

Wilhelminabrug. managementrapportage 2015 (Onderzoek door  
Antea naar constructieve veiligheid)

## Managementsamenvatting

Onderzoek bestaande kunstwerken Tram Vlaanderen Maastricht

TVM33.092.031 Kunstwerken-managementsamenvatting

## Opdrachtgever

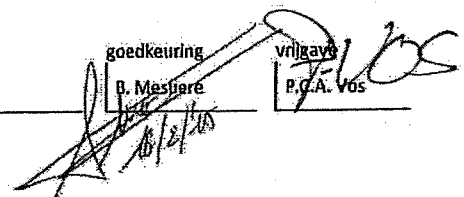
Provincie Limburg  
Postbus 5700  
6202 MA Maastricht

datum vrijgave  
16-02-2015

beschrijving revisie 0.3  
Definitief

goedkeuring  
B. Mesjere

vrijgave  
P.G.A. Vos



Handwritten signatures and dates: B. Mesjere (16/2/15) and P.G.A. Vos.

**Kernteam bestaande uit:**

B. Mesuere  
P. Vos  
D. Koster  
M. van der Meij

**Datum van uitgave:**

16 februari 2015

**Contactadres:**

Monitorweg 29  
1322 BK ALMERE  
Postbus 10044  
1301 AA ALMERE

Copyright © 2015

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Inhoud	Bladzijde
Samenvatting.....	2
1 Inleiding .....	3
2 Werkzaamheden.....	4
2.1 Scope .....	4
Wilhelminabrug .....	4
Overige kunstwerken binnenstedelijk tracé .....	5
3 Resultaten .....	6
4 Versterkingsmaatregelen .....	7
4.1 Kosten versterkingsmaatregelen.....	7
5 Aanbevelingen.....	8

## Samenvatting

Voor de kunstwerken gelegen in het binnenstedelijke tracé van de tram Vlaanderen-Maastricht wordt door Antea Group onderzocht of deze voldoen aan de eisen voor constructieve veiligheid voor huidig gebruik en toekomstig gebruik (situatie inclusief tram).

In dit rapport treft u een beknopt overzicht aan van de bevindingen en aanbevelingen voor het huidig en toekomstig gebruik.

Op basis van het vigerend ontwerp binnen het bestemmingsplan TVM kan worden geconcludeerd dat de verschillende kunstwerken voldoen voor huidig gebruik, mits er beperkte beperkende maatregelen getroffen (bijvoorbeeld bebording) worden die ander gebruik dan normaal binnenstedelijk verkeer, uitsluiten.

Voor het toekomstig gebruik, met tram, zijn versterkingsmaatregelen nodig die een investering vergen van 6-8 miljoen euro.

## 1 Inleiding

De projectorganisatie TVM treedt op namens de samenwerkende partijen - in casu de gemeente Maastricht en de provincie Limburg - om het project Tram Vlaanderen Maastricht (TVM) op Nederlands grondgebied te realiseren. Het ontwerp van het binnenstedelijke tracé van de tram is geprojecteerd op diverse kunstwerken in Maastricht.

Van deze kunstwerken wordt door Antea Group onderzocht of er aan de eisen van constructieve veiligheid kan worden voldaan voor huidige gebruik en toekomstig gebruik met de tramverbinding, én na ingebruikname van de tram. Bij afkeur in de situatie na ingebruikname van de tram is onderzocht welke versterkingsmaatregelen er nodig zijn om het kunstwerk aan de gestelde eisen te laten voldoen.

De conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn waar mogelijk gebaseerd op reeds uitgevoerde berekeningen.

Voor de kunstwerken waarvan de berekeningen nog niet zijn afgerond zijn deze gebaseerd op "Expert-Judgement" en dus gebaseerd op ruime ervaring in soortgelijke situaties.

*Belangrijk is op te merken dat alle conclusies zoals die in dit rapport staan omschreven gebaseerd zijn op het vigerend ontwerp binnen het huidige bestemmingsplan.*

*Enkele essentiële uitgangspunten die volgen uit het definitieve tracéontwerp zijn nog niet beschikbaar. Het is bijvoorbeeld de verwachting dat op verschillende kunstwerken een grotere uitvulling nodig is dan nu in de berekeningen is aangenomen. Een dergelijke aanpassing kan verstrekende gevolgen hebben voor het betreffende kunstwerk en invloed hebben op de conclusies uit dit rapport.*

Dit document is gericht op de doelgroep van technisch management en (ambtelijk) opdrachtgevers. Aangenomen wordt dat de lezer kennis heeft van het project Tram Vlaanderen Maastricht en op algemeen niveau inzicht heeft in de relevante thema's.

Voor een verdere verdieping van dit rapport is voor de technisch onderlegde lezer een "entreedocument" opgesteld, TVM33.092.032.

## 2 Werkzaamheden

### 2.1 Scope

Om de constructieve veiligheid van de kunstwerken van het binnenstedelijke tracé van de tram aan te tonen zijn gegevens geïnventariseerd en inspecties uitgevoerd. Hierdoor waren voldoende gegevens beschikbaar om betrouwbaar verificatieberekeningen uit te voeren voor het huidige gebruik zonder tram, en het toekomstig gebruik met tram.

#### Wilhelminabrug

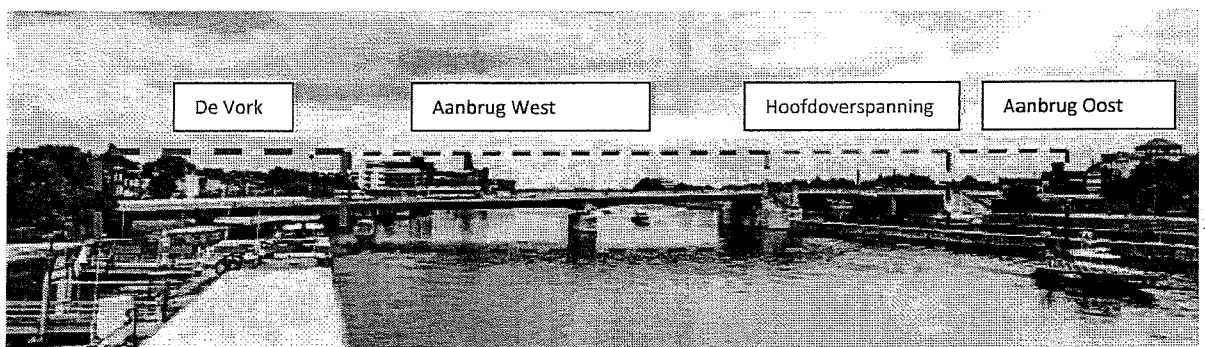
De Wilhelminabrug is een brug die bestaat uit verschillende delen:

- Aanbrug West, inclusief "Vork"
- Hoofdoverspanning
- Aanbrug Oost (onderdoorgang Wilhelminasingel, De Griend)

Aanbrug West en de Hoofdoverspanning zijn stalen bruggen, Aanbrug Oost is een betonnen constructie. Aanbrug West is gebouwd in 1959 en deels vervangen, door De Vork, in 2001. De Hoofdoverspanning stamt uit 1930 en is door de jaren heen vernield, hersteld en aangepast. Aanbrug Oost is later gebouwd, in 1995.

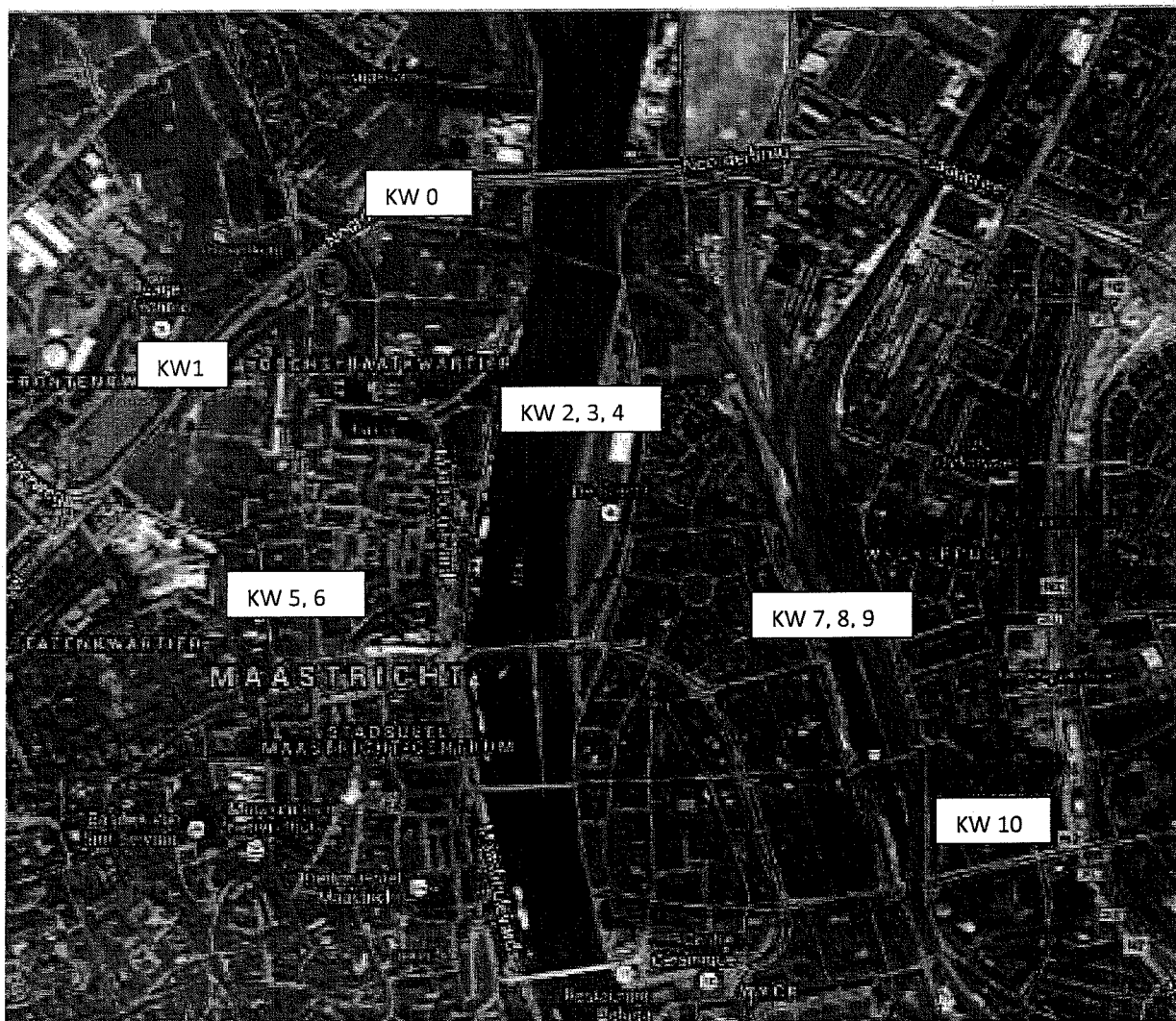
De Wilhelminabrug wordt gebruikt door fietsers, voetgangers en beperkt door gemotoriseerd verkeer (lijnbusen, taxi's, brommobielen). De brug overspant de Maas, sluit op de westelijke oever aan op de Maasboulevard, en aan de oostelijke oever op de Wilhelminasingel. Er zijn twee rijstroken voor gemotoriseerd verkeer, twee fietsstroken en twee voetpaden.

De hoofdoverspanning is oorspronkelijk ontworpen volgens verkeersklasse B van de VOSB 1938, de gehele Aanbrug West volgens verkeersklasse 45 van de VOSB 1995. Aanbrug Oost tenslotte, is ontworpen volgens verkeersklasse 60. De Wilhelminabrug is dus ontworpen volgens de zwaarste, of op een na zwaarste, belastingen zoals die destijds van toepassing waren.



## Overige kunstwerken binnenstedelijk tracé

Naast de Wilhelminabrug is het ontwerp van het binnenstedelijke tracé van de tram geprojecteerd op een aantal andere kunstwerken. Dit zijn allemaal betonnen constructies uit verschillende bouwjaren. De brugconstructies zijn ontworpen volgens verkeersklasse 60 van VOSB 1995, destijds de zwaarste belasting volgens de normen. Het dak van de Maasboulevardtunnel volgens verkeersklasse 45, de op een na zwaarste belasting.



1. Kindtunnel Sphinx
2. Bassinbrug
3. Brug sluis 20
4. Keerwanden Bassin
5. Toerit Maasboulevardtunnel
6. Maasboulevardtunnel
7. Overkluizing Fr. Romanusweg
8. Voetgangerstunnel Sint Maartenspoort
9. Oostelijke toerit Wilhelminabrug
10. Fietstunnel Akerstraat

Kunstwerk 0 betreft een zettingsvrijeplaat waar (nog) geen gegevens van aanwezig zijn.



### 3 Resultaten

Voor een juiste interpretatie van de eindresultaten is het van groot belang de bij de berekeningen gehanteerde uitgangspunten in ogenschouw te nemen, met name de gehanteerde uitgangspunten voor de overige kunstwerken.

Deze treft u aan in de voetnoot bij onderstaande tabel.

Kunstwerk	Onderzoek	huidig gebruik voldoet	toekomstig gebruik voldoet	Verificatie berekening
Wilhelminabrug				
- Aanbrug Oost	afgerond	ja	ja	in bewerking
- Hoofdoverspanning	afgerond	ja	nee	in bewerking
- Aanbrug West en De Vork	afgerond	Ja	nee	in bewerking
Overige Kunstwerken				
1 Kindtunnel	afgerond	nee	nee	concept
2 Bassinbrug	n.v.t.	nee	nee	definitief
3 Brug Sluis 20	n.v.t.	ja	ja	in bewerking
4 Keerwanden Bassinbrug	afgerond	nee	nee	concept
5 Keerwanden Maasblvd	n.v.t.	ja	ja	vergelijking
6 Maasboulevardtunnel	n.v.t.	nee	nee	concept
7 Fr. Romanusweg	n.v.t.	ja	ja	vergelijking
8 St. Maartenspoort	afgerond	ja	ja	in bewerking
9 Oostelijke Toerit Wilhelminabrug	n.v.t.	ja	ja	vergelijking
10 Fietstunnel Akerstraat	n.v.t.	ja	ja	in bewerking

**Noot:**

- De Wilhelminabrug, gezien de belastingen waarop deze is ontworpen, voldoet voor " huidig gebruik" met een lastbeperking tot 30 ton.
- Bij de toetsing van de overige kunstwerken is, voor huidig gebruik, rekening gehouden met belastingen volgens de Eurocodes, zonder enige vorm van lastbeperking. Dit komt overeen met zwaar, industrieel, internationaal verkeer.
- Als er nog geen (concept-)verificatieberekening is opgesteld, is de conclusie getrokken op basis van een lastenvergelijking. Op basis van een vergelijking tussen de belasting waarmee een kunstwerken ontworpen is en de belasting waarop het getoetst dient te worden kan een eerste, voorlopige, conclusie worden getrokken.
- Uit de onderzoeken zijn geen constructieve onvolkomenheden gebleken. Er is geen schade geconstateerd door aanrijding of overbelasting.
- Omdat er geen constructieve schades zijn waargenomen tijdens de inspecties is conform de richtlijnen alleen de bovenbouw van de kunstwerken getoetst. De reactiekrachten op de onderbouw uit de huidige en toekomstige wegindeling worden wel inzichtelijk gemaakt. Indien de belastingen niet meer dan 10% toenemen, is overeengekomen dat geen aanvullend onderzoek nodig is.
- Bij de Wilhelminabrug is bij enkele opleggingen sprake van een overschrijding van de maximaal aangehouden belastingtoename. De toename voor het gehele steunpunt is echter dermate beperkt dat dit niet als risico wordt beschouwd.

## 4 Versterkingsmaatregelen

Voor het toekomstig gebruik met tram voldoen verschillende kunstwerken niet op het gebied van constructieve veiligheid. Voor het geschikt maken van deze kunstwerken zijn, met de huidige uitgangspunten, versterkingsmaatregelen vereist.

### 4.1 Kosten versterkingsmaatregelen

#### Wilhelminabrug

Op basis van de bevindingen uit verificatieberekeningen zijn waar nodig mogelijke versterkingsmaatregelen op schetsniveau uitgewerkt. Op basis hiervan is vervolgens een begroting opgesteld.

Directe kosten versterkingsmaatregelen Hoofdoverspanning	1.110.000	
Directe kosten versterkingsmaatregelen Aanbrug West	1.795.000	
Directe kosten versterkingsmaatregelen De Vork	425.000	
Omleidingroutes	75.000	
Nader te detailleren directe bouwkosten, 10%	327.000	
Algemene- en Uitvoeringskosten	845.000	
Subtotaal directe bouwkosten		4.577.000
Risico 10%	458.000	
Subtotaal directe bouwkosten, inclusief risico		5.035.000
Engineering	890.000	
Heffingen, leges en vergunningen	90.000	
Totaal kosten versterkingsmaatregelen	6.015.000	

#### Overige Kunstwerken

De kosten voor de Overige Kunstwerken zijn bepaald op basis van Expert-Judgement.

Kindtunnel Sphinx	75.000
Keerwanden Bassinbrug	150.000
Bassinbrug	500.000
Maasboulevardtunnel	100.000-2.100.000

Genoemde bedragen zijn in euro, prijspeil 2015 en exclusief B.T.W.

## 5 Aanbevelingen

### Huidig gebruik

Verschillende van de "overige" kunstwerken voldoen volgens de opgestelde verificatieberekeningen niet voor " huidig gebruik".

Door de invoering van het bouwbesluit in 2012 zijn de Eurocodes van toepassing, waarin belastingmodellen worden gebruikt die min of meer overeenkomen met zwaar, industrieel, internationaal verkeer. Deze zijn gebruikt voor de "overige" kunstwerken van het binnenstedelijk tramtracé.

Ten tijde van het ontwerpen van de bestaande kunstwerken waren andere, minder zware, normen van kracht. Dit verklaart waarom bestaande kunstwerken voor " huidig gebruik" niet voldoen.

Het staat de wegbeheerder echter vrij, op basis van het beoogde gebruik, een eigen belastingconfiguratie toe te passen, mits geëigende voorzieningen (o.a. verkeersborden) worden toegepast. Daarbij dient de te realiseren situatie aantoonbaar geschikt te zijn voor het beoogde gebruik en in stand te kunnen worden gehouden.

Deze situatie is van toepassing op de Wilhelminabrug. Door een lastbeperking is de belasting gelimiteerd en voldoet deze naar verwachting wel voor huidig gebruik.

Om ook de overige kunstwerken geschikt te maken voor huidig gebruik dient dan ook eerst een ontwerp en een verificatieberekening opgesteld te worden waardoor het kunstwerk door middel van bijvoorbeeld (verdere) lastbeperking en rijstrookindeling geschikt is voor het normale binnenstedelijke verkeer en eventueel incidenteel zwaar transport. Bij afkeur kunnen dan alsnog versterkingsmaatregelen ontworpen worden. Deze zullen echter minder omvangrijk zijn.

### Toekomstig gebruik

Het spoorontwerp van het definitieve tramtracé lijkt dermate complex dat dit leidend is voor het totale ontwerp. Eerst dient dus dit definitieve tracé van de tram vastgesteld te worden, waarna alle verificatieberekeningen hierop kunnen worden aangepast en definitieve conclusies kunnen worden getrokken zonder enig voorbehoud.

Vooraf van belang hierbij is de positionering van de tram in het horizontale vlak en in het verticale vlak (benodigde uitvulling).

Pas ná het afronden van de definitieve rapporten, gebaseerd op definitieve uitgangspunten, kan een definitief (schets-)ontwerp worden gemaakt van alle benodigde versterkingsmaatregelen.

Ook alternatieven als het beperkt toelaten van het tram- of busverkeer, verdere lastbeperkingen en het treffen van maatregelen die onbedoelde belastingen voorkomen, dienen zorgvuldig afgewogen te worden.

Ook voor toekomstig gebruik geldt dat het aan te bevelen is eerst nadere uitgangspunten te formuleren die passen bij normaal binnenstedelijk verkeer.

Om zekerheid te krijgen over de omvang, haalbaarheid en complexiteit van de versterkingsmaatregelen specifiek voor de Wilhelminabrug, is een uitwerking tot op DO/UO-niveau gewenst. Op deze manier kunnen ze verantwoord worden opgenomen in het contract voor de aanbesteding van de uitvoeringswerkzaamheden. Een belemmering hierbij zal de benodigde engineeringtijd zijn. Deze zal 6-12 maanden bedragen.

Voor de Overige Kunstwerken is het uitwerken van een versterkingsmaatregel op schetsniveau waarschijnlijk toereikend.

Problematiek Maasboulevard, vork, tunnel (onderzoek naar  
spooralignement)



# Memo

Onderwerp:	Problematiek Maasboulevard-Vork-Wilhelminabrug
Opsteller:	Projectteam TVM
Datum:	februari 2015

## Doel van dit memo

Het projectteam TVM werkt momenteel het ruimtelijk ontwerp uit dat ten grondslag ligt aan het vastgestelde bestemmingsplan van 18-02-2014 tot een aanbestedingsgereed ontwerp.

Bij deze uitwerking is gebleken dat op het deeltracé Wilhelminabrug Vork – Maasboulevard geen maakbaar en veilig spooralignement is te realiseren binnen de bestemmingsplangrens c.q. bestemmingsplanvlakken (dat deel dat toegewezen is voor het tramtracé).

Verder is sprake van technisch-constructieve problemen met de draagkracht van de Wilhelminabrug. Dit n.a.v. nader gedetailleerd onderzoek naar de opbouw van de Wilhelminabrug.

Dit memo gaat in op de onderliggende oorzaken en de gevolgen ervan.

## Voorgeschiedenis

In 2007 is door Movares een onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en belemmeringen van de Maasboulevard-Vork-Wilhelminabrug. Men heeft dit beschouwd vanuit drie mogelijke tracévarianten. Conclusies waren dat de onderbouw van de Wilhelminabrug geschikt is voor de extra belasting, de oostelijke overspanning geschikt gemaakt kan worden tegen acceptabele kosten (circa € 1 mio), de brugconstructie en overige overspanningen geschikt zijn voor inpassing van de traminfrastructuur. Verder stelt men vast dat er aanpassingen aan de Vork benodigd zijn t.b.v. versterkingen en de verkeersinpassing, welke in een orde grootte liggen van € 2 mio tot € 4 mio. Verder vraagt men aandacht voor de combinatie van horizontale en verticale bogen in het tramtracé.

In 2008 (23-4-2008) is door Goudappel Coffeng de Koersnota TVM opgesteld. Hierin is t.a.v. de Maasboulevard-Vork-Wilhelminabrug geconcludeerd dat de inpassing onzeker en lastig is.

In 2011 is het 'Beslisdocument TVM' opgesteld. Hierin wordt t.a.v. de technische uitvoerbaarheid geconcludeerd dat:

- Er nog sprake is van risico's;
- Spoor technische experts en De Lijn bevestigen dat het spoorontwerp realiseerbaar en exploiteerbaar is.

In 2012 heeft Arcadis een 'Planstudie stadstracé Maastricht' uitgevoerd. In dat kader zijn de diverse kunstwerken nader onderzocht; dit betrof met name dossieronderzoek, het schouwen van de kunstwerken en zijn controleberekeningen uitgevoerd. De ontwerpen van Arcadis zijn gedaan o.b.v. het GBKN. Arcadis concludeert t.a.v. de Maasboulevard-Vork-Wilhelminabrug het navolgende:

- Het tunneldak van de tunnel Maasboulevard voldoet niet qua draagkracht en dient deels te worden vervangen;
- De vork dient te worden verbreed en versterkt;



Tram Vlaanderen - Maastricht

- Het ontwerp achtte men technisch uitvoerbaar.

De hiermee gepaard gaande (meer)kosten zijn in de kostenraming Arcadis (2012) verdisconteerd.

#### **Stand van zaken februari 2015**

februari 2015 is sprake van twee belangrijke nieuwe c.q. andere inzichten:

- Onderzoek Antea (februari 2015) concludeert dat de draagkracht van de Wilhelminabrug in de situatie met tram onvoldoende is voor de hoofdo overspanning, westelijke aanbrug en Vork. De overige onderdelen voldoen, indien er geen extra uitvulling noodzakelijk blijkt. Dit leidt ertoe dat constructieve maatregelen noodzakelijk zijn. Deze zijn geraamd op € 6 miljoen (zie bijlage 5. De Wilhelminabrug, managementrapportage 2015).
- Ontwerpdetaillering van het tramalignement gebaseerd op nauwkeurige inmeting van het tracé (DTM) laat zien dat er geen veilige en inpasbare oplossing binnen de bestemmingsplanbegrenzinger mogelijk is. Verder concludeert men dat deze meer ingrijpende aanpassing zich financieel vertaalt in substantieel hogere inpassingskosten, zie aangehechte bijlage 1.

#### **Conclusie**

Als gevolg van bovenstaand geschetste problemen is ter zake sprake van een majeure opgave, die niet binnen de vigerende financiële kaders kan worden opgelost. Een substantiële kostenoverschrijding, risicotoename en uitloop van de planning zullen hiervan het gevolg zijn.



Tram Vlaanderen - Maastricht

## **Bijlage 1: Toelichting problematiek alignementen Maasboulevard-Vork.**

### **Kaders**

Op 18-02-2014 is door de gemeenteraad van Maastricht het bestemmingsplan Tramlijn Vlaanderen-Maastricht vastgesteld. Ten grondslag hieraan lag het Referentieontwerp (RO) van Arcadis d.d. 12 april 2013.

Het bestemmingsplan voorziet in de uiterste begrenzing en daarbinnen deelbestemmingen aangegeven als bestemmingsvlakken, waaronder die voor het tramtracé. Dit tramtracé is gebaseerd op het RO.

Het RO is ontworpen in het platte vlak (2D) waarbij een indicatie is gegeven voor het verticale alignement. Deze indicatie is gebaseerd op de Globale Basis Kaart Nederland (GBKN).

Het RO voldoet op basis van deze uitgangspunten aan de eisen zoals door de Lijn in haar handboeken heeft gespecificeerd.

### **Uitwerking RO**

In 2012 (door het ingenieursbureau Arcadis) is het alignement tussen de Wilhelminabrug Vork en Maasboulevard als kritisch c.q. risicovol aangeduid. Het RO is gebaseerd op uitzonderingswaarden in de eisen van de Lijn en kent een onzekerheid in het te overbruggen hoogteverschil.

Op basis hiervan heeft het projectteam TVM besloten tot het volgende:

1. Een gedetailleerde en nauwkeurige inmeting van het tracé (een zogenaamde Digitale Terrein Meting (DTM)).
2. Toetsing van het RO door Rail Infra Solutions (RIS) op maakbaarheid.
3. Uitwerken van het ontwerp van het tracé tot VO niveau.

Op basis van de DTM en de VO uitwerking zijn knelpunten vastgesteld op de aspecten inpassing en veiligheid.

### **Inpassing:**

De DTM geeft ongeveer eenzelfde te overbruggen hoogteverschil aan als de aanname in het RO (5,45 m ten opzichte van 5,36 m). In de DTM wordt echter in de hoogteligging een opbolling (zeeg) zichtbaar halverwege de Vork. De DTM (asfaltheogte) ligt hier echter op dezelfde hoogte als bovenkant spoorstaaf uit het RO. Dit leidt tot ingrijpende wijzigingen in het VO ten opzichte van het RO:

De toe te passen spoorconstructie (ca. 25 cm) en de aanwezige asfaltdikte op het stalen dek (ca. 5-9 cm) impliceert dat het RO-alignement ca. 20 cm getild moet worden. Dit veroorzaakt op de Maasboulevard vanaf de halte Maasboulevard naar de zeeg op de Vork een verhoogde wegligging, variërend van 35 cm bij de halte, 55 cm bij de van Hasselkade naar 20 cm bij de zeeg. Dit heeft als consequenties een extra uitvulling op de Vork en Wilhelminabrug en een problematische inpassing bij de van Hasselkade. De halte Maasboulevard komt daarbij in een maximaal toelaatbare helling te liggen van 2,5%.



Tram Vlaanderen • Maastricht

De extra uitvullingen zorgen voor een significant hogere belasting van de tunnelmond. De belastbaarheid van de tunnelmond is bij het RO al als ontoereikend gesignaleerd. De mate waarin de belastbaarheid in het RO werd overschreden was met beperkte middelen op te vangen. Hiertoe zijn reserveringen in de ramingen opgenomen. De bij het VO geconstateerde belasting vraagt een meer omvangrijke ingreep.

Deze bevinding van het projectteam TVM wordt bevestigd in de conclusie uit de rapportage van RIS (RIS576-1 d.d. 23 oktober 2014) die aangeeft dat de hoogteverschillen in de brug en aanbrug (Vork) consequenties hebben voor het trambaan alignement, waarbij het verticale alignement niet goed past in de omgeving.

#### **Veiligheid:**

Naast ruimtelijke inpasbaarheid is de veilige berijdbaarheid van het tramtracé een cruciale randvoorwaarde.

Bij de beoordeling van de veilige bereidbaarheid zijn de eigenschappen van het in te zetten materieel van belang. In het TVM project is het tramtype Regio Citadis (Alstom) door De Lijn als referentie gebruikt bij het opstellen van het materieelbestek. Dit voertuig type is ook als referentie gebruikt bij het opstellen van de geluids- en trillingenanalyses.

Railvoertuigen (en met name lage vloer voertuigen, zoals gebruikt gaan worden in TVM) stellen eisen aan het alignement van de railinfrastructuur.

De alignementseisen betreffen o.a. horizontale en verticale boogstralen en (beperkingen aan) de opeenvolging of combinatie van horizontale en/of verticale bogen.

Een directe opeenvolging of combinatie van horizontale en/of verticale bogen kan aanleiding zijn voor ontsporing van het voertuig. In Nederland wordt bij ieder spoorontwerp expliciet aandacht gegeven aan deze overwegingen, zo ook bij de uitwerking van het VO door het TVM projectteam. De handboeken van de Lijn voorzien niet in eisen op deze aspecten.

Daarom is bij de uitwerking van het VO, naast de inzichten van de betrokken ontwerpers, gebruik gemaakt van de voorschriften welke door HTM zijn geformuleerd t.b.v. het tramtype Regio Citadis (Alstom). NB. Arcadis heeft in 2012 geadviseerd voor de vervolgfase na het ruimtelijke ontwerp de eisen van de HTM te hanteren, die eisen stelt aan combinaties tussen horizontale en verticale bogen.

De beperkingen die aan die opvolging en combinatie van bogen worden opgelegd, zijn gebaseerd op de ervaringen die HTM heeft opgedaan bij ontsporingen van het Regio Citadis-materieel in het project RandstadRail.

Het spooralignement van het RO ter plaatse van de Vork bevat een horizontale boog (R=30m) en een directe opeenvolging van verticale bogen (dalbogen R=700 m, R=675 m en topboog R=500 m). Dit alignement voldoet niet aan de volgende eisen:

- geen directe opeenvolging van dal- en topbogen;
- minimale dalboog R=1000 m;
- minimale topboog R=1500 m





Tram Vlaanderen • Maastricht

### **Geluid, trillingen, comfort en onderhoud:**

De opvolging en combinatie van bogen in het RO hebben een negatief effect op het rijcomfort, veroorzaken een grotere kans op geluid- en trillingsoverlast en vragen meer onderhoud.

### **Toetsing:**

Railprojecten in Nederland kennen een formele toetsing op veiligheid. Deze toetsing bestaat globaal uit twee stappen: een toets bij afronding van de ontwerpfase en een toets bij afronding van de realisatiefase.

Deze toetsing is in het TVM project ingericht door de inzet van een safety manager en door de inzet van een Independent Safety Assessor (ISA). Bij de vergunningsverlening bij ingebruikname zal ILT (Inspectie Leefomgeving en Transport) een veiligheidsadvies uitbrengen aan het Bevoegd Gezag (ic de Provincie Limburg)

De safety manager TVM is destijds (als safety manager RandstadRail) betrokken geweest bij de onderzoeken naar de ontsporingen bij HTM en is van mening dat de huidige door TVM gehanteerde alignementseisen essentieel zijn voor de (ontsporing)sveiligheid van het tramsysteem.

De hierboven geconstateerde afwijkingen van deze eisen worden daarom niet geaccepteerd door de safety manager.

Wanneer de eisen m.b.t. verticale boogstralen worden gerespecteerd, dan neemt de benodigde lengte om het hoogteverschil te overbruggen toe waardoor, om binnen de bestemmingsplanvlakken te blijven, horizontale en verticale bogen in elkaar gaan overlopen. Dit is niet toegestaan bij horizontale bogen onder een  $R=100$  m. Ook dit zal niet worden geaccepteerd door de safety manager.

Tevens leiden de langere bogen tot een langer traject wat moet worden uitgevuld, waardoor de belasting op het dak van de tunnelmond verder toeneemt en de inpassingsproblemen groter worden.

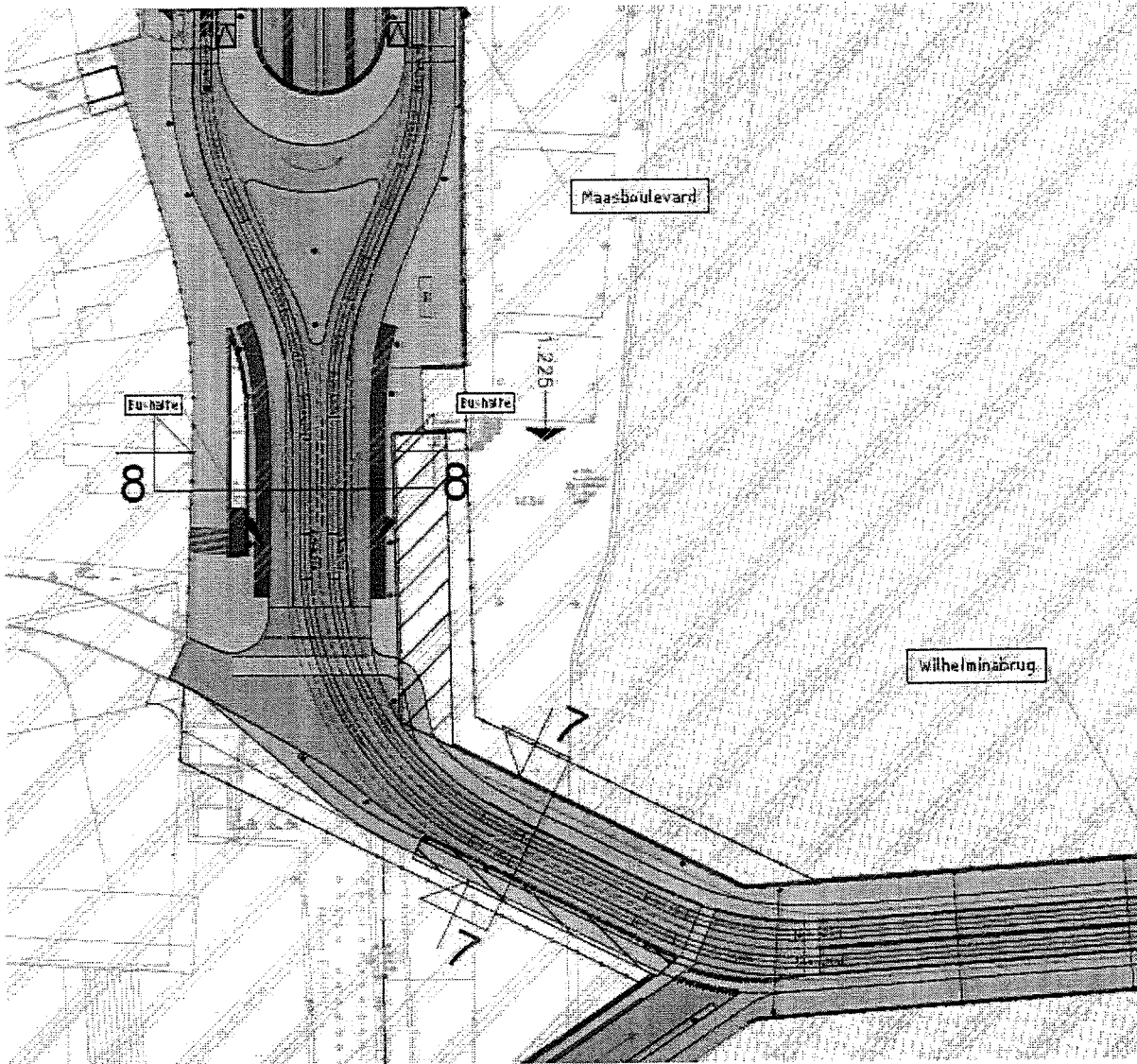
Verder zij opgemerkt dat de bij veiligheidsbeoordeling en vergunningverlening betrokken instanties (ISA, ILT) bekend zijn met de problematiek van alignementseisen voor lage vloer materieel. Bij afwijkingen van de op praktijkervaringen gebaseerde eisen zullen zij zeker om een goede onderbouwing en verantwoording vragen. Een afdoende onderbouwing kan echter alleen worden gebaseerd op praktijktesten en kan dus pas worden geleverd als het materieel beschikbaar is.

### **Conclusie**

Goedkeuring van ISA/ILT is een voorwaarde voor verlening vergunning voor ingebruikname. Het projectteam TVM is van mening dat op basis van het bestaande RO deze vergunning niet verkregen kan worden. Daarom is het projectteam TVM bezig met een ontwerp dat zowel ruimtelijk inpasbaar als veilig is. Hierbij wordt gezocht naar een oplossing binnen de bestemmingsplangrenzen. Een oplossing binnen de bestemmingsplanvlakken ter plaatse van de Vork is niet mogelijk. Een principiële oplossing van deze problematiek zal niet eerder dan over enkele maanden beschikbaar zijn. Tevens zullen daarbij omvangrijke maatregelen aan de orde zijn welke niet in de ramingen zijn voorzien en noopt tot een aanpassing van het bestemmingsplan.



Tram Vlaanderen - Maastricht



# Wet en regelgeving Eurocodes 2012, uittreksel

## Wet- en regelgeving, Eurocodes 2012, uittreksel

### **VROM onderzoek 2009**

Een groot deel van de bruggen en viaducten, die in beheer en/of eigendom is van gemeenten, is gebouwd in de 2e helft van de vorige eeuw. Bij de bouw van deze kunstwerken is uitgegaan van een belasting door het wegverkeer gebaseerd op gebruik en gewicht van de voertuigen uit die periode. Door ouderdom en veranderd gebruik, zoals de toename van de intensiteit en het gewicht, is de kans op schade en onveiligheid toegenomen.

De VROM-inspectie heeft in 2009 een onderzoek gedaan naar de borging van constructieve veiligheid bij bestaande bruggen en viaducten. Diverse incidenten waaronder het sluiten van de Hollandse brug nabij Almere voor zwaar vrachtverkeer en het acuut sluiten van de Sebastiaansbrug in Delft vormden de aanleidingen voor dit onderzoek. De voornaamste conclusie uit het onderzoek was dat de constructieve veiligheid van bestaande bruggen en viaducten in onvoldoende mate is geborgd. Dit was met name het geval bij gemeenten.

Derhalve heeft de toenmalige ministerie van VROM aan alle beheerders en eigenaren van kunstwerken gevraagd, om adequaat beheer en onderhoud van kunstwerken in de organisatie te borgen door een verankerde cyclus van beleid, programmering, inspectie en onderhoud met een goed onderbouwde risico inschatting van de constructieve veiligheid.

### **Nieuwe wet en regelgeving 2012**

Wet- en regelgeving met betrekking tot het beoordelen van bestaande kunstwerken zijn gewijzigd. De volgende normen zijn in 2012 ingevoerd:

Sinds 1 april 2012 vervangt het nieuwe Bouwbesluit 2012 het vigerende Bouwbesluit 2003. In dit bouwbesluit worden in hoofdstuk 2 de normen voor constructieve veiligheid aangestuurd. Deze normen zijn de NEN-EN's, de zgn. Eurocodes. Dat betekent dat voor aanvragen vanaf 1 april 2012 constructieve bescheiden op basis van de Eurocode verplicht zijn.

- Voor verbouw moet men voldoen aan artikel 2.5 van het Bouwbesluit 2012. Dit artikel stuurt de NEN 8700 aan. In deze norm wordt verwezen naar de Eurocodes.
- Voor bestaande bouw moet men voldoen aan artikel 2.6 van het Bouwbesluit 2012. Dit artikel verwijst naar artikel 2.7 dat weer verwijst naar NEN 8700

### **NEN 8700**

- NEN8700: Grondslagen t.b.v. beoordeling constructieve veiligheid van bestaande bouwwerken.
- NEN8701: Belastingen t.b.v. beoordeling constructieve veiligheid van bestaande bouwwerken.
  - Bestaande (oude) normen zijn primair bedoeld voor het toetsen van ontwerpen voor nieuwbouw.
  - De NEN8700 en de NEN8701 bieden de mogelijkheid om de bestaande bouwwerken anders te beoordelen dan nieuwbouw.
  - In de NEN 8700 wordt verwezen naar de Eurocodes

### **Vertaling naar situatie Maastricht (uit entreedocument Antea)**

Verschillende kunstwerken voldoen volgens de opgestelde verificatieberekeningen niet voor "huidig gebruik".

Door de invoering van het bouwbesluit in 2012 zijn de Eurocodes van toepassing, waarin belastingmodellen worden toegepast die geen werkelijke belastinggevallen zijn.

Zo is LoadModel 1 (LM1) een model dat naast de gelijkmatig verdeelde belasting een drietal tandemstelsels van respectievelijk 600 kN, 400 kN en 200 kN omvat. Dit model komt overeen met zwaar, industrieel, internationaal verkeer.

Ten tijde van het ontwerpen van de bestaande kunstwerken waren andere normen van kracht, waarin wel werkelijke belastinggevallen waren omschreven. In NEN6723 (1995) en VOSB 1963 zijn de verkeersklasse 45 en 60 vastgelegd met aslasten van respectievelijk 150 kN en 200 kN. In VOSB 1938 staan verkeersklasse A en B omschreven.

Dit verklaart waarom bestaande kunstwerken voor "huidig gebruik" niet voldoen.

**Oplossingsrichting situatie Maastricht (uit entreedocument Antea)**

Het staat de wegbeheerder echter vrij, op basis van het beoogde gebruik, een eigen belastingconfiguratie toe te passen, mits geëigende voorzieningen (o.a. verkeersborden) worden toegepast. Daarbij dient de te realiseren situatie aantoonbaar geschikt te zijn voor het beoogde gebruik en in stand te kunnen worden gehouden.

Om de constructieve veiligheid van elk kunstwerken te borgen voor huidig gebruik dient dan ook een eerst ontwerp en verificatieberekening opgesteld te worden waardoor het kunstwerk door middel van bijvoorbeeld (verdere) lastbeperking en rijstrookindeling geschikt is voor het normale binnenstedelijke verkeer en eventueel incidenteel zwaar transport. Bij afkeur kunnen dan alsnog versterkingsmaatregelen ontworpen worden. Deze zullen echter minderomvangrijk zijn.