Concept
Versie 1
24 november 2014
Projectnr xxxxx
Documentnr xxxxx

Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau

Advies

Advies vernieuwing bruggen Raadhuisstraat

Auteur(s)
[redacted]

Opdrachtgever
DIVV Beheer

Contactpersoon
[redacted]

Projectnummer
20933

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doel van dit nader onderzoek 6
1.3 Basisinformatie 6

2 Kenmerken en technische staat 7
2.1 Brug 8 7
2.2 Brug 22 8
2.3 Brug 106 9
2.4 Brug 63 10
2.5 Brug 117 11
2.6 Brug 167 11
2.7 Resultaten van de herberekeningen 12

3 Risicoanalyses 13
3.1.1 Verloop risicoprofiel gedurende het instandhouden 13

4 Uitgangspunten bepalen vervangingswaarde 17
4.1.1 Vernieuwing versus vervanging 17
4.1.2 Monumentale status 17
4.1.3 Aandachtspunten BLVC 18
4.1.4 Volgordelijkheid en faseringen 19
4.1.5 Volgordelijkheid en fasering van de vervangingen 21
4.1.6 Vernieuwingsprogramma tramsporen 21

5 Onderhoud- en vervangingskosten 22
5.1 Vervangingswaarde bruggen 22
5.2 Onderhoudskosten bestaande bruggen 23
5.3 Kosten correctieve maatregelen 24
5.4 Advies instandhoudingsperiode 24

6 Conclusies en advies 27

Bijlage(n)

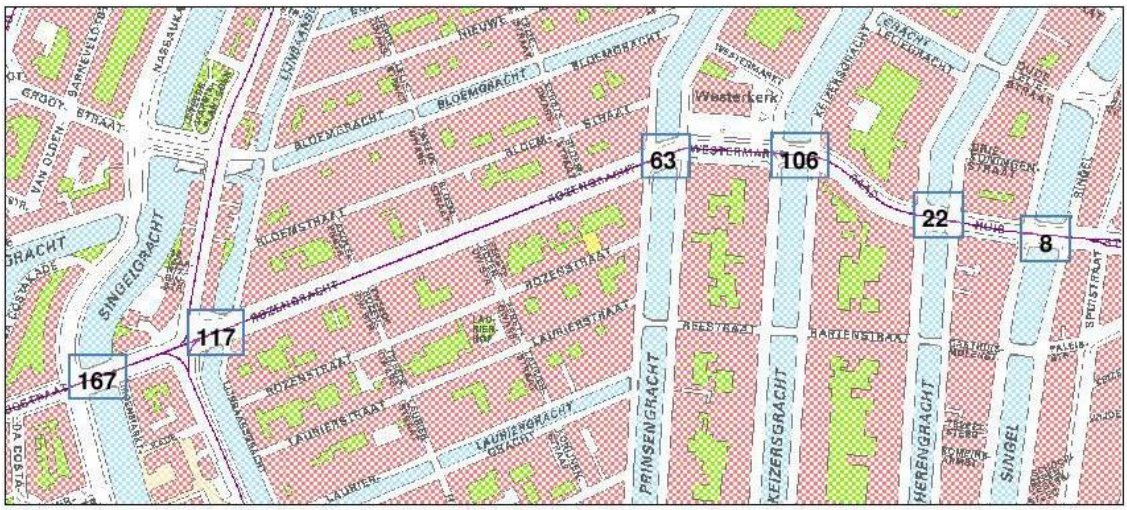
1 -Risicoanalyse bruggen Raadhuisstraat .....

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Van de bruggen 8, 22, 106, 63, 117 en 167 in de Raadhuisstraat en de Rozengracht zijn er in de afgelopen jaren diverse materiaalonderzoeken, visuele inspecties, berekeningen en risicoanalyses verricht. Bij de visuele inspecties zijn schades geconstateerd en uit de materiaalonderzoeken en berekeningen is gebleken dat de restlevensduur van de bruggen is verstreken. Met name de funderingen van tussenpijlers en landhoofden blijken niet meer aan het huidige bouwbesluit te voldoen. Anderzijds blijken de bruggen in praktijk nog te functioneren. Er wordt gebruik gemaakt van de reserves die aanwezig zijn door het verschil in de rekenbelastingen versus de werkelijk optredende belastingen en het verschil tussen de theoretische materiaaleigenschappen en de werkelijk aanwezige materiaaleigenschappen. Het benutten van deze reserves betekent dat er, gedurende deze periode dat de bruggen in fysieke vorm en functie worden gehandhaafd, sprake is van een bepaald risicoprofiel. Omdat er uit de risicoanalyses is gebleken dat er vooralsnog geen sprake is van acute bezwijkmechanismen is aangegeven dat het uitstellen van de vernieuwing van de bruggen mogelijk is mits deze intensief worden geïnspecteerd en gemonitord. DIVV beheer wil in navolging van deze risico inventarisatie een advies voor het meest optimale moment van het vervangen van de bruggen waarbij de economische aspecten van het vervangen van de brug zijn mee gewogen.

Hiervoor wordt een inschatting gemaakt van de onderhoudskosten voor het instandhouden van de huidige brugconstructies in relatie tot de vervangingswaarde te bepalen. Er wordt zodoende een verkenning gedaan naar de economische restlevensduur van de bruggen.



***Locatie** bruggen 8, 22, 106, 63, 117 en 167; Raadhuisstraat en Rozengracht.*

1.2 Doel van dit nader onderzoek

Het doel van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:
Het formuleren van een advies ten aanzien van de maximale duur van het uitstel van vervanging van de bruggen 8, 22, 106, 63, 117 en 167 waarbij technische en (bedrijfs)economische aspecten (jaarlijkse) kapitaallasten, alsmede risico's met (gevolg)kosten in beschouwing worden genomen.

1.3 Basisinformatie

De basisdocumenten die voor deze werkzaamheden worden gebruikt, zijn:

- Notitie 'constructieve beoordeling bruggen Raadhuisstraat; Risicoanalyses' d.d. 11 juni 2013 van IBA;
- Leidraad beoordeling constructieve veiligheid bruggen DIVV d.d. 2 oktober 2012 (versie 0.93);
- Risicomatrix d.d. 9 september 2013.
- Onderzoek technische staat bruggen 8, 22, 106, 63 en 117 van 19 oktober 2007.
- Brug 8 – Raadhuisstraat Oplossing 2 – SO rapportage
- Herberekening van de vijf bruggen in de Raadhuisstraat, Brug 8 (Rapport met documentnummer 166188; project nr. 30421);
- Nadere beschouwing resultaten hertoetsing Brug 8, rapport met documentnummer 167967, d.d. 28-9-2011;
- Onderzoeksrapportages (projectcode: 11p014, datum 14 april 2011, status definitief) van de materiaalonderzoeken en de visuele inspecties van de vijf bruggen in de Raadhuisstraat die