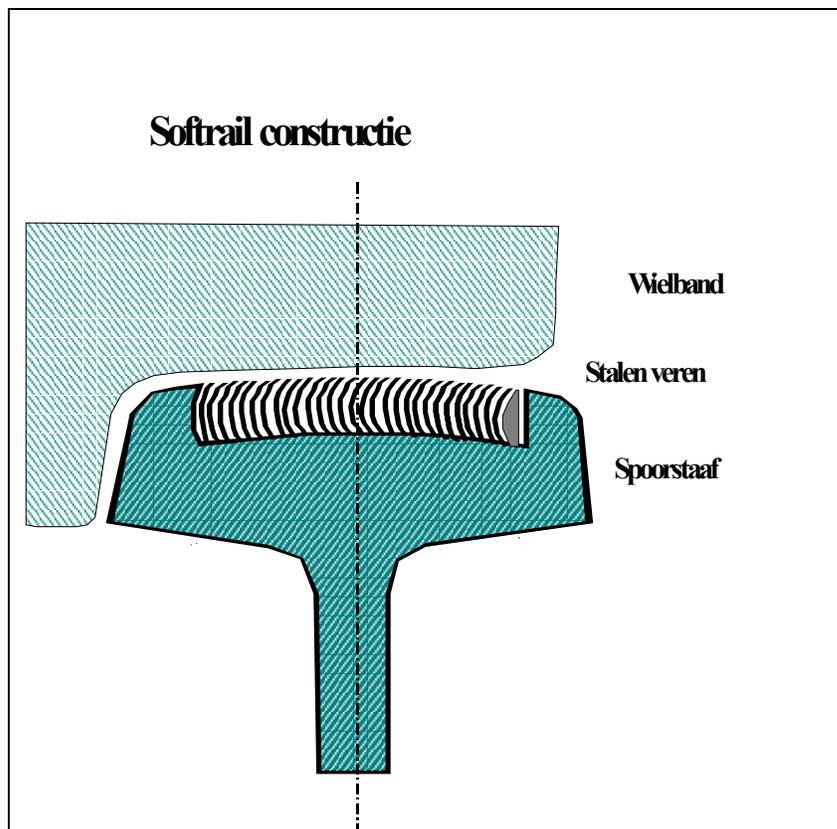


# Reductie geluid en trillingen van railverkeer door middel van spoorstaven met verend oppervlak genaamd "Softrail"

ing R.C.Muchall  
Geluidconsult b.v.  
Teleportboulevard 110 Amsterdam  
Tel 020-4752058  
Fax 0-20-4752059  
Mobiel 0646181825  
E-mail rm.geluidconsult@planet.nl

2--08-2006



## 1. Inleiding

Lawaai en trillingen van treinen zijn al jaren onderwerp van onderzoek en ontwikkeling. Zo is er veel research gedaan ten behoeve van de TGV en zijn in Europees verband verschillende onderzoeksprojecten in uitvoering. Er zijn inmiddels al een aantal nieuwe ideeën ontwikkeld die tezamen een reductie in de orde van 10 dB(A) kunnen realiseren. Toch is het probleem van lawaai en de trillingen van treinen nog lang niet opgelost. Er is nu een nieuw principe bedacht om het raillawaai met 10 tot 20 dB(A) te verminderden.

Het is gebaseerd op het principe om de contactstijfheid van de rails te verlagen. De naam is "Softrail". Hieronder volgt een verdere beschrijving.

