC (Life Cycle Costs), teneinde de investering te onderbouwen.

Om te kunnen beoordelen of deze doelen worden gehaald, is gepland om van elk van de genoemde series een beperkt aantal eenheden om te bouwen, die in principe in een éénjarige duurproef beoordeeld worden. Voorwaarde hierbij is het verkrijgen van de generieke

² De materieelseries dienen na wijziging en inbouw van de ABI geassocieerd te kunnen in categorie 8 van het Meet- en Rekenvoorschrift Railverkeerslawaai 1996. In de praktijk komt dit neer op een beoogde geluidsreductie van 7 dB(A), gemeten volgens procedure A van Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai 2002.

toelating voor het aangepaste materieel. Dit wordt vastgesteld door middel van beproeving van een aantal prototypen. Zonder generieke toelating heeft een duurproef weinig zin.

2.3 Projectopzet en -uitvoering

Voor NedTrain is NSR opdrachtgever van het project. NedTrain is hoofdaannemer en coördineert alle werkzaamheden. Voor de uitvoering van het project is een projectteam opgericht waarin de diverse partijen deelnemen:

- NedTrain Consulting (NTC): ontwerp aanpassing, begeleiding leverancier ABI, beproeving;
- NedTrain Services (NTS): projectleiding, beoordeling en praktische uitvoering aanpassing.

Naast het project NSR Pilot Geluid bestaat het project "Gladde Sporen". Dit laatste project voorziet in een NS-brede aanpak van de problematiek rond gladde sporen. Beide projecten zijn binnen NedTrain samengevoegd, omdat de technische oplossing voor beide projecten grotendeels hetzelfde is (verbetering ABI) en er synergie voordelen te behalen vallen met name voor ICM-III.

In de organisatie van het project NSR Pilot Geluid is ervoor gekozen om de verantwoordelijkheid voor de aanpassing te splitsen:

- Ontwerp en realisatie van de aanpassing van het remsysteem: NedTrain Consulting,
- Verzorging van noodzakelijke documentatie om toelating te verkrijgen: NedTrain Consulting,
- Beoordeling toelatingsdossier: NedTrain Consulting Notified Body,
- Europese uitvraag en inkoop van de materialen: NedTrain Services Onderdelenvoorziening, Inkoop en Logistiek (OIL),
- Uitvoeren van de ombouw van de treinen; NedTrain Services,
- Ontwerp en de juiste integratie (afstelling, parametrisering) van de nieuwe ABI in de trein: leverancier van de ABI.

Er is bewust gekozen om de leverancier van de ABI een deelverantwoordelijkheid te geven. Hiermee werd de leverancier resultaatplichtig (een goed in het materieel functionerende ABI) en werd de betrokkenheid van deze en daarmee de kans op succes vergroot.

3 Projectplan

3.1 Algemeen

De voorziene aanpassing van het remsysteem voor de NSR Pilot Geluid kenmerkt zich door het verwijderen van de toegevoegde blokkenrem. De hoofdremskrachtbron, de remschijven, blijft bestaan. Deze brengt circa 75% van het remvermogen op.

Deze wijziging zou zowel bij "normale" als "gladde" adhesiecondities een verlenging van de remweg en een ontoelaatbare verhoging van de schijfrembelasting kunnen veroorzaken. Ter compensatie hiervan zijn twee maatregelen getroffen:

1. Teneinde de nominale remkracht die door de blokkenrem wordt opgebracht te compenseren, is de remkracht van de schijfrem verhoogd zodat deze op treinniveau dezelfde remkracht opbrengt als in de oude situatie met blokkenrem.
2. Om in het bijzonder bij "gladde" spoorcondities mogelijke remwegverlengingen en wielbandschade te voorkomen (de opruwende werking van de remblokken verdwijnt), is een moderne antiblokkeer-installatie (ABI) ingebouwd.

De keuze voor deze wijziging is gebaseerd op rapportages [11], [21] en [22], waarin naast de onderbouwing voor de keuze ook een technische beschrijving van de verschillende remsystemen is opgenomen. In deze rapportages is een afweging gemaakt tussen een aantal mogelijke varianten, waaronder magneetremmen, verschillende soorten remblokken, zandstrooiers ('Smart Sander') en antiblokkeer-installaties. Deze varianten zijn gewaardeerd op te verwachten geluidsreductie, veiligheid en kosten.

Uiteindelijk is voor alle betrokken materieelseries gekozen voor de bovengenoemde variant. De motivatie hiervoor is als volgt:

- De aanpassing is technisch relatief eenvoudig;
- De te behalen geluidsreductie is optimaal;
- De aanpassing levert op den duur geld op doordat de moderne ABI een betere bescherming van de wielband biedt.

De huidige ABI dateert bij alle betroffen materieel uit de jaren '70 en werkt op draaistelniveau. Dit betekent dat de regeling en aansturing door de ABI per draaistel (2 assen) plaatsvindt. De verouderde regeling en de draaistelsturing zijn er de oorzaak van dat de beschikbare adhesie niet optimaal uitgenut wordt, wat zich vertaalt in een remweg die langer is dan nodig. Tevens ontstaat tamelijk veel wielbandschade. De nieuwe ABI's hebben geavanceerde regelalgoritmes en kunnen op draaistel- of asniveau werken. Zij proberen de maximaal beschikbare adhesie uit te nutten en zijn veel effectiever in het voorkomen van wielbandschades. Een sturing op asniveau is nauwkeuriger dan op draaistelniveau, hetgeen resulteert in de beste mogelijke adhesieuitnutting. Afgestuurde ABI's hebben hiermee een remwegverkortend effect; voor het voorkomen van wielbandschades is een draaistelgestuurde ABI echter even effectief doch goedkoper (in aanschaf en implementatie).

3.2 Stappenplan

In het Plan van Aanpak van de NSR Pilot Geluid (zie [12]) zijn de stappen in het project gedefinieerd. Op hoofdlijnen waren de volgende stappen voorzien

1. Voorbereidingsfase
2. Uitvraag en opdrachtverstrekking
3. Ontwerpfase
4. Inbouw in prototypen
5. Prototypetesten
6. Toelating
Beslismoment: als het gewijzigde materieel niet toelaatbaar is, dient besloten te worden of en hoe verder te gaan.
7. Bestelling ABI's voor duurbeproeving
8. Inbouw voor duurbeproeving
9. Duurbeproeving

3.3 Realisatie

De wijze waarop de geplande stappen zijn gerealiseerd wordt hieronder toegelicht.

