

## MEMO

Onderwerp:  
TVM; akoestische beoordeling

Maastricht,  
27 augustus 2012

Van:  
ir. Luc Cartigny

Afdeling:  
Divisie Gebouwen Maastricht

Aan:  
Fred Snoek

Projectnummer:  
D01021.000134.0100

Opgesteld door:  
ir. Luc Cartigny

Ons kenmerk:  
076491628:B

Kopieën aan:  
Merijn van Essen

DIVISIE GEBOUWEN

## 1 Inleiding

In het kader van de tracékeuze voor de Tram Vlaanderen-Maastricht (TVM) heeft een akoestische beoordeling plaatsgevonden.

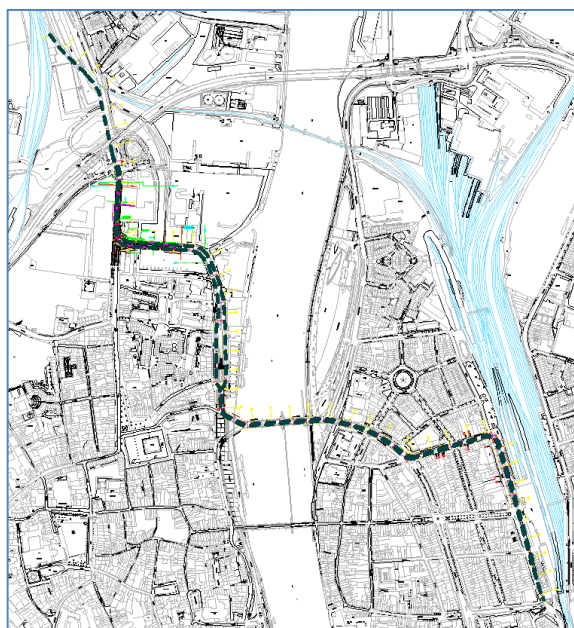
Reeds eerder is in opdracht van de gemeente Maastricht door dgmr een onderzoek verricht naar diverse tracévarianten. De resultaten van dat onderzoek zijn opgenomen in de rapportage V.2008.1068.01.N001 van 31 maart 2011.

Thans is de tracékeuze voor de TVM nader uitgewerkt en zijn de akoestische berekeningen geactualiseerd.

## 2 Uitgangspunten

Het akoestisch rekenmodel dat in 2011 is opgesteld door dgmr is aangepast aan de thans bekende ligging van het tracé. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen van ARCADIS:

- Tracédeel 1, TVM-1-SP-21101
- Tracédeel 1, TVM-1-SP-21102
- Tracédeel 2, TVM-2-SP-21103
- Tracédeel 3, TVM-3-SP-21104
- Tracédeel 3, TVM-3-SP-21105
- Tracédeel 3, TVM-3-SP-21106
- Tracédeel 4, TVM-4-SP-21107
- Tracédeel 5, TVM-5-SP-21108
- Tracédeel 5, TVM-5-SP-21109



## 3 Geluidbronnen

### 3.1 Rolgeluid

Het rolgeluid ten gevolge van rijdende trams is analoog aan de geluidproductie van auto's in de berekeningen opgenomen. Voor trams gelden nog specifieke bronnen die bij het overig verkeer niet aanwezig zijn, zie hiertoe de volgende paragrafen.

### 3.2 Stootgeluid

Dit is van belang bij kruisingen van tramrails en overgang van spoortypen. Dit komt in het stadstracé niet voor en is daarom geen probleem. Dit speelt mogelijk wel een rol bij de overgang naar het bestaand spoor. Deze overgang is echter buiten het stadstracé, althans buiten de woonomgeving, gelegen.

### 3.3 Booggeluid

Booggeluid ontstaat bij krappe bogen (scherpe bochten) en leidt tot een hoog piepend geluid. Hierbij speelt het type wiel en de wielophanging een rol. In het ontwerp zijn bochten met en krappe boogstraal zoveel mogelijk voorkomen.

