

Notitie

Kenmerk
Onderwerp Voorstel voor beproevingen op spoorstaven met
zeer lage adhesie
Datum 28 april 2004
Versie 4.0

Auteur Niels van Steenis

Telefoon 030 – 3004 775

Telefax 030 – 3004 800

Inleiding

Momenteel zijn de voorbereidingen voor de geluidspilot op enkele reizigerstreinen in volle gang. In het kader van deze geluidspilot wordt de toegevoegde blokkenrem (tb) verwijderd en wordt een verbeterde ABI geplaatst op enkele treinen van de types ICM III, DDM 1 en ICR. Treinen waar deze aanpassing op hebben plaatsgevonden worden de proeftreinen genoemd, treinen die deze aanpassing niet hebben gehad worden de referentietreinen genoemd. Op dit moment vindt afstemming plaats tussen NS Reizigers, IVW en NedTrain Consulting over de uit te voeren rembeproevingen om aan te tonen dat de remprestaties, van de hiervoor genoemde treinen, na de aanpassing, minstens even goed zijn als voor de aanpassing. Om dit aan te tonen wil IVW dat er rembeproevingen worden gedaan onder zeer lage adhesie omstandigheden. In deze notitie wordt aangegeven hoe beproevingen onder zeer lage adhesie omstandigheden (μ kleiner dan 0,03 a 0,04) uitgevoerd zouden kunnen worden.

Deze rembeproevingen onder zeer lage adhesie omstandigheden zullen worden uitgevoerd naast de rembeproevingen die al eerder voorgesteld zijn.

1. Het medium

In de literatuur is niet eenduidig te vinden met welke substantie gladde sporen zoals die in de praktijk optreden het best nagebootst kunnen worden. Ook zijn er geen normen die aangeven hoe gladde sporen gesimuleerd kunnen worden om remprestaties van verschillende treinen te kunnen vaststellen.

De volgende eisen moeten worden gesteld aan het medium dat de gladde sporen moet veroorzaken:

1. Het medium moet een zeer lage adhesie veroorzaken (μ kleiner dan 0,03 a 0,04);
2. Het adhesie verlagende middel moet gemakkelijk op de spoorstaaf aan te brengen zijn. Voorkeur is er om deze reden voor een vloeistof;
3. Het medium moet zodanig aangebracht kunnen worden zodat het een reproduceerbare proef oplevert. Hiermee wordt bedoeld dat de spoorstaaf bij verschillende passages in dezelfde omstandigheden is te brengen
4. Het adhesie verlagende middel moet ook weer te verwijderen zijn;
5. Het adhesie verlagende middel moet milieuvriendelijk zijn;

De hiernavolgende middelen zijn in het verleden gebruikt om de adhesie te verlagen:

UIC zeepoplossing met een hoge concentratie zeep (10 %):

Zeep met een concentratie die hoger is dan de UIC zeepoplossing kan een lagere adhesie opleveren dan de UIC zeepoplossing. De zeepoplossing met een concentratie van 10 % voldoet aan alle hiervoor genoemde punten behalve dat het onzeker is, dat een adhesie van μ kleiner dan 0,03 a 0,04, daadwerkelijk bereikt wordt. Nader onderzoek moet dit uitwijzen.

Groene zeep (en andere typen zeep)

In referentie [3] zijn beproevingen uitgevoerd op groene zeep en op zeepoplossing met een concentratie van 10 %. Uit deze beproeving blijkt dat groene zeep de remweg meer verlengd dan de zeepoplossing met een concentratie van 10 %. Het is echter wel zo dat, bij deze beproevingen met DM 90, de gemeten remvertraging op groene zeep gemiddeld $a \approx 0,7 \text{ m/s}^2$ is. Dit komt overeen met een adhesie uitnutting van $\mu \approx 0,07$. Deze hoge adhesie uitnutting kan mogelijk komen doordat de ABI de adhesie verbeterd. Het kan ook zo zijn dat groene zeep in tegenstelling tot wat verwacht wordt de adhesie niet verlaagd tot het gewenste gladheidsniveau (μ kleiner dan 0,03 a 0,04). Nader onderzoek moet uitwijzen of groene zeep (en andere typen zeep) de adhesie inderdaad verlagen tot het gewenste niveau.