3.3.1 Voorbereidingsfase

In deze fase is o.a. het project ingericht en opgestart (Project Start Up). Er is onderzocht in hoeverre geluidsmetingen noodzakelijkheid zijn (resultaat zie Hoofdstuk 5). De – in eerste instantie niet haalbaar geachte – toepasbaarheid van de Smart Sander is beoordeeld (zie [6]) en de bruikbaarheid van eerder uitgevoerde ABI-proefbankmetingen voor de Pilot Geluid is bepaald (zie [13]).

Ook is het uiteindelijke PvA geschreven [12], is het meetplan [8] tot stand gekomen en is bepaald of Gotcha als instrument geschikt is om de wielbandkwaliteit (vanuit geluidsoogpunt) te monitoren (zie [38]). Tevens is na uitgebreid overleg met IVW gekomen tot het definitieve toelatingsplan [23].

3.3.2 Uitvraag en opdrachtverstrekking

Voor de aanpassing van de drie materieelseries dienen alle in die series aanwezige ABI's te worden vervangen. Voor de serie ICM-III, ICR en DDM-1 betekent dat het vervangen van enkele honderden ABI's (één per rijtuig). Omdat voor het Gladde Sporen project ook ABI's vervangen dienden te worden, werd de omvang van de aanschaf zodanig groot (> € 450.000) dat een Europese uitvraag (zie [4], [1]) verplicht was. Bijkomend voordeel was dat een goed inkoopresultaat verkregen kon worden. Op de uitvraag hebben vier leveranciers gereageerd, op basis waarvan na onderhandelingen een contract gesloten is met leverancier Faiveley Transport te Tours (Frankrijk).

De specificaties opgesteld voor de offertevraag zijn te vinden in [14] en [15]. Het contract met Faiveley is een raamovereenkomst, die zodanig is opgebouwd dat afhankelijk van de resultaten van NSR Pilot Geluid, vervolgoopdrachten gegeven kunnen worden voor de serie-inbouw na afloop van de Pilot Geluid.

3.3.3 Ontwerpfase

In deze fase heeft NTC de constructiewijziging (CW) opgesteld voor de ABI-inbouw in ICM-III, ICR en DDM-1 (zie [19], [36] en [37]). NTC heeft in deze CW tevens het verwijderen van de blokkenrem en de nieuwe instelling van de schijfrem opgenomen. Faiveley heeft een controle uitgevoerd op de door NTC opgestelde CW (op het gebied van interactie met de ABI), de ABI's geproduceerd en de basisinstelling van de ABI bepaald.

ICM-III is als eerste omgebouwd en beproefd. Voor ICM is de CW opgesteld voor zowel een draaistelgestuurde ABI als een asgestuurde ABI. Uit de beproeving moet het verschil in de praktijk blijken tussen deze twee varianten.

3.3.4 Inbouw in prototypen

Eén treinstel ICM-III (4082) is uitgezocht als prototype voor de Pilot Geluid ICM-III. Het is een treinstel dat voor een periode van 2 jaar geen geplande revisies ondergaat en derhalve geschikt is voor de duurproef die volgt op de prototypeproeven.

In NedTrain werkplaats OB Zwolle is op basis van de CW [19] het treinstel omgebouwd tot "Pilot Geluid" treinstel in de asgestuurde variant; de toegevoegde blokkenrem is verwijderd en de ABI is vervangen door het Faiveley type. Omdat dit het eerste treinstel betrof, was de ombouwtijd lang: ca. 1 week.

Hoewel het werk voor de ombouw door personeel van NTS is uitgevoerd, lag de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor het juist functioneren van de ABI in het materieel bij Faiveley. De betrokkenheid van de leverancier bij de inbouw is hierdoor zeer groot.

3.3.5 Prototypetesten

De prototypetesten bestaan uit twee delen:

- Bepaling van de remwegen op droog spoor
- ABI-test en bepaling van de remwegen op glad spoor:
 - Zeeproeven op glad spoor conform UIC-normblad 541-05
 - Proeven op "extreem glad spoor", spoor ingesmeerd met een zeer gladde olie-achtige substantie

De proeven zijn gedaan met een ongewijzigd treinstel ter referentie en het omgebouwde treinstel.

3.3.6 Toelating

Voordat materieel met gewijzigd remsysteem (zoals nieuwe ABI en blokkenrem eraf) voor een duurproef (reizigersbedrijf) mag worden ingezet, dient dergelijk materieel te worden toegelaten. Hiertoe geeft NTC in een NoBo-rol een toelatingsadvies aan IVW.

Ten aanzien van de NSR Pilot Geluid heeft vooraf uitgebreid overleg met IVW plaatsgevonden over de toelatingseisen en de wijze waarop aangetoond zou kunnen worden dat de treinen toelaatbaar zijn. Na de prototypebeproevingen heeft de NoBo de resultaten en het toelatingsdossier getoetst. Zie verder Hoofdstuk 4.

Na deze fase is een beslismoment ingebouwd. Besloten is om de voorziene technische oplossing te verlaten doordat de toelaatbaarheid op veiligheidsgronden als weinig kansrijk werd beoordeeld. De volgende projectfasen (7, 8 en 9) zijn derhalve niet uitgevoerd.

3.3.7 Bestelling ABI's voor duurbeproeving

Nadat de prototypen door IVW zouden zijn toegelaten zouden de ABI's voor de duurbeproeving besteld worden.

3.3.8 Inbouw voor duurbeproeving

In deze fase zouden de overige materieleenheden aangepast worden. In totaal zouden 7 gewijzigde eenheden (3 ICM-III, 2 ICR, 2 DDM-1) aan de duurproef deelnemen en 7 ongewijzigde eenheden (3 ICM-III, 2 ICR, 2 DDM-1) als referentie.

3.3.9 Duurbeproeving

De 7 proto's en 7 referentie-eenheden zouden in de reizigersdienst ingezet worden. Gedurende circa een jaar zouden de eenheden gevolgd worden.

Diverse data zouden vergaard worden om de geluidemissie en de verandering van de LCC te bepalen. Dit laatste is belangrijk voor de verantwoording van de investering. Op basis van de bereikte geluidemissie zou een investeringsvoorstel opgesteld worden.

3.4 Meetplan

In de NSR Pilot Geluid is het meten van diverse grootheden aan het materieel een belangrijk aspect om te kunnen beoordelen of de Pilot aan de gestelde doelen (§2.2) voldoet. Er is dan ook een meetplan geschreven (zie [8]) waarin de uitgangspunten, opzet en uitvoering voor de beproevingen en het verloop van de diverse werkzaamheden zijn vastgelegd.