Booggeluid is een complex fenomeen. Door de vele aspecten die hierop invloed hebben, zoals het weer, smering, slijtage etc., is het vrijwel onmogelijk om booggeluid te voorspellen.

Booggeluid kan worden beperkt door beheersmaatregelen in de vorm van regelmatig onderhoud (slijpen wielen en rails) en smeren van de rails. Dit laatste kan door een smeersysteem in te bouwen in de trams. In Antwerpen is gekozen om 1 tram te voorzien van een smeersysteem dat voldoende smering levert voor alle andere trams die over dat tracé rijden.

### 3.4 Onderhoud/ruwheid

Ruwe rails en wielen kunnen tot een toename van de geluidproductie leiden. Bij de materieelkeuze kan hier deels rekening mee worden gehouden door trams met afgeveerde en geoptimaliseerde wielen te selecteren. Dit is een standaard oplossing bij modern materieel. Vaak worden ook wielschorten toegepast op de trams en worden de rails trillingdempend bevestigd. Dit zal onderdeel zijn van de definitieve materieelkeuze c.q. te stellen eisen aan het nieuwe materieel.

Verder zal in de praktijk moeten blijken in hoeverre en wanneer er verruwing van rails en wielen optreedt. Indien dit geconstateerd wordt dan kunnen de wielen en eventueel de rails worden geslepen. Dit is een gebruikelijke oplossing. In de praktijk is gebleken dat, indien geen onderhoud wordt gepleegd de geluidproductie met ongeveer 4 dB kan toenemen en dat dit door regelmatig onderhoud kan worden voorkomen.

### 3.5 Tractie en hulpapparaten

Bij een rijdende tram is de hulpapparatuur niet tot nauwelijks hoorbaar omdat het zogenaamde rolgeluid overheersend is. Bij stilstaande trams op een halte is dit wel hoorbaar als er geen overig verkeer is en het achtergrondniveau laag is.

Geluid van deze apparatuur is echter te beperken door geluidisolerende maatregelen die bij modern materieel grotendeels standaard zijn ingebouwd. Dit zal bij de selectie van het trammaterieel worden meegenomen.

# ARCADIS

## 3.6 *Remmen van trams*

Remgeluid was in het verleden vaak een bron van piepgeluiden, dat was het gevolg van de toepassing van blokremmen. Tegenwoordig worden, net zoals bij auto's en vrachtwagens, ook bij trams schrijfremmen gebruikt. Hiermee is geluid bij het remmen geen probleem meer.

## 3.7 *Afremmen en optrekken*

Geluid door afremmen en optrekken speelt met name een rol bij de haltes. De verschillen met een rijdende tram zijn echter verwaarloosbaar.

Overigens krijgt de tram 'absolute' voorrang waardoor afremmen en optrekken op het tracé geminimaliseerd wordt en de tram met een vrij constante snelheid kan rijden.

Bij haltes komt wel een waarschuwingssignaal dat de tram er aan komt, vergelijkbaar met waarschuwingssignaal voor blinden bij voetgangersstoplicht.

## 3.8 *Wissels*

Ter plaatse van de Bosscherweg worden twee wissels gesitueerd om de tram vanaf het goederenspoor de stad in te leiden. Bij passage van de wissels zal een geluidtoename van enkele dB's kunnen optreden. Vanwege de relatief grote afstand tot woningen is dit geen probleem.

Ook op het stationsplein worden wissels toegepast. Omdat hier sprake is van een lage rijsnelheid zal dit nauwelijks extra geluid produceren.

## 3.9 *Bruggen (kunstwerken)*

Uit ervaring is gebleken dat kunstwerken van beton normaliter niet tot een verhoogde geluidproductie leiden en dus geen probleem zijn.