## **2. Contactstijfheid**

Volgens Remington [1] is de lawaai productie sterk afhankelijk van deze contactstijfheid. Als men kijkt naar het lawaai van een wiel op een railsconstructie in verhouding tot het lawaai van een wiel op de weg, is daar wat vreemds aan. Het oppervlak van een rails is ogenschijnlijk erg glad. De ruwheid ligt in de orde van enkele honderdsten van millimeters. Dat van de treinwielen eveneens. De ruwheid van wegdek van glad asfalt ligt in de orde van 5 a 10 mm, dus circa honderd maal zo groot. Als men allen naar de ruwheden kijkt, dan zou men verwachten dat een voertuig op rails veel stiller en met minder trillingen zich voortbeweegt dan dat van een vrachtwagenband met dezelfde belasting. De praktijk is echter anders. Een autoband van een vrachtwagen maakt minder lawaai en veel minder trillingen dan een wiel van een trein. De oorzaak ligt in het verschil in contactstijfheid. Een autoband heeft een veel kleinere contactstijfheid dan een stalen treinwiel. Het contactoppervlak van een autoband ligt al gauw in de orde van 20x20 cm. Dat van een treinwiel is niet groter dan een dubbeltje. De contactstijfheid bedraagt ongeveer 1000.000.000 N/m. Het gevolg hiervan is dat ruwheden van enkele honderdsten van mm een dynamische kracht opwekt van vele kNewtons, die, afhankelijk van de rijnsnelheid, enkele tientallen procenten van de statische belasting van het wiel kan bedragen. Dergelijke grote dynamische krachten veroorzaken sterke trillingen van de wielen en de rails. Bij een vermindering van deze stijfheid met een factor 10 zou de geluidsproductie met zo'n 20 dB kunnen dalen.

## **3. Huidige maatregelen**

Maatregelen om het geluid en trillingen van railverkeer te verminderen richten zich op afscherming door middel van geluidsschermen, ander type dwarsliggers of sinds kort een aangepast types spoorstaaf welke deels wordt ingebed in een soort goot met rubber. Aan het ontstaans-mechanisme van de trillingen wordt hierbij weinig of niets gedaan. Wel zijn er ideeën ontwikkeld om het wiel- of railoppervlak te bekleden met kunststoffen. In de praktijk echter bleek dat de vlaktedruk van het contactoppervlak veel te hoog was voor welke kunststof dan ook. Alleen staal is hiervoor sterk genoeg.

## **4. SOFTRAIL CONSTRUCTIE**

De Softrail constructie is gericht op het verlagen van de contactstijfheid van de rail. Het bestaat uit een pakket bladveren welke in een groef in de kop van een standaard spoorstaaf wordt aangebracht. Het vormt een verende tussenlaag tussen rails en wielen waardoor de contactstijfheid sterk afneemt.

Deze constructie ziet er als volgt uit:

In de kop van een standaard railprofiel wordt een groef aangebracht van circa 1 cm diepte. Hierin wordt een pakket verticaal staande gebogen bladveren aangebracht welke een of meer mm boven de railkop uitsteekt. De vorm en afmetingen van de bladveren zijn zo gemaakt dat de statische inverting van het treinwiel circa 1 a 2 mm bedraagt. De vorm van het loopvlak van het verenpakket is in ingedrukte toestand in principe gelijk aan dat van de genormaliseerde massieve rail .

## **5. Akoestische werking**

De punt-stijfheid van het rol-oppervlak van de softrail is aanzienlijk kleiner dan die van een massieve railkop ten gevolge van de lagere veerconstante en ten gevolge van de kleinere dynamische massa van de bladveren. Daardoor zijn de dynamische krachten welke ontstaan tengevolge van rail-oneffenheden eveneens kleiner. Aangezien deze krachten de bron zijn van de trillingen en geluid is een aanzienlijke reductie van meer dan 10 dB(A) van de geluid-emissie en trillingen te verwachten.

Bij hogere snelheden speelt de massacomponent van de puntstijfheid een grotere rol. Door de veel lagere massa van het ingeveerde deel ten opzichte van een massieve railkop neemt de reductie van de dynamische krachten toe met de rijnsnelheid. Dit maakt het principe bijzonder geschikt voor een hoge-snelheidstrein.

De softrail kan lokaal worden aangebracht op die plaatsen waar geluid, trillingen en slijtage een probleem zijn. Het is dan werkzaam voor alle treinen, dus ook voor goederen - en andere treinen uit binnen en buitenland en levert daarmee meer akoestisch rendement op dan maatregelen aan treinwielen, die alleen bij het gemodificeerde treintype effect hebben.

## **6. Railonderbreking**

Doordat het roloppervlak uit meerdere bladveren bestaat, is het mogelijk deze als twee vorken in elkaar te teken. Dit heeft weer tot gevolg dat er geen hoorbare railonderbreking in de spoorstaaf aanwezig is. Dit vermindert de geluidhinder en slijtage van de rails

### **6.1. Stroomgeleiding**

Aangezien de constructie van (hoogwaardig) staal is gemaakt is de stroomgeleiding verzekerd.

Door het vorkvormig in elkaar schuiven van de bladveren wordt de stroomgeleiding van de rails bij de railonderbreking bevorderd.

## **7. Slijtage van het contactoppervlak.**

Doordat het contactoppervlak van de softrail groter is dan dat bij een massieve railkop wordt voorkomen dat de elasticiteitsgrens van rail- en wiel-oppervlak wordt overschreden. Dit voorkomt o.a. golfslijtage en vermindert slijtage van de treinwielen.

Indien door wat voor reden dan ook de softrail aan slijtage onderhevig is kan zij (eenvoudig? ) worden vervangen.

De onderliggende spoorstaaf gaat langer mee omdat deze niet meer aan rolslijtage onderhevig is.

## **8. Rolweerstand**

De rolweerstand zal iets hoge liggen dan die van een massieve railkop, maar is beperkt doordat de stalen veren lage hysteresis verliezen kennen.

## **9. Beschrijving en Functie van de softrailonderdelen**

### **9.1. Bladveren**

De bladveren bestaan uit een aantal strippen van hoogwaardig roestvrij stalen verenstaal met een lengte van een van een aantal meters welke in een bepaalde gebogen vorm gewalst zijn. De juiste profilering moet nader worden uitgezocht. Enerzijds moet er voldoende sterkte worden geleverd om de verticale krachten op te kunnen vangen. Een vlakke bladveer op zijn kant is sterker dan een gebogen bladveer. Anderzijds moet de inverting zo groot mogelijk zijn om de contactstijfheid te verlagen. De indrukking moet een of enkele mm bedragen om duidelijk effect te hebben op de geluidsafstraling. Dit vraagt om een sterker gebogen bladveer. Een gebogen bladveer met een doorsnede van een cirkelboog heeft het voordeel dat bij een aaneengesloten pakket er een gesloten oppervlak ontstaat. Andere vormen zijn in principe ook mogelijk. Uit werktuigkundig onderzoek kan de optimale vorm worden vastgesteld.

Het pakket bladveren heeft in ingedrukte toestand ongeveer de vorm van een standaard railprofiel zodat de springeigenschappen zo veel mogelijk ongewijzigd blijven.

De bladveren kunnen bij de railonderbrekingen van niet doorgelaste rails als een vork in elkaar geschoven worden zodat er een roloppervlak ontstaat zonder onderbrekingen. .

De bladveren worden van een hoogwaardige corrosievaste staalsoort gemaakt.

### **9.2. Binnenprofiel**

Aan de wielzijde van de railkop bevindt zich het binnenprofiel. Deze heeft de volgende functie:

#### **9.2.1. Spoorgeleiding**

Het heeft dezelfde radius als de onderliggende rails en verzorgt daarmee de spoorgeleidingseigenschappen van de constructie.

#### **9.2.2. Opvang horizontale krachten**

Door het binneprofiel worden de horizontale krachten, welke opgewekt worden door de wielzijde opgenomen en afgeleid naar de onderliggende spoorstaaf.

#### **9.2.3. Begrenzing doorvering**

Het binnenprofiel functioneert samen met het buitenprofiel als begrenzing van de doorvering tengevolge van overbelasting of stoten etc.

#### **9.2.4. Verankering**

Het binnenprofiel verzorgt samen met het buitenprofiel de verankering van de gehele softrail

### **9.3. Buitenprofiel**

Aan de zijde tegenover de wielkens is het buitenprofiel gelegen. Dit heeft onder andere de volgende functies:

#### **9.3.1. Begrenzing doorvering**

Het buitenprofiel functioneert samen met het binnenprofiel als begrenzing van de doorvering tengevolge van overbelasting of stootbelasting etc.

#### **9.3.2. Verankering bladveren**

Het buitenprofiel verzorgt, samen met het binnenprofiel de verankering van de gehele softrail

#### **9.3.3. De overige delen van de spoorstaaf**

De onderliggende spoorstaaf heeft bij de softrailconstructie alleen een dragende functie. De groef in de railkop zou, afhankelijk van de corrosiegevoeligheid van de gebruikte materialen, openingen moeten bevatten om te voorkomen dat de groef vol water blijft staan.

## **10. Andere effecten:**

### **10.1. Toepassing in bogen**

De SOFTRAIL is in hoofdzaak bedoeld voor toepassing in recht spoor. Gezien de flexibiliteit van de bladveren is toepassing in bogen niet uitgesloten. Het is niet ondenkbaar dat, omdat de horizontale flexibiliteit van het roloppervlak anders is dan dat van een massieve railkop, de kans op het zgn piepen in bogen duidelijk afwijkt van dat bij een massieve railkop.

### **10.2. Golfslijtage**

Golfslijtage treedt op als gevolg van plaatselijke overbelasting van de rail, waardoor de vloeigrens wordt overschreden en overmatige slijtage optreedt. Het overbelastingsmoment hangt vaak samen met de verende eigenschappen van de ondergrond.

De vlaktedruk van de softrail ligt veel lager dan die bij een massieve railkop. Het is daarom te verwachten dat golfslijtage bij een softrailprofiel niet optreedt. Dit kan een interessante optie zijn om in kritische situaties een oplossing te bieden.

## **11. Nader te bepalen**

Het hoofdprincipe van de softrail en de onderdelen is weliswaar vastgelegd. Het ontwerp is nog verre van compleet. Er moeten een aantal hoofdzaken worden bepaald:

- 1 De vorm en afmetingen van de bladveren. De variabelen zijn: de hoogte, de dikte en de vorm, dat wil zeggen de mate van kromming.
- 2 De bevestigingswijze van de bladveren. Een eenvoudige wijze is door middel van borgbouten. Een andere methode is door middel van een borgende spie.
- 3 De gebruikte staalsoorten. Er zijn vele soorten corrosievast verenstaal.

## **12. Onbekende factoren**

De softrail bestaat, afgezien van een eenvoudig proefmodel, alleen op papier. Naast veelbelovende eigenschappen zoals beschreven, kunnen er verwachte en onverwachte nadelige effecten optreden. Nader onderzoek moet uitwijzen of deze dermate belangrijk zijn dat dit de verdere ontwikkeling van het softrailprincipe belemmert. Enkele aspecten waar zekerheid over moet worden verkregen zijn:

### **12.1. De sterkte en veiligheid kan worden aangetast.**

Het railoppervlak met de bladveren is gecompliceerder dan een massieve railkop. Er kan breuk optreden, slijtage en vermoeidheid. Hoe gedraagt de constructie zich bij overbelasting, bevrozing, stenen en bladeren op de rails etc. Wat gebeurt er als een of meer bladveren het begeeft. Dit veiligheidsrisico kan door sterkteberekeningen en metingen nader worden bepaald. Goed construeren en veiligheidstests moet dit risico tot aanvaardbare proporties kunnen terugbrengen.

### **12.2. Het akoestisch effect kan tegenvallen.**

Welke verlaging van de contactstijfheid kan worden bereikt, is in het huidige stadium van ontwikkeling niet te zeggen. Als het effect minder dan 10 dB(A) is, is het de vraag of ontwikkeling en toepassing lonend is. Een tweede nadelig effect kan zijn dat het wiel te vaak contact maakt met het niet verende binnenprofiel, waardoor de verende eigenschappen onvoldoende tot hun recht komen. Een oplossing hiervoor zou kunnen zijn om voor de sporing eveneens een verende constructie toe te voegen.

### **12.3. Het onderhoud kan tegenvallen**

Hoewel door het verlagen van de contactdruk het roloppervlak minder rolslijtage ondervindt, kan er slijtage aan de bladveren optreden omdat deze enigszins vervormen en langs elkaar kunnen schuiven. De mate waarin is nu niet te zeggen. Oplossingen voor dit probleem kan misschien liggen in het toepassen van smerende, stroomgeleidende smeermiddelen of tussenlagen.