Het meetplan gaat in detail in op de volgende metingen:

- Remwegmetingen t.b.v. toelating van het gewijzigde remsysteem;
- Geluidmetingen;
- Duurbeproevingen t.b.v. bepaling van de LCC.

4 Toelating geluidspilot

De aanpassing aan het materieel voor de NSR Pilot Geluid is een wijziging van het remconcept. Het materieel dient daarom na wijziging opnieuw toegelaten te worden door IVW. De toelatingsbeoordeling richt zich op de alle systemen die door de aanpassing beïnvloed kunnen zijn. Met voldoende zekerheid zal duidelijk gemaakt moeten worden dat de veiligheid van het materieel op minstens hetzelfde niveau als vóór aanpassing blijft.

4.1 Toelatingsplan

Basis voor de toelating van de voorziene aanpassing in deze pilot is behoud van veiligheid volgens het "stand-still" principe. Standstill houdt in dat een wijziging aan het materieel niet mag leiden tot een afname van de veiligheid.

Bij deze toelating kan een splitsing gemaakt worden:

- Op treinniveau dient de remprestatie (m.n. rempercentage, adhesieuitnutting) niet te verslechteren;
- Op componentniveau dient de nieuwe ABI zodanig in het materieel geïntegreerd te worden, dat geen negatieve uitwerking op andere componenten en systemen in de trein ontstaat.

4.1.1 Treinniveau

Door het verwijderen van de toegevoegde blokkenrem zal de wielruwheid afnemen; het wiel wordt gladder. Hiermee wordt het doel geluidsreductie behaald, maar het kan de beschikbare adhesie verminderen hetgeen leidt tot langere remwegen. Ter compensatie hiervan wordt een nieuwe ABI geplaatst, die de beschikbare adhesie beter uitnut dan oorspronkelijk. Het netto effect op remweg van beide fenomenen is naar verwachting op zijn minst neutraal.

In meerdere gesprekken met IVW betreffende de toelating (zie [33], [34] en [35]) heeft zij geëist dat ondubbelzinnig aangetoond wordt dat:

- De remwegen na aanpassing *in geen enkel geval* langer zijn dan vóór aanpassing;
- Dit onder alle in Nederland voorkomende adhesieomstandigheden.

Met IVW zijn de volgende afspraken gemaakt om het bovenstaande praktisch aan te tonen:

Eis 1: De remwegen op droog spoor en daarmee het rempercentage dienen gelijk te blijven.

- Meting 1: Remwegmetingen onder goede adhesieomstandigheden (droog spoor) met een referentietrein en met een "Pilot Geluid" trein ter bepaling van het rempercentage.

Eis 2: De remweg op glad spoor van de "Pilot Geluid" mag in geen enkel geval langer zijn dan de referentie.

- Meting 2: Remwegmetingen op met zeep glad gemaakt spoor (conform UIC norm 541-05) met een referentietrein en met een "Pilot Geluid" trein;

- Meting 3: Remwegmetingen op “extreem glad” spoor met een referentie en een “Pilot Geluid” trein.

Als extra onderbouwing wordt bij de metingen op glad spoor tevens de spreiding op de remwegen bepaald. De “Pilot Geluid” dient de remwegen minstens zo goed te beheersen als de referentie, hetgeen tot uiting zou moeten komen in een kleinere spreiding op de remwegen.

De definitie van “extreem glad” spoor was onduidelijk. Met behulp van een aantal proeven (zie [3]) is vastgelegd hoe metingen op “extreem glad” spoor uitgevoerd moeten worden. De methode is met IVW afgesproken.

Vanwege de remtechnische overeenkomst tussen de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1, die in de NSR Pilot Geluid betrokken zijn, wordt het aantonen van bovenstaande bij één materieelserie uitgebreid gedaan (ICM-III). Bij de andere twee materieelseries (ICR en DDM-1) wordt volstaan met een beperkte inspanning en een verwijzing naar de conformiteit en analogie met ICM-III.

4.1.2 Componentniveau

Van het ontwerp en de gebruikte componenten dient bepaald te worden of zij aan de geldende normen voldoen. Bovendien wordt een analyse gemaakt naar de invloed van de aanpassing op de trein als geheel en een beoordeling van de nieuwe componenten.

Concreet wordt gekeken naar:

- de apparatuur;
- elektrische en elektromagnetische compatibiliteit;
- thermische en mechanische belasting.

4.1.3 Organisatie

Een NoBo controleert of de wijze van toelating voldoet aan de procedurele eisen. Tevens toetst de NoBo of het dossier de toelating inhoudelijk voldoende ondersteunt. Op basis hiervan stelt de NoBo een toelatingsadvies op voor IVW, die de uiteindelijke toelating geeft.

Voor dit project wordt de NoBo-rol ingevuld door NTC. Om deze NoBo-rol te kunnen vervullen, is binnen NTC op projectniveau een splitsing aangebracht tussen de uitvoerders (bedenkers en opstellers ontwerp) en de toetsers (samenstellers toelatingsdossier). E.e.a. conform de geldende procedures daartoe, zoals die opgenomen zijn in het kwaliteitssysteem van NTC en geaccordeerd zijn door IVW.

4.2 Studie AEA

Er is een second opinion gevraagd bij een inhoudsdeskundige. Hiervoor is AEA in het Verenigd Koninkrijk aangezocht. AEA heeft, als voormalig onderdeel van British Rail, veel kennis en ervaring op het gebied van adhesieuitnutting en wordt internationaal gezien als deskundig.

De studie van AEA [24], [25] bevestigt het beeld van de aanpassing ten aanzien van de effecten op de remweg van een trein op glad spoor:

- Bij gemiddelde en lage adhesie (tussen 2% en 10%) is de remwegverkorting van de moderne ABI (gebaseerd op proefbanksimulaties bij Faiveley) groter dan de remwegverkorting van een blokkenrem.
- Bij zeer lage adhesie (<2%) kan geen uitspraak gedaan worden. AEA stelt dat "algemeen bekend" is dat onder zulke lage adhesiecondities een blokkenrem noch een goede ABI remweggarantie kan geven. In dat geval zijn extra maatregelen nodig zoals bijvoorbeeld een zandstrooier of magneetrem.

De rapportage geeft ook aan dat testen op extreem glad spoor (adhesie <2%) een slechte remwegbeheersing zullen laten zien. De tests op dergelijk spoor zullen uit moeten wijzen in hoeverre de Faiveley ABI daadwerkelijk in staat is met zulke lage adhesie om te gaan.

4.3 Berekeningen

Met het verwijderen van de toegevoegde blokkenrem gaat remvermogen verloren. Om toch het "oude" remvermogen te behouden moet de schijfrem meer remkracht leveren. Dit wordt gedaan door de remcilinderdruk te verhogen, waardoor een hogere kracht van de remvoering op de remschijf ontstaat.

In de rapporten [26], [27] en [28] worden de benodigde remcilinderdrukverhogingen voor de schijfrem bepaald en het daaruit resulterende rempercentage. De rempercentages na wijziging nemen marginaal toe of af (circa 1 à 2 rem%).

Tevens worden de effecten van de hogere belasting op de remschijven met betrekking tot de temperatuurhuishouding remvoering/remschijf en de mechanische sterkte van het remwerk en draaistel beoordeeld.

De bevindingen zijn als volgt.

ICM-III

- Aan de hand van vergelijking met ICM-IV, waarmee ICM-III voor wat betreft de belasting van de remschijven en het remwerk na aanpassing vrijwel gelijk is, wordt geconcludeerd dat de toegenomen thermische belasting van de remschijven en de toegenomen mechanische belasting van het remwerk en draaistel acceptabel is.

ICR

- De remschijftemperaturen stijgen maar blijven ruim binnen acceptabele waarden. Wel wordt aanbevolen de temperaturen in de praktijk nog een keer te verifiëren.
- De toegenomen mechanische belasting van de remwerkhefbomen en draaistellen is toelaatbaar. Zie [29], [30] en [31].

DDM-1

- Remmingen met blokkenrem is bij DDM1 niet de maatgevende belasting. De maatgevende belasting is de volremstand, zonder blokkenrem, en deze wijzigt niet. Hierdoor is geen nadere analyse nodig.

4.4 Opstellen toelatingsdossier

Het toelatingsdossier bestaat uit de volgende aspecten:

- Ontwerp.
Remberekening, rembelasting, draaistel- en asbelasting, massa, luchtverbruik, treinde-
tectie, vrijgave deurvergrendeling, adhesie,
- Constructie.
ABI, elektrische normen, omgrenzingsprofiel, aanraakveiligheid,
- Realisatie.
Ombouw, testen en afname, onderhoud,
- Proefritten.

De eerste drie punten uit het toelatingsdossier zijn vooraf aan de proefritten afgehandeld. In de "Aanvraag VGB proefritten ICM 2-III Geluidpilot" [32] is het dossier betreffende de eerste drie punten te vinden. Op basis van dit dossier is toestemming gevraagd om met het prototype Pilot Geluid beproevingsritten en -metingen te mogen uitvoeren.

4.5 Referentiemetingen

4.5.1 Remwegmetingen droog spoor

De remwegmetingen op droog spoor hebben plaatsgevonden in week 30 van 2004. De resultaten zijn besproken in [2]. Er zijn remmingen uitgevoerd vanuit verschillende snelheden, in drie in remkracht oplopende remstanden (EP3, EP6 en PNS). De snelremstand (PNS) is bepalend voor het rempercentage en derhalve toelatingsrelevant; de EP3 en EP6 remstand zijn alleen uitgevoerd om de remkarakteristiek vast te leggen en zijn niet toelatingsrelevant. Nominale remweg bij snelremming vanuit 160 km/h bleek 870m, wat zeer kort te noemen is (zie Tabel 1). Het uit deze metingen berekende rempercentage is dan ook navenant hoog, 197 rem%. Dit rempercentage is (ruim) hoger dan op basis van het ontwerp verwacht werd.

Beginsnelheid (km/h)	Remweg (m) per remstand			
	EP3	EP6	PNS	Spreiding PNS
100	694	334	367	3
120	1048	461	477	
140	1468	599	684	
160	2013	842	870	

Tabel 1: Remwegmetingen referentietrein op droog spoor

Opvallend is overigens het feit dat de remweg in de EP6 remstand korter is dan in de (hogere) PNS remstand. Dat terwijl in de PNS remstand "harder" wordt geremd. De verklaring hiervoor ligt in het gegeven dat in de EP6 remstand de remmen elektronisch (snel) aangestuurd worden terwijl in de PNS remstand de remmen pneumatisch (langzamer) aange-

³ De spreiding is alleen relevant als toelatingsonderbouwing op glad spoor en niet relevant voor de bepaling van het rempercentage.

stuurd worden. In de PNS remstand duurt het daardoor langer voordat de maximale remkracht en remvertraging bereikt is. De remweg kan dan in de PNS remstand langer zijn dan in de EP6 remstand.

Omdat na het uitvoeren van de metingen voor de Pilot Geluid (zie §4.6.1) bleek dat het prototype langere remwegen nodig had dan de referentie en derhalve een lager rempercentage (181%), zijn de referentiemetingen nog een keer overgedaan met een ander treinstel ICM-III. Met dit treinstel (4077) zijn, na eerst het remsysteem van het treinstel volledig gecontroleerd en nominaal afgesteld te hebben, remwegmetingen gedaan. De metingen bevestigde het hoge rempercentage van de oorspronkelijke referentietrein (rempercentage 4077 is 208%). In [10] zijn de resultaten vastgelegd.

Geconcludeerd kan worden dat ICM-III een veel hoger rempercentage heeft dan vooraf bekend was.

4.5.2 ABI metingen: UIC-metingen

De bestaande ABI van OKE is beproefd op kunstmatig gladgemaakt spoor. De gebruikte methode is de UIC methode: het op het spoor aanbrengen van vloeibare zeepoplossing vanuit de trein gedurende een remming. De resulterende adhesie ligt in de orde van grootte van 6%. Zie rapport [2].

Ook hier zijn remmingen uitgevoerd vanuit verschillende snelheden, in dezelfde drie in remkracht oplopende remstanden (EP3, EP6 en PNS). De remwegverlenging bij deze proeven voor de bepalende snelremmingen was nogal beperkt: slechts 105 m (+12%) bij 160 km/h. Dit lag niet in de lijn der verwachting.

Zie Tabel 2 voor de resultaten.

Beginsnelheid (km/h)	Remweg (m) per remstand			
	EP3	EP6	PNS	Spreiding PNS
40	116	70	79	32
80	465	252	279	59
120	1072	637	619	89
160	2025	1045	975	26

Tabel 2: Remwegen referentietrein op glad spoor

De als extra onderbouwing voor toelating bepaalde spreiding op glad spoor (zie §4.1.1), was ook relatief klein (26 m). Dit doet achteraf gezien twijfels rijzen over de bewerkstelligde gladheid van het spoor, maar het was op dat moment onvoldoende aanleiding de resultaten ter discussie te stellen. Overigens is deze gladheid (% adhesie) een nauwelijks te meten grootheid in een rijdende trein.