Bij een directe railbevestiging kunnen geluid en trillingen bij stalen bruggen wel relevant zijn. In een binnenstedelijke omgeving zijn daarom geluidgedempte spoorstaven met geïsoleerde bevestiging in elk geval noodzakelijk. Hierdoor wordt voorkomen dat de brug en spoorstaven gaan meetrillen en geluid afstralen.

De Wilhelminabrug is een stalen brug waarop een directe railbevestiging is ontworpen. Uitgegaan wordt van een in een U-profiel ingegoten spoorstaaf type SA42. Deze spoorstaaf is speciaal ontwikkeld en geoptimaliseerd om zo weinig mogelijk geluid te produceren. De SA42 leidt tot een reductie van 4 dB(A) in vergelijking tot een betonplaten spoor met ingegoten UIC 54 spoorstaven.



# ARCADIS

## 4 Berekeningen

### 4.1 Rekenmethodiek

Berekend is de geluidbelasting conform de standaard rekenmethode II van de het Reken en meetvoorschrift 2006 op grond van de Wet geluidhinder. In dit wettelijk rekenvoorschrift wordt alleen rekening gehouden met het rolgeluid van het trammaterieel.

### 4.2 Resultaten

Met behulp van het geactualiseerde rekenmodel is de geluidbelasting ten gevolge van verkeer (inclusief trams) rond het tracé opnieuw berekend en vergeleken met de huidige geluidbelasting en met het tracé en de berekeningen uit 2011. Daaruit is gebleken dat de verschillen verwaarloosbaar klein zijn en minder dan 1 dB bedragen. De rekenresultaten zijn opgenomen in de bijlage.

Lokaal zijn er verschillen in de bijdrage van de tram vanwege de tracékeuze. Met name ter plekke van de Maasboulevard en aansluiting aan de Wilhelminabrug is het tracé iets verlegd ten opzichte van het onderzoek uit 2011. Hierdoor neemt de geluidbijdrage van de tram op sommige gevels van de woningen toe ten opzichte van de eerdere berekeningen maar omdat de tram onderschikt is aan het overig wegverkeer heeft dat nauwelijks invloed op de totale geluidbelasting (minder dan 1 dB).

Uit een vergelijking van de situatie inclusief tram met de huidige situatie blijkt dat er nauwelijks verschil in geluidbelasting is. Langs een groot deel van het tracé neemt de geluidbelasting af, alleen in de Boschstraat (noord en midden) en de Grote Gracht<sup>1</sup> is er sprake van een lichte toename, deze is echter minder dan 1 dB hetgeen als verwaarloosbaar te beoordelen is.

De conclusies uit de rapportage van dgmr uit 2011 blijven daarom van kracht. Korthedshalve wordt verwezen naar die rapportage en de conclusie in de volgende paragraaf.

## 5 Conclusies

Geconcludeerd wordt dat er geen sprake is van een reconstructie in de zin van de Wet geluidhinder en dat uit dat oogpunt geen wettelijke maatregelen noodzakelijk zijn. Wel zijn er aandachtspunten c.q. randvoorwaarden voor de uitvoering van de stalen kunstwerken (bruggen).

Onderstaande conclusies zijn grotendeels overgenomen uit de rapportage V.2008.1068.01.N001 uit 2011:

- Onderzocht is de geluidbelasting ten gevolge van wegverkeer waaronder in dit kader ook trams worden begrepen.
- Gerekend is met elektrische trams vergelijkbaar met het Citadis materieel in Zoetermeer.
- Vrijwel overal is er sprake van een lagere geluidsbelasting dan in de huidige situatie. De tram zorgt alleen in de Boschstraat (noord en midden) en de Grote Gracht<sup>1</sup> voor een lichte toename ten opzichte van de huidige situatie, deze toename is echter minder dan 1 dB en is als marginaal te beoordelen.
- Langs de overige wegen is er sprake van een afname van de geluidbelasting.