Bij deze beproeving is groene zeep met een kwast aangebracht. Bij iedere beproeving is opnieuw groene zeep aangebracht. Mogelijk is er een efficiëntere methode om het middel aan te brengen. AEA, die mogelijk betrokken zal worden bij het uitvoeren van de proefritten, ziet mogelijkheden tot het eenvoudig opbrengen van zeep.

Papertape

Papertape heeft als nadeel dat het niet gemakkelijk is te implementeren (aanbrengen, nat maken en aanrijden) en daardoor tijdrovend is. Soms laat papertape ook los, waarna het opnieuw aangebracht moet worden. Hierbij kan het gebeuren dat wanneer de papertape loskomt tijdens de remproeven het papertape klem komt te zitten in de draaistellen. Een ander nadeel van papertape is dat het niet gemakkelijk te verwijderen is, na de proefritten. Voordeel is wel dat, als het papertape juist is aangebracht, de spoorstaven niet na iedere beproevingen opnieuw behoeven te worden behandeld. Papertape op de spoorstaaf blijkt ook na verschillende rembeproevingen nog een lage adhesie op te leveren.

Enige onzekerheid bestaat nog over het feit of de adhesie ook daadwerkelijk waarden bereikt van, μ kleiner dan 0,03 a 0,04, zoals gewenst wordt. AEA raadt gebruik van papertape af vanwege de bewerkelijkheid van het uitvoeren van de proefnemingen.

Olie

In het verleden zijn rembeproevingen gedaan op olie. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in referentie [1] en [2]. De proeven op olie toonden een adhesie uitnutting van $\mu \approx 0,05$. Bij deze beproeving is niet aangegeven wat voor soort olie gebruikt is. Verwacht wordt dat onderzoek naar de meest geschikte olie de adhesie mogelijk verder kan verlagen. Als olie wordt gebruikt om de adhesie te verlagen moet dit milieuvriendelijke olie zijn, die

gemakkelijk afbreekbaar is. AEA heeft vaker remproeven uitgevoerd op olie en ziet dit als een goede mogelijkheid.

Geconcludeerd kan worden dat olie een geschikt medium is om de adhesie te verlagen. Het is echter niet zeker dat een adhesie van μ kleiner dan 0,03 a 0,04 ook daadwerkelijk bereikt wordt. Dit moet nader onderzocht worden evenals het meest geschikte type olie.

Water:

Uit de ervaringen van AEA is gebleken dat het beste lage adhesie gecreëerd kan worden door, nadat het medium dat de gladheid moet veroorzaken opgebracht is, de sporen nat te maken. Dit is vergelijkbaar met de situatie in de ochtend wanneer de sporen vochtig worden van de dauw. AEA beveelt dan ook aan om het spoor nat te maken voordat de gladheid van het spoor wordt gemeten en de remproeven worden uitgevoerd.

Conclusie:

IVW heeft de wens uitgesproken dat rembeproevingen moeten worden uitgevoerd bij zeer lage adhesie. Hierbij moet een keuze worden gemaakt tussen zeepoplossing met een hoge concentratie zeep (10 %), groene zeep, papertape en olie.

De zeepoplossing valt af omdat verwacht wordt dat de gewenste lage adhesie niet bereikt wordt.

Papertape valt in eerste instantie af vanwege de bewerkelijkheid van het uitvoeren van de proeven. Mochten de overige middelen de verwachte lage adhesie niet veroorzaken dan wordt de beproeving opnieuw gedaan met als medium papertape.

Als beste media om gladheid te veroorzaken blijven over olie en groene zeep. Bij gebruik van olie moet nader onderzoek gedaan worden naar de meest geschikte olie om de gewenste adhesie te bereiken. Zowel olie als groene zeep zullen gecombineerd worden met water om maximale gladheid te bereiken.

Voorgesteld wordt om op korte termijn een proef te doen om een definitieve keus te maken voor het medium / de werkwijze waarop de beproeving uitgevoerd wordt. IVW zal worden uitgenodigd om deze proefneming bij te wonen zodat in samenspraak met IVW de definitieve keus gemaakt kan worden.

2. De proeflocatie

Voorgesteld wordt om de beproevingen uit te voeren op een emplacement. Voordeel hiervan is dat er minder belemmeringen zijn om de beproevingen uit te voeren. Nadeel is dat op een emplacement geen rembeproevingen gedaan kunnen worden met hoge snelheden.

Goed bewaakt dient te worden dat de trein voor het stootjuk tot stilstand komt. Dit kan voorkomen worden door ver voor het stootjuk te stoppen met het aanbrenge van het middel en door op het "schone" spoor voor het stootjuk zand aan te brengen.

3. Meten gladheid.

Nadat het medium is opgebracht en voordat de proefritten worden uitgevoerd zal de gladheid van het spoor worden gemeten met een "Railtribometer".

4. Proefopzet

Voorgesteld wordt om de beproevingen uit te voeren met ICM III omdat IVW van mening is dat dit treintype de slechtste remprestaties heeft van de proeftrein typen. Als de beproevingen met een proeftrein van het type ICM III slaagt wordt er van uit gegaan dat dit resultaat ook geldt voor DDM 1 en ICR.

Voorgesteld wordt om zowel proeftrein als een referentietrein te beproeven om een uitspraak te kunnen doen of de remprestaties van de proeftrein op zijn minst gelijk zijn gebleven aan de referentietrein.

De remproeven worden uitgevoerd met beginsnelheden van 40 km/h. Bij een adhesie van $\mu \approx 0,03$ is een vertraging te bereiken van $a = 0,3 \text{ m/s}^2$. Dit resulteert in een remweg van hoogstens 210 m. Met een aanzettraject van ongeveer 100 m en een reserve stuk van 150 m is een spoorlengte van ongeveer 460 m vereist.

Om de betrouwbaarheid van de beproevingen te vergroten, moeten de beproevingen worden uitgevoerd bij droog weer en bij een niet te hoge temperatuur. Regen kan namelijk het middel van de spoorstaaf spoelen. Hoge temperaturen kunnen bestanddelen van het middel doen verdampen.

Om inzicht te krijgen in de remprestaties op zeer glad spoor, zoals die in de praktijk voor komen, worden de rembeproevingen uitgevoerd bij verschillende remstanden. Gekozen is voor de elektronpneumatische remstanden 2 en 5 (EP 2 en EP 5) en voor de pneumatische snelremstand (PNS).

Zowel de proeftrein als de referentietrein worden 24 keer beproefd op het gekozen medium volgens het schema aangegeven in tabel 1 en tabel 2. In totaal worden er dus 48 remproeven uitgevoerd. Eerst worden de remproeven gedaan met de referentietrein. Vervolgens wordt de referentietrein omgebouwd tot proeftrein, waarna de referentietrein beproefd wordt.

Belangrijk is bij het vergelijken van de proeftrein met de referentie trein dat beide treinen in goede staat van onderhoud zijn en dat de afstelling van het remsysteem gelijk is.

Activiteit	Remstand	Tijdsbesteding [min]
Voorbereidingen		
Schoonrijden spoor		60
Beproeving		
Beproeving 1 droog spoor referentietrein	PNS	10
Beproeving 2 droog spoor referentietrein	PNS	10
Beproeving 3 droog spoor referentietrein	PNS	10
Beproeving 4 droog spoor referentietrein	PNS	10
Beproeving 5 droog spoor referentietrein	PNS	10
Beproeving 6 droog spoor referentietrein	PNS	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 7 referentietrein	EP2	10
Beproeving 8 referentietrein	EP2	10
Beproeving 9 referentietrein	EP2	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 10 referentietrein	EP2	10
Beproeving 11 referentietrein	EP2	10
Beproeving 12 referentietrein	EP2	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 13 referentietrein	EP5	10
Beproeving 14 referentietrein	EP5	10
Beproeving 15 referentietrein	EP5	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 16 referentietrein	EP5	10
Beproeving 17 referentietrein	EP5	10
Beproeving 18 referentietrein	EP5	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 19 referentietrein	PNS	10
Beproeving 20 referentietrein *	PNS	10
Beproeving 21 referentietrein *	PNS	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 22 referentietrein*	PNS	10
Beproeving 23 referentietrein*	PNS	10
Beproeving 24 referentietrein*	PNS	10
Afronden beproeving		
Schoonmaken van de spoorstaaf		60
Totaal		480

Tabel 1, Uit te voeren beproevingen met referentietrein

Activiteit	Remstand	Tijdsbesteding [min]
Voorbereidingen		
Schoonrijden spoor		60
Beproeving		
Beproeving 1 droog spoor proeftrein	PNS	10
Beproeving 2 droog spoor proeftrein	PNS	10
Beproeving 3 droog spoor proeftrein	PNS	10
Beproeving 4 droog spoor proeftrein	PNS	10
Beproeving 5 droog spoor proeftrein	PNS	10
Beproeving 6 droog spoor proeftrein	PNS	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 7 proeftrein	EP2	10
Beproeving 8 proeftrein	EP2	10
Beproeving 9 proeftrein	EP2	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 10 proeftrein	EP2	10
Beproeving 11 proeftrein	EP2	10
Beproeving 12 proeftrein	EP2	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 13 proeftrein	EP5	10
Beproeving 14 proeftrein	EP5	10
Beproeving 15 proeftrein	EP5	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 16 proeftrein	EP5	10
Beproeving 17 proeftrein	EP5	10
Beproeving 18 proeftrein	EP5	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 19 proeftrein	PNS	10
Beproeving 20 proeftrein *	PNS	10
Beproeving 21 proeftrein *	PNS	10
Aanbrengen medium		
Beproeving 22 proeftrein *	PNS	10
Beproeving 23 proeftrein *	PNS	10
Beproeving 24 proeftrein *	PNS	10
Afronden beproeving		
Schoonmaken van de spoorstaaf		60
Totaal		480

Tabel 2, Uit te voeren beproevingen met proeftrein

- * Verwacht wordt dat (met name) de referentietrein in de pneumatische snelremstand (PNS) vlakke plaatsen zal rijden. Per beproevingstrein wordt minimaal één meting in de PNS stand uitgevoerd. Mochten er toch geen vlakke plaatsen gereden worden dan worden er 5 remproeven uitgevoerd in de PNS stand, zoals ook aangegeven is in tabel 1 en 2.

Bij de beproevingen zoals genoemd in tabel 1 en 2 zal het volgende gemeten worden:

- Remcilinderdrukken van de voorste twee rijtuigen;
- ABI-activiteit;
- Assnelheden;
- Beginsnelheid van de trein door middel van een doppler radar;
- Met behulp van de tribo-meter zal de adhesie van de eerste 10-20 meter van het beproevingstraject gemeten worden.

5. Conclusie

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Voorgesteld wordt om voor aanvang van de beproevingen een onderzoek te doen naar het meest geschikte medium. Bij dit voor onderzoek wordt het volgende onderzocht:
 - a. De meeste geschikte zeep om zeer lage adhesie te bereiken;
 - b. De meeste geschikte olie om zeer lage adhesie te bereiken;
 - c. Het meeste geschikte medium voor de beproeving. Hierbij worden de media die onder a en b naar voren komen en papertape met behulp van de tribometer in de praktijk beproefd.
- Meer rembeproevingen vergroot de kans dat een juiste uitspraak wordt gedaan of de remprestaties van de proeftrein minstens evengoed zijn als de remprestaties van de referentietrein;
- Beproevingen op zeer gladde spoorstaaf zullen een aanvulling zijn op de bewijsvoering dat de remprestaties van de proeftreinen minstens evengoed zijn als de referentietreinen maar zullen nog steeds geen garantie zijn dat dit werkelijk zo is.

Referenties

- [1] Vermeulen, L, *Beproeving van elektromagnetische remmen en microprocessorgestuurde ABI van DH 3219 en DH 3113*, CTO/6/10.466/044, juli 1988, CTO
- [2] van Bruchem, R. F., Vermeulen, L, *Beproeving ICM 4033 met magnetremmen*, maart 1989, CTO, CTO/6/10.395/115
- [3] Beets, N., *Verificatie parameterpluggegevens DM 90*, NedTrain Consulting, TR/NB/960531/01, 31 mei 1996