4.5.3 ABI metingen: extreem glad spoor

Teneinde aan de eis van IVW te voldoen is een meetprogramma opgezet om op zeer glad spoor en bij lage snelheden (40 km/h) het gedrag van de ABI vast te leggen. Om vast te stellen hoe op een *reproduceerbare* manier het spoor extreem glad te krijgen is, is in juni 2004 een tweetal dagen beproefd met alternatieve media. Zie hiervoor rapportage [3].

Resultaat van deze beproevingen is dat het inderdaad mogelijk is om op reproduceerbare wijze het spoor zeer glad te maken. Met zeer glad spoor wordt bedoeld een adhesie van minder dan 2%. Hiervoor is, mits juist aangebracht, zgn. 'Kayo-Bio' zeer geschikt. Met andere middelen, zoals groene zeep en UIC-zeep, is de adhesie niet zo laag te krijgen en tevens slecht reproduceerbaar.

Met dit Kayo-Bio is in het meest extreme geval een remweg bereikt van 175 m bij 31 km/h, een effectieve adhesieuitnutting van ca. 2%.

4.6 Metingen Pilot Geluid

4.6.1 Remwegmetingen droog spoor

De remwegmetingen op droog spoor hebben plaatsgevonden in week 36 van 2004, met het prototype Pilot Geluid ICM-III in asgestuurde ABI variant. Dit is de best presterende variant, met name op glad spoor (zie §3.1). De resultaten zijn te vinden in [9]. De berekende remdrukken bleken niet voldoende te zijn om het rempercentage van de referentietrein te halen. Gedurende de metingen zijn de remdrukken dan ook verder opgevoerd om de remwegen van de referentietrein te kunnen benaderen.

Uiteindelijk is uitgekomen op een rempercentage van 181%, 16 rem% lager dan de referentietrein. Een hogere remdruk en een daaruit volgend hoger rempercentage was niet te realiseren. Op de 16rem% afwijking wordt in paragraaf §4.7 nader ingegaan.

4.6.2 ABI metingen op glad spoor

De metingen met de Faiveley ABI (asgestuurde variant) hebben plaatsgevonden in week 37 van 2004 (zie Tabel 3). De volledige resultaten staan in [9]. Uit deze metingen bleek de remweg gemiddeld gezien iets langer (=slechter) dan bij de referentietrein en in enkele gevallen zelfs significant langer. De remming vanuit 160 km/h toont dat ook de spreiding niet bleek verbeterd. Proeven met een draaistelgestuurde variant hebben niet meer plaatsgevonden omdat, zoals in §3.1 al vermeld is, deze variant langere remwegen zal realiseren dan de beproefde asgestuurde variant.

Beginsnelheid (km/h)	Remweg (m) per remstand			
	EP3	EP6	PNS	Spreiding PNS
40	117	64	83	15
80	509	256	274	16
120	1105	628	613	48
160	2182	1183	1060	102

Tabel 3: Remwegmetingen Pilot Geluid ICM-III op glad spoor

Het blijkt achteraf bijzonder moeilijk om tijdens de metingen een reproduceerbare adhesie te realiseren. Dit zorgt voor een grote spreiding en onvoorspelbaarheid in de remwegen, hetgeen voor een deel de onverwachte resultaten van de ABI metingen op glad spoor verklaart. De twijfel over de gerealiseerde gladheid in de ABI proeven met de referentietrein (zie §4.5.2) lijkt terecht. Alleen met erg veel metingen valt een betrouwbare uitspraak te doen, maar het doen van veel metingen is financieel en organisatorisch bijna ondoenlijk.

4.7 Verklaring afwijkende resultaten

In [7] zijn de meetresultaten nader onderzocht. Geconcludeerd is het volgende:

- In de loop der jaren zijn zowel remvoeringen als –blokken van ICM-III gewijzigd.
- Het rempercentage van ICM met blokkenrem is veel hoger dan te verwachten was uit eerdere metingen en berekeningen, veroorzaakt door gewijzigde remvoeringmateriaal en de gewijzigde remblokken. De compensatie in de schijfrem voor het wegvallen van de blokkenrem was daardoor te klein gedimensioneerd.
- De, vooraf in grootte onbekende, oplopende wrijvingscoëfficiënt van de blokkenrem bij afnemende snelheden is onvoldoende gecompenseerd door de schijfrem.
- De invloed van de blokkenrem op het remvermogen van ICM is 27% in plaats van aangenomen 25%.
- De wrijvingscoëfficiënt van remvoeringen blijkt af te nemen bij hogere vlaktedruk tussen voering en remschijf. Hierdoor levert de remdrukverhoging op de schijfremmen niet de beoogde extra remkracht.
- Verdere verhoging van de remdrukken om het wegvallende remkracht van de blokkenrem te compenseren levert onacceptabele hoge drukken in de remcomponenten op.

4.8 Conclusies toelating geluidspilot

Uit de metingen met de asgestuurde (= beste presterende) variant van de geluidspilot ICM-III en de vooraf afgesproken toelatingseisen zijn de volgende conclusies getrokken (zie ook [7]):

1. Daar het rempercentage van de Pilot Geluid ICM2-III kleiner is dan de referentie ICM 2-III met blokkenrem, kan niet voldaan worden aan de eis van IVW divisie Rail ten aanzien van minimaal gelijkblijvende remwegen. Ook de remprestaties op glad spoor zijn slechter dan van de referentietrein. Hiermee zal de geluidspilot ICM in de gekozen oplossing geen inzettoelating krijgen.
2. Het doen van ABI proeven op glad spoor, waarbij remwegen als resultaat met elkaar vergeleken worden, is praktisch gezien niet haalbaar. Gezien de slechte reproduceerbaarheid van de adhesie is het resultaat onvoorspelbaar, vertoont een grote spreiding en is derhalve onbetrouwbaar.
3. Op basis van de ervaringen met ICM zal voor de geluidspilot van ICR ook een extra verhoging van de remdrukken voor de schijfremmen noodzakelijk zijn. Dit is onacceptabel vanwege de extra belasting op het draaistelframe, die bij ICR al als kritisch was bepaald.
4. Voor DDM-1 zijn er wel mogelijkheden om de geluidspilot constructief te kunnen realiseren binnen het huidige remsysteem. Het aantonen van de conformiteit aan de eisen van IVW is echter veel complexer dan bij ICM, vanwege de invloed van de locomotief op het remgedrag van de stam. Mogelijk zijn hiervoor afkoppelproeven noodzakelijk, die duur zijn en een lange realisatietermijn hebben.

Het gevolg van deze conclusies is dat de Pilot Geluid, in de oorspronkelijk gekozen vorm, afgebroken is.

5 Geluidsmetingen

5.1 Plan geluidsmetingen

De geluidsemisatie van de treinen in kwestie is hoofdzakelijk het gevolg van polygonisatie van de wielen. Deze "veelhoekigheid" van het wiel (golflengte > 4 cm) wordt veroorzaakt door het blokkenremsysteem met gietijzeren remblokken. Met het wegnemen van deze blokkenrem wordt de geluidsreductie bewerkstelligd.

Wielruwheid met een kleinere golflengte dan 0,15 cm manifesteert zich niet meer in de geluidsemisatie. Ruwheid op μ -schaal is derhalve onbelangrijk.

Van de ICM serie treinen is reeds bekend wat de geluidsemisatie zou zijn aangezien bij het deelpark ICM-IV de blokkenrem reeds vanaf nieuwbouw niet geplaatst is. ICM-IV behoort tot de stilste categorie treinen van het BGS (categorie 8; ICM-III valt in categorie 2).

Gezien het feit dat de ICM-III en -IV series op de blokkenrem na nagenoeg identiek zijn, is er vrijwel geen reden om aan te nemen dat het emissieniveau van een aangepaste ICM-III anders zal zijn dan dat van een ICM-IV.

Om niettemin te verifiëren of de beoogde geluidsreductie wordt gehaald, is in overleg met TNO/TPD, NSR en het Ministerie besloten om toch geluidmetingen te doen conform het Reken- en Meetvoorschrift (RMV) versie 2002 (zie [20]).

Aanvullend op deze metingen is voorzien de geluidsemisatie van het aangepaste materieel (ICM-III, ICR en DDM-1) gedurende de looptijd van de beproeving 'indicatief' te meten met behulp van vaste geluidmeetposten. Deze metingen moeten inzicht geven in de absolute geluidsniveaus en de optredende spreiding en verschillen tussen de treinstellen onderling en de verschillen tussen treinen voorzien van 'nieuwe' ABI en treinen voorzien van 'oude' ABI.

De gekozen implementatie van de geluidmetingen conform het RMV wordt hieronder nader toegelicht. Het moge duidelijk zijn dat de geluidmetingen vooralsnog niet zijn uitgevoerd, aangezien de treinen geen toelating hebben verkregen voor het rijden op het Nederlandse spoor.

5.2 Meetmethode

De geplande opzet van de metingen is als volgt. De geluidsmetingen worden uitgevoerd volgens meetmethode A van het RMV. Hiermee wordt een (absolute) toets uitgevoerd waarmee te controleren is in hoeverre aan de doelstelling van het project is voldaan.

Enkele uitgangspunten die niet expliciet zijn benoemd in het RMV versie 2002, zijn op de hierna volgende wijze geïnterpreteerd en overeengekomen met TNO/TPD, NSR en het Ministerie.

Selectie meetobjecten

Voorgesteld wordt om de metingen aan de volgende materieel aantallen uit te voeren zoals aangegeven in het RMV:

- 2 treinstellen ICM III (die gekoppeld aan elkaar gemeten worden);
- 4 rijtuigen ICR;
- 4 rijtuigen DDM 1.

Keuze rij snelheid tijdens de metingen

De geluidsmetingen zullen worden uitgevoerd bij de snelheden zoals beschreven in het RMV, meetmethode A. Hierin is aangegeven dat de geluidsmetingen gedaan dienen te worden bij de volgende snelheden:

- voor materieel met tractiegeluid zoals ICM bij 40, 60, 80, 100 en 140 km/h;
- voor getrokken materieel zonder tractie zoals ICR en DDM 1 bij 80, 100 en 140 km/h.

Meetlocatie

Passagegeluidsmetingen worden uitgevoerd langs een traject waarvan de railruwheid voldoet aan de uitgangspunten van het RMV. Een voorbeeld hiervan is het traject Amersfoort – Zwolle nabij 't Harde. De locatie moet zodanig gekozen worden dat een snelheid van minimaal 140 km/u gereden kan worden.

Meetmethode

Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar paragraaf 1.1.2 van het RMV. Registratie van het equivalente geluidsdruk niveau $L_{A,eq}$ vindt plaats in octaafbanden. De analyse van de geluidsmeting wordt gestart op het moment dat het geluid een waarde bereikt dat 10 dB(A) onder de eerste geluidspiek ligt. De analyse wordt gestopt op het moment dat een waarde bereikt wordt die 10 dB(A) onder de laatste piek ligt.

Overige uitgangspunten

De wielstellen van de omgebouwde testtreinen worden voorafgaand aan de geluidsmetingen afgedraaid. Tussen het moment van afdraaien en de geluidsmetingen dienen minimaal 10.000 km met de meettreinen te worden gereden.

Uitwerking

Voor de gedetailleerde uitwerking van de methode wordt verwezen naar [8], hoofdstuk 6.

6 LCC-duurproeven

De oorspronkelijke bedoeling was om na het succesvol afsluiten van de prototypeproeven en verkrijgen van de toelating, een duurproef te starten waarbij grootheden die betrekking hebben op spoorwegveiligheid, geluid en LCC worden gemonitord. In dit hoofdstuk komen de geplande LCC-metingen aan de orde.

De verwachte effecten op de levensduurkosten vallen uiteen in:

1. Wielbandslijtage;
2. Remvoering en –schijflijtage;
3. Arbeidskosten voor gepland onderhoud;
4. Niet-gepland onderhoud.

Ad 1. Wielbandslijtage is voornamelijk het gevolg van het moeten afdraaien van de wielband wegens vlakke plaatsen. Door het plaatsen van een moderne ABI, die vlakke plaatsen beter voorkomt, zal dit naar verwachting sterk afnemen.

Ad 2. Remvoering- en –schijflijtage zullen stijgen aangezien de blokkenrem, die ca. 25% van de remkracht voor zijn rekening nam, is verwijderd. De schijfrem wordt ter compensatie 'opgevoerd'. Ervan uitgaande dat inzet van de treinen en remgedrag van de machinisten niet verandert zal de gecombineerde slijtage van schijf en voering met ca. 33% stijgen. Ter verificatie hiervan is een monitoring van voeringdikte, schijfdikte en het verbruik van voeringen en schijven voorzien.

Ad 3. Vervanging van remblokken is een arbeidsintensief werk. Door het vervallen van de blokkenrem vervalt deze taak. De kosten voor het vervangen van voeringen zullen stijgen, maar het werk hieraan is minder arbeidsintensief. Slijtage van schijven is een meerjarenproces. De duur van de proef is te kort om hier een duidelijk beeld bij te krijgen.

Ad 4. Ongepland onderhoud is te verwachten op de vlakken wielbandschade en uitval van de ABI-installatie. In beide gevallen moet de trein naar de werkplaats. Van beide aspecten wordt verwacht dat de proeftreinen hier minder last van zullen hebben.

Informatie over deze vier grootheden is voldoende om een LCC-berekening te maken. Het meetplan ([8], hoofdstuk 5), beschrijft in detail hoe deze grootheden worden gemeten. Het moge duidelijk zijn dat deze metingen tot nog toe niet zijn uitgevoerd, aangezien de treinen geen toelating hebben verkregen voor het rijden op het Nederlandse spoor.

7 Mogelijkheden doorstart

Omdat het aantonen van een minstens gelijk veiligheidsniveau voor de geprojecteerde wijziging aan het remsysteem niet haalbaar is gebleken, zijn de alternatieven die reeds in het voorstadium (zie [1]) zijn beschouwd herzien. Dit is gedaan in rapportage [16].

7.1 Mogelijkheden ICM-III

De belangrijkste conclusies uit deze studie zijn als volgt. Er is een tweetal realistische alternatieven mogelijk:

- Magneetremmen. Mogelijkheden zijn permanente, elektrische en elektro-permanente magneetremmen. De permanente magneetrem is het meest kansrijk, hoewel prijzig.
- Alternatieve remblokmaterialen. De ontwikkeling op dit gebied heeft niet stilgestaan en er zijn volwaardige één-op-één alternatieven voor gietijzer op de markt gekomen. In februari 2005 is een tweetal typen door UIC toegelaten voor internationaal goederenverkeer.

Een derde alternatief, zandstrooiers, wordt op korte termijn niet haalbaar geacht. Met name omdat zandstrooiers in het algemeen niet als fail-safe systeem ontworpen zijn. Zie voor een uitgebreide analyse hiervan [6].

Onafhankelijk van de gekozen alternatieven is het te hoge rempercentage van ICM-III een punt van zorg. Dit rempercentage heeft een grote invloed op de toelaatbaarheid van mogelijke alternatieven in een eventueel vervolg op de Pilot Geluid.

7.2 Mogelijkheden ICR en DDM-1

De draaistellen van ICR zijn niet zo geschikt voor het plaatsen van een magneetrem. Zij zijn sterktechnisch al tot aan de grens belast en een extra belasting door een magneetrem zal - als het al mogelijk is - alleen tegen zeer hoge kosten realiseerbaar zijn. Daardoor is het enige alternatief het gebruik van LL-blokken.

Voor DDM-1 staan beide alternatieven open. Gezien de overheadkosten die over een relatief klein materieelpark moeten worden omgeslagen is een oplossing uniform aan die van ICR aan te bevelen, voorzover dit mogelijk is.

7.3 Overzicht alternatieven

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

Tabel 4: Samenvatting beschouwing geselecteerde alternatieven

8 Conclusies en Aanbevelingen

Uit de uitgevoerde metingen met ICM-III is gebleken dat er, op basis van de gemaakte afspraken met IVW, geen inzettoelating verkregen zou kunnen worden voor de materieel-aanpassingen in de NSR Pilot Geluid. Dit zelfs voor de asgestuurde variant, die de beste prestatie geeft. De belangrijkste oorzaken voor de tegenvallende resultaten tijdens de metingen waren:

- Het rempercentage van ICM met blokkenrem is veel hoger dan te verwachten was uit eerdere metingen en berekeningen, veroorzaakt door het gewijzigde remvoeringmateriaal en de gewijzigde remblokken. De compensatie in de schijfrem voor het wegvallen van de blokkenrem was daardoor te klein gedimensioneerd.
- Verdere verhoging van de remdrukken om het wegvallende remkracht van de blokkenrem te compenseren levert onacceptabele hoge drukken in de remcomponenten op.
- Op glad spoor blijken de remwegen na de wijziging van het remsysteem langer te zijn dan voor de wijziging. Dit kan ondermeer verklaard worden door het afgenomen remvermogen.
- Vastgesteld moet worden dat de meetmethode om de remwegen op glad spoor te meten middels “zeepproeven” niet voldoet om systemen onderling te vergelijken. Omdat het bijzonder moeilijk blijkt een reproduceerbare adhesie te realiseren, is de spreiding in de remwegen zeer groot en onvoorspelbaar.

Er is nagegaan op welke wijze alsnog de doelstelling van de NSR Pilot Geluid, het reduceren van het rolgeluid van de materieelseries ICM-III, ICR en DDM-1, bereikt kan worden. Sinds de start van de NSR Pilot Geluid is de remtechniek verder ontwikkeld en zijn de inzichten in het bereiken van toelating gewijzigd. Daarom zijn eerder beoordeelde alternatieven opnieuw bekeken. Op basis hiervan wordt het volgende geconcludeerd ten aanzien van de mogelijkheden voor een doorstart van de NSR Pilot Geluid:

Voor ICM-III:

- De toepassing van magneetremmen is het meest veelbelovende alternatief om tot generieke toelating te komen. Bezwaar van dit alternatief is dat de constructiewijziging 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 sinterremblokken kan in een later stadium worden bepaald.

Voor ICR en DDM-1:

- De uitvoering van de geluidspilots ICR conform de oorspronkelijke pilot is niet aan te bevelen vanwege de waarschijnlijk onvoldoende sterkte van de draaistellen. Het aanpassen van het draaistelframe is bijzonder kostbaar. Ook om magneetremmen te kunnen toepassen zou het draaistelframe aangepast moeten worden. 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 waarschijnlijk toekomstig relatief kleine DDM-1 vloot en de hoge kosten die het technisch

onderzoek en de toelating met zich mee brengen, wordt aangeraden voor DDM-1 dezelfde oplossing te kiezen als voor ICR, dat wil zeggen toepassing van LL-blokken.

Daarnaast wordt de volgende aanbeveling gedaan:

- ICM-III is overberemd. Het is zinvol om alvorens de NSR Pilot Geluid opnieuw op te starten een reductie van rempercentage te bewerkstelligen. Hierdoor zal de kans op een succesvolle generieke toelating aanzienlijk groter worden.

Lijst van verkortingen

ABI	: Anti Blokkeer Installatie
AEA	: Atomic Energy Authority
BGS	: Besluit Geluidshinder Spoorwegen
CW	: Constructie Wijziging
DDM-1	: DubbelDeks Materieel 1 (dubbeldeksrijtuigen 1 ^e bouwserie)
EP3	: ElektroPneumatische 3/7 remstand
EP6	: ElektroPneumatische 6/7 remstand
ICM-III	: InterCity Materieel III (treinstel bestaande uit 3 rijtuigen)
ICM-IV	: InterCity Materieel IV (treinstel bestaande uit 4 rijtuigen)
ICR	: InterCity Rijtuigen
IPG	: Innovatie Programma Geluid
IWW	: Inspectiedienst Verkeer & Waterstaat
LCC	: Life Cycle Costs
NoBo	: Notified Body
NSR	: Nederlandse Spoorwegen Reizigers
NTC	: NedTrain Consulting BV
NTS	: NedTrain Services
NTS OIL	: NedTrain Services Onderdelen, Inkoop en Logistiek
OKE	: Oerlikon Knorr Eisenbahntechnik AG
PNS	: PNeumatische Snelremstand
PvA	: Plan van Aanpak
RMV	: Reken- en MeetVoorschrift
TNO/TPD	: Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UIC	: Union Internationale des Chemins de fer
VGB	: Verklaring van Geen Bezwaar

Referenties

- [1] Tussenevaluatie inkoopproces Antiblokkeerinstallaties voor NSR, versie 1.4, 01/06/2004, [I&L/04-01](#)
- [2] Beoordeling referentieproefritten ICM-III, versie 2, 2/8/2004, [TR/FC/157.1/224448](#)
- [3] Bevindingen proeven aalgladde sporen, versie 0.9, 5/7/2004, [TR/FC/157.1/01-321862](#)
- [4] Europese uitvraag nr. 2003/S 41-035563, 18/02/2003
- [5] External Specification WSP Sound Emission Pilot, versie A2, 15/07/2004, [ZA540598](#)
- [6] Haalbaarheidsanalyse van de SmartSander voor de geluidspilot, versie 3.0, 03/02/2004, [TR/NvS/0157/01-305556](#)
- [7] Korte analyses afwijkende resultaten geluidspilot ICM-2 III, versie 1.0, 25/11/2004, [TR/BvO/157/227538](#)
- [8] Meetplan Geluidspilot, versie 1.1, 13/05/2004, [DME01-278611](#)
- [9] Meetrapport ABI beproevingen ICM 4082, versie 1.0, 27/1/2005, [TR/BVO/157/03-238168](#)
- [10] Meetrapport verificatie remwegmetingen ICM 4077, versie 1.0, 27/1/2005, [TR/BvO/157/03-238354](#)
- [11] Modernisering remsysteem ICM-1, [TR/FC/C141A/01-230280](#)
- [12] Plan van Aanpak Geluidspilot, versie 1.0, 13/05/2004, [DME01-277525](#)
- [13] Simulaties ABI diverse materieeltypen, versie 01, 14/01/2004, [DME01-305737](#)
- [14] Basic Parameters Plan V12-13, ICM-III, ICR and DDM-1, versie 1.0, 10/04/2003, [TR/FC/D062A/01-276092](#)
- [15] Technical Specification for WSP systems ICM-III, ICR and DDM-1, versie 1, 15/03/2004, [TR/FC/157/01-309587](#)
- [16] Studie doorstart geluidspilots, versie 1.2, 28 januari 2005, [TR/BvO/157/03-231498](#)
- [17] System Requirement Specification WSP Sound Emission Pilot, versie C1, 28/06/2004, [ZA540596](#)
- [18] Technical Specification Ground Drawing Sound Emission Pilot, versie A1, 14/06/2004, [ZA540599](#)
- [19] TO-CW ICM-III, versie B, 28/06/2004, [DME01-312268](#)
- [20] Toetsing door VROM van onderbouwning hercategorisering materieel Geluidspilot, [TR/NvS/D102A/01-306110](#)
- [21] Verbetering rolgeluid DDM-1, [TR/FC/C203A/01-239932](#)
- [22] Verbetering rolgeluid ICR, [TR/BVO/C240A/01-245717](#)
- [23] Toelatingsplan Geluidspilot, versie 1.1, 13/05/2004, [DME01-287720](#)
- [24] A comparison of WSP and scrubber brake performance for ICM III stock, versie 1, 3/2004, [AEATR-VTI-2004-032](#)
- [25] Beoordeling rapport AEA-UK, versie 1.0, 12/05/2004, [DME01-317220](#)
- [26] Technische gevolgen verwijdering blokkenrem ICM-III, versie 1.0, 30/03/2004, [DME01-309748](#)
- [27] Technische gevolgen verwijdering blokkenrem ICR, versie 1, 26/03/2004, [TR/BVO/0157/01-311090](#)
- [28] Technische gevolgen verwijdering blokkenrem DDM1, versie 1.0, 14/05/2004, [TR/BVO/0157/01-310987](#)

- [29] Vermoeingsanalyse rembelasting Y-32 draaistel, versie 0.1, 15/03/2004, [TC/MtH/157.1.23/01-311429](#)
- [30] Controleberekening verzwaring belasting op hefboom ICR, versie 1.0, 16/03/2004, [TC/JdG/0157/01-311686](#)
- [31] Controleberekening verzwaring belasting op brugstuk schijfrem ICR, versie 1.2, 27/09/2004, [TC/JdG/0157/03-227029](#)
- [32] Aanvraag VGB voor proefritten ICM 2 - III geluidspilot, versie 1.1, 08/09/2004, [TR/HS/0157/1/03-223645](#)
- [33] Bespreking Plan van Aanpak toelating Geluidspilots, 15/04-2004, [PJ/JRV/157.1/01-314924](#)
- [34] Stand van zaken toelating Geluidspilots; positie IVW, versie 2.0, 26/04/2004, [PJ/JRV/157.1/01-315080](#)
- [35] Bespreking Plan van Aanpak toelating Geluidspilots, 13/05/2004, [PJ/JRV/157.1/01-319663](#)
- [36] TO-CW ICR, concept 0.2, 08/07/2004, [TR/RV/03-222646](#)
- [37] TO-CW DDM-1, uitgave A, 06/07/2004, [TR/RV/01-317888](#)
- [38] Ruwheidsplotjes Gotcha t.b.v. geluidspilot ICM, ICR en DDM-1, versie 1.0, 18/12/2003, [TL/JM/158/01-303587](#)