---

<sup>1</sup> Dit wordt niet rechtstreeks veroorzaakt door de tram maar door een wijziging in de overige verkeersstromer

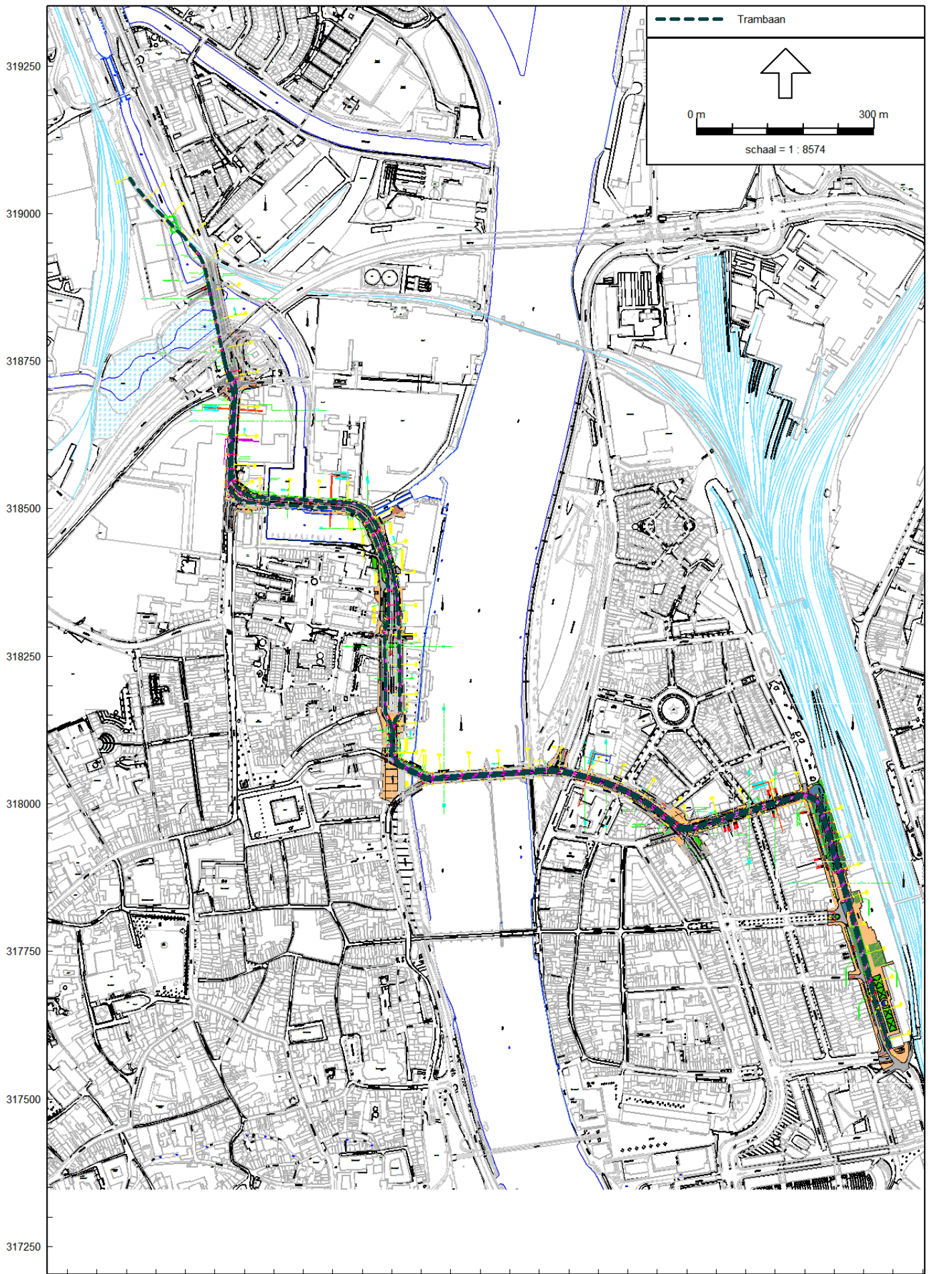
# ARCADIS

- Daar waar sprake is van een afname wordt deze grotendeels veroorzaakt door het afnemend verkeer van het onderliggend wegennet.
- Het effect van bijzondere geluiden zoals waarschuwingssignalen, booggeluid en stootgeluid (bij wissels en kruisingen) is beschouwd. In de Maastrichtse situatie zal alleen het booggeluid mogelijk voor een lichte geluidstoename zorgen op enkele plekken. Tevens zal er ten behoeve van de verkeersveiligheid een waarschuwingssignaal klinken bij haltes en kruisingen. Volgens de Wet Geluidhinder geldt hiervoor overigens geen juridisch kader. Door een goede materiaalkeuze, regelmatig beheer en onderhoud en eventueel smering is het booggeluid tot een minimum te beperken.

Maastricht, 27 augustus 2012  
ARCADIS Nederland BV

## Bijlage:

- Overzicht rekenmodel
- Vergelijking geluidbelasting huidig tracé en actuele geluidbelasting zonder tram (met bussen)
- Vergelijking geluidbelasting huidig tracé en op basis van uitgangspunten 2011



TVM; geluidbelasting verkeer incl tram  
 vergelijking actueel trace (waarde) met huidige geluidbelasting (referentie)

D01021.000134  
 ARCADIS

Model : Voorgrond : Variant A 2012-2 augustus - Tram Vlaanderen, Maastricht , variant A augustus 2012  
 - Tram Vlaanderen  
 Achtergrond: Huidig - Tram Vlaanderen, update varianten A en C3 - Tram Vlaanderen  
 Groep : Waarde=hoofdgroep / Referentie=hoofdgroep  
 Periode : Waarde=Lden / Referentie=Lden  
 Toetsingswaarden: Waarde=Berekende waarden / Referentie=Berekende waarden

