

## Rapport Trillingsproblematiek oostlijn in Amsterdam; samenvatting

### Achtergrond

Sinds eind 2012 klaagt een deel van de bewoners in de directe nabijheid van het tracé Centraal Station – Weesperplein over toenemend laagfrequent geluid van de ondergrondse metrolijn, de Oostlijn. De klachten komen met name uit de omgeving van het station Nieuwmarkt.

Naar aanleiding van de sinds 2013 uitgevoerde onderzoeken zijn geluid- en trilling reducerende maatregelen getroffen zowel aan metro zijde als aan het Pentagon gebouw. Deze maatregelen hebben nog niet geleid tot het wegnemen van de hinder.

De klachten zijn ontstaan nadat de M5 serie gefaseerd in exploitatie is gekomen:

- vanaf april 2012 zijn twee M5 metrostellen ingezet voor testritten;
- vanaf juni 2013 zijn twee M5 metrostellen in exploitatie genomen;
- van mei 2013 t/m eerste helft 2015 heeft de aflevering en in gebruik name van de overige 23 M5 metrostellen plaatsgehad.

Najaar 2018 heeft de ombudsman onderzoek gedaan naar de overlast die wordt ondervonden langs het tracé Centraal Station - Weesperplein. Bewoners en winkeliers in de directe nabijheid van het tracé is gevraagd gedurende een periode van drie weken het tijdstip bij te houden waarop zij overlast ervaren en – door middel van een cijfer - de mate waarin.

Uit dit onderzoek is gebleken dat er hinder is op twee locaties: rond het Pentagon (Nieuwmarkt zuid) en rond Rechtboomsloot/Lastageweg (Nieuwmarkt noord). Deze bevindingen zijn aanleiding voor nader onderzoek gericht op mogelijke oorzaken die kunnen worden toegeschreven aan de metrolijn, ofwel 'bij de bron' (en dus niet aan eventuele overdracht naar de woningen).

### Aanpak

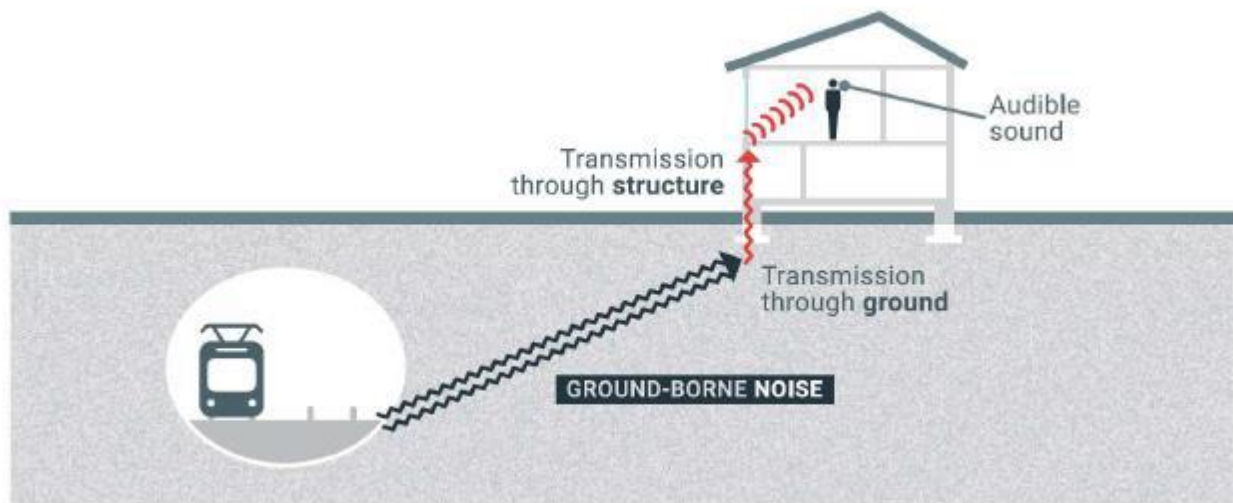
Omdat er meerdere oorzaken mogelijk zijn, is gekozen voor een gefaseerde aanpak:

1. uitvoeren van een oorzaakanalyse om de meest waarschijnlijk oorzaken te identificeren;
2. op basis van resultaten oorzaakanalyse gericht onderzoek en metingen uitvoeren om de daadwerkelijke bron van de trillingen vast te stellen en maatregelen te definiëren;
3. realiseren van gerichte maatregelen om de trillingsbron weg te nemen.

Onderzoeksfase 1 is inmiddels uitgevoerd. De oorzaakanalyse is gebaseerd op literatuuronderzoek, bestudering van de infrastructuur en op basis van een analyse van geluid- en trilling metingen die in 1980 en in de periode 2013-heden zijn verricht.

### Opwekking van geluid en trillingen

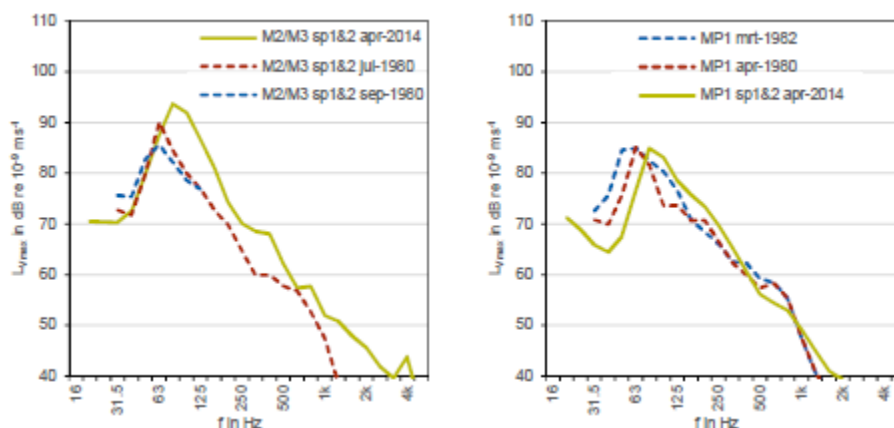
Railverkeer veroorzaakt trillingen en geluid die het gevolg zijn van drie mechanismes: aanstotingsmechanismes, onderliggende mechanische principes en de opwekking van constructiegeluid. Trillingen die worden doorgegeven via gebouwen en afstralen door muren en plafonds, worden gewoonlijk constructiegeluid genoemd en in deze categorie ondergebracht. In figuur 2 wordt de opwekking, overdracht en immisatie van constructiegeluid bij een ondergrondse spoorbaan weergegeven.



figuur 1 Emissie, overdracht en immissie van spoortrillingen (bron: RIVAS) 2  
Gemeente Amsterdam Metro & Tram Versie 1.1; 18 april 2019

### Conclusie analyse meetcampagnes en infrastructuur gegevens

Onderstaand figuur 2 vergelijkt recente meetdata met gegevens na ingebruikname van de tunnel: links toegang noord van station Nieuwmarkt en rechts toegang zuid Nieuwmarkt. De dataset bevat alleen passages van de metrostellen M2/M3; het materieel dat bij de opening van de tunnel in exploitatie was.



Figuur 2 vergelijking recente meetdata met gegevens na ingebruikname van de tunnel

De analyses leiden tot enkele relevante bevindingen.

- De trillingsniveaus bij Nieuwmarkt zuid zijn circa 8 dB toegenomen ten opzichte van de metingen begin van de jaren tachtig (figuur 2, links). Deze locatie komt overeen met de klachten 'hotspot' Pentagon.
- De trillingsniveaus bij Nieuwmarkt noord zijn daarentegen niet toegenomen ten opzichte van de jaren tachtig (figuur 2, rechts).
- De trillingsniveaus zijn bij Nieuwmarkt zuid 10 dB hoger dan bij Nieuwmarkt noord.
- De getroffen bronmaatregelen aan het spoor (slijpen van het spoor, egalisatie en vervanging van ES lussen) hebben niet geleid tot afname van de klachten.
- Metro's M2/M3 en M5 veroorzaken veel sterkere trillingen dan de sneltrams.
- Tijdens groot onderhoud in 2008 zijn de oorspronkelijke houten dwarsliggers vervangen door betonnen exemplaren. Betonnen dwarsliggers hebben meer massa en absorberen

- trillingen minder goed dan houten dwarsliggers.
- Tijdens groot onderhoud in 2008 is op sommige plekken de onderlaag van het ballastbed blijven liggen. Door veroudering kan deze laag zijn ingeklonken, waardoor deze stijver is dan een nieuwe laag ballast. Indien dit het geval is, is de ballast minder in staat om dynamische krachten op te vangen.
  - Station Nieuwmarkt was één van de drie stations die ook een functie als atoomschuilkelder had. Het station kon hermetisch afgesloten worden met grote stalen branddeuren. De branddeuren zijn in 2008 vast gelast en de drempel van de deur onder het spoor zou zijn weggebroken. Deze ingreep kan een mogelijke veroorzaker zijn van trillingen.
  - Ten zuiden van station Nieuwmarkt bevinden zich ES-lassen in beide sporen. Dergelijke lassen waren ook voor de renovatie op die locatie aanwezig (volgens de tekening "Baanvak Nieuwmarkt Waterlooplein Ct 605.pdf"). Het is echter niet duidelijk waarom de ES lassen in het verleden niet, en nu dus mogelijk wel tot problemen leiden. Na 2014 zijn maatregelen uitgevoerd aan deze ES lassen.

### **Conclusies mogelijke oorzaken van toename trillingen**

In de oorzaakanalyse zijn 11 mogelijk trilling-mechanismen beschouwd die nader geanalyseerd zijn met behulp van beschikbare informatie over de infrastructuur en de meetgegevens.

*- De toename van het trillingsniveau bij Nieuwmarkt zuid wordt veroorzaakt door impact in verticale richting (stootgeluid) ter plaatse van één locatie in het spoor. Het ligt het meest voor de hand dat het stootgeluid wordt opgewekt door de ES lassen. Echter, we kunnen niet uitsluiten dat de drempel van de voormalige branddeuren een rol speelt in het doorgeven van de trilling.*

*- Door de impact wordt op spoor 2 zogenaamde 'P2 resonantie' opgewekt. Deze 'P2 resonantie' vindt alleen plaats bij metromaterieel M5 en M2/3. Het sneltrammaterieel beschikt over wioldempers, waardoor deze modus sneller dooft. Dit mechanisme is grofweg vergelijkbaar met de klepel die een klok aanstoot (impact/stoot) waar door deze gaat galmen (resonantie). (De resonantiefrequentie valt mogelijk samen met een torsie-of buigfrequentie van de wielas.)*

### **Voorstel voor vervolg**

- Er worden voertuigmetingen uitgevoerd waarbij de trilling aan de wielen gemeten worden en bepaald wordt waar de resonantie wordt gestart door de verticale impact. Ter hoogte van de drempel of de ES las.
- Daarnaast wordt gemeten in welke mate de trilling van de baan overgedragen wordt aan de tunnelwand. Op basis hiervan kunnen effectieve maatregelen gedefinieerd worden om de trillingsbron zo veel mogelijk weg te nemen.
- Tevens wordt voorgesteld om de status van de ES las vast te stellen en of de branddeur drempel, die ingegraven in de ballast ligt, wel of niet in contact staat met het spoor.