Id	Omschrijving	Hoogte	Waarde	Referentie	Vershil
001_A	Boschstraat-Noord	1.50	69.1	69.1	0.0
001_B	Boschstraat-Noord	4.50	71.9	71.9	0.0
002_A	Boschstraat-Noord	1.50	71.7	70.9	0.8
002_B	Boschstraat-Noord	4.50	71.1	70.4	0.8
003_A	Boschstraat-Midden	1.50	66.1	65.5	0.5
003_B	Boschstraat-Midden	4.50	66.1	65.6	0.6
004_A	Boschstraat-Midden	1.50	64.4	63.8	0.6
004_B	Boschstraat-Midden	4.50	64.8	64.1	0.7
005_A	Boschstraat-Midden	1.50	66.4	66.0	0.4
005_B	Boschstraat-Midden	4.50	66.4	66.0	0.4
006_A	Boschstraat-Midden	1.50	63.9	63.1	0.8
006_B	Boschstraat-Midden	4.50	64.4	63.8	0.7
007_A	Boschstraat-Zuid	1.50	62.1	64.8	-2.7
007_B	Boschstraat-Zuid	4.50	62.3	64.8	-2.5
008_A	Boschstraat-Zuid	1.50	62.0	64.6	-2.6
008_B	Boschstraat-Zuid	4.50	62.1	64.7	-2.5
009_A	Boschstraat-Zuid	1.50	61.4	63.8	-2.4
009_B	Boschstraat-Zuid	4.50	61.5	63.9	-2.4
010_A	Grote Gracht	1.50	59.1	58.9	0.2
010_B	Grote Gracht	4.50	58.3	58.4	-0.1
011_A	Grote Gracht	1.50	57.9	57.2	0.7
011_B	Grote Gracht	4.50	57.3	56.6	0.7
012_A	Grote Gracht	1.50	57.9	57.3	0.6
012_B	Grote Gracht	4.50	57.3	56.7	0.6
013_A	Gubbelstraat	1.50	56.2	65.0	-8.8
013_B	Gubbelstraat	4.50	55.8	64.5	-8.7
014_A	Gubbelstraat	1.50	57.2	66.2	-9.0
014_B	Gubbelstraat	4.50	56.6	65.6	-9.0
015_A	Gubbelstraat	1.50	56.7	62.9	-6.3
015_B	Gubbelstraat	4.50	57.2	62.9	-5.7
016_A	Maasboulevard	1.50	61.3	62.1	-0.8
016_B	Maasboulevard	4.50	61.9	62.7	-0.8
017_A	Maasboulevard	1.50	65.4	66.0	-0.7
017_B	Maasboulevard	4.50	65.5	66.2	-0.6
018_A	Maasboulevard	1.50	64.9	66.6	-1.6
018_B	Maasboulevard	4.50	65.7	67.2	-1.4
019_A	Maasboulevard	1.50	65.9	67.3	-1.4
019_B	Maasboulevard	4.50	66.7	67.7	-1.1
020_A	Maasboulevard	1.50	66.2	66.9	-0.7
020_B	Maasboulevard	4.50	66.9	67.5	-0.6
021_A	Bassin	1.50	66.7	67.0	-0.4
021_B	Bassin	4.50	67.0	67.4	-0.4
022_A	Bassin	1.50	66.1	68.6	-2.5
022_B	Bassin	4.50	66.6	68.8	-2.2
023_A	Wilhelminasingel	1.50	66.2	67.7	-1.5
023_B	Wilhelminasingel	4.50	66.5	67.9	-1.4
024_A	Wilhelminasingel	1.50	62.2	64.2	-2.0
024_B	Wilhelminasingel	4.50	63.6	65.3	-1.8
025_A	Wilhelminasingel	1.50	65.8	66.6	-0.8
025_B	Wilhelminasingel	4.50	66.3	67.1	-0.7
026_A	Wilhelminasingel	1.50	65.9	66.4	-0.5
026_B	Wilhelminasingel	4.50	66.4	66.9	-0.5
027_A	Sint Maastenslaan	1.50	62.0	63.5	-1.4
027_B	Sint Maastenslaan	4.50	62.5	63.8	-1.2
028_A	Sint Maastenslaan	1.50	65.1	65.7	-0.7
028_B	Sint Maastenslaan	4.50	65.0	65.7	-0.6
029_A	Achter de Barakken	1.50	63.5	64.2	-0.7
029_B	Achter de Barakken	4.50	63.5	64.2	-0.8
030_A	Achter de Barakken	1.50	62.7	64.2	-1.5
030_B	Achter de Barakken	4.50	62.9	64.2	-1.3

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

TVM; geluidbelasting verkeer incl tram  
 vergelijking actueel trace (waarde) met rapportage 2011 (referentie)

D01021.000134  
 ARCADIS

Model : Voorgrond : Variant A 2012-2 augustus - Tram Vlaanderen, Maastricht , variant A augustus 2012  
 - Tram Vlaanderen  
 Achtergrond: Variant A (groepen aangepast) - Tram Vlaanderen, update varianten A en C3 - Tram Vlaanderen  
 Groep : Waarde=hoofdgroep / Referentie=hoofdgroep  
 Periode : Waarde=Lden / Referentie=Lden  
 Toetsingswaarden: Waarde=Berekende waarden / Referentie=Berekende waarden

Id	Omschrijving	Hoogte	Waarde	Referentie	Vershil
001_A	Boschstraat-Noord	1.50	69.1	69.1	0.0
001_B	Boschstraat-Noord	4.50	71.9	71.9	0.0
002_A	Boschstraat-Noord	1.50	71.7	71.7	0.0
002_B	Boschstraat-Noord	4.50	71.1	71.1	0.0
003_A	Boschstraat-Midden	1.50	66.1	66.1	0.0
003_B	Boschstraat-Midden	4.50	66.1	66.1	0.0
004_A	Boschstraat-Midden	1.50	64.4	64.4	0.0
004_B	Boschstraat-Midden	4.50	64.8	64.8	0.0
005_A	Boschstraat-Midden	1.50	66.4	66.4	0.0
005_B	Boschstraat-Midden	4.50	66.4	66.4	0.0
006_A	Boschstraat-Midden	1.50	63.9	63.9	0.0
006_B	Boschstraat-Midden	4.50	64.4	64.4	0.0
007_A	Boschstraat-Zuid	1.50	62.1	62.1	0.0
007_B	Boschstraat-Zuid	4.50	62.3	62.3	0.0
008_A	Boschstraat-Zuid	1.50	62.0	62.0	0.0
008_B	Boschstraat-Zuid	4.50	62.1	62.1	0.0
009_A	Boschstraat-Zuid	1.50	61.4	61.4	0.0
009_B	Boschstraat-Zuid	4.50	61.5	61.5	0.0
010_A	Grote Gracht	1.50	59.1	59.1	0.0
010_B	Grote Gracht	4.50	58.3	58.3	0.0
011_A	Grote Gracht	1.50	57.9	57.9	0.0
011_B	Grote Gracht	4.50	57.3	57.3	0.0
012_A	Grote Gracht	1.50	57.9	57.9	0.0
012_B	Grote Gracht	4.50	57.3	57.3	0.0
013_A	Gubbelstraat	1.50	56.2	56.2	0.0
013_B	Gubbelstraat	4.50	55.8	55.8	0.0
014_A	Gubbelstraat	1.50	57.2	57.2	0.0
014_B	Gubbelstraat	4.50	56.6	56.6	0.0
015_A	Gubbelstraat	1.50	56.7	56.2	0.5
015_B	Gubbelstraat	4.50	57.2	56.7	0.5
016_A	Maasboulevard	1.50	61.3	61.0	0.4
016_B	Maasboulevard	4.50	61.9	61.6	0.4
017_A	Maasboulevard	1.50	65.4	65.5	-0.1
017_B	Maasboulevard	4.50	65.5	65.7	-0.1
018_A	Maasboulevard	1.50	64.9	64.4	0.5
018_B	Maasboulevard	4.50	65.7	65.3	0.4
019_A	Maasboulevard	1.50	65.9	65.7	0.3
019_B	Maasboulevard	4.50	66.7	66.4	0.2
020_A	Maasboulevard	1.50	66.2	66.1	0.1
020_B	Maasboulevard	4.50	66.9	66.9	0.1
021_A	Bassin	1.50	66.7	66.7	0.0
021_B	Bassin	4.50	67.0	67.1	0.0
022_A	Bassin	1.50	66.1	66.0	0.1
022_B	Bassin	4.50	66.6	66.5	0.1
023_A	Wilhelminasingel	1.50	66.2	66.2	0.0
023_B	Wilhelminasingel	4.50	66.5	66.5	0.0
024_A	Wilhelminasingel	1.50	62.2	62.2	0.0
024_B	Wilhelminasingel	4.50	63.6	63.6	0.0
025_A	Wilhelminasingel	1.50	65.8	65.8	0.0
025_B	Wilhelminasingel	4.50	66.3	66.3	0.0
026_A	Wilhelminasingel	1.50	65.9	65.9	0.0
026_B	Wilhelminasingel	4.50	66.4	66.4	0.0
027_A	Sint Maastenslaan	1.50	62.0	62.0	0.0
027_B	Sint Maastenslaan	4.50	62.5	62.5	0.0
028_A	Sint Maastenslaan	1.50	65.1	65.1	0.0
028_B	Sint Maastenslaan	4.50	65.0	65.0	0.0
029_A	Achter de Barakken	1.50	63.5	63.5	0.0
029_B	Achter de Barakken	4.50	63.5	63.5	0.0
030_A	Achter de Barakken	1.50	62.7	62.7	0.0
030_B	Achter de Barakken	4.50	62.9	62.9	0.0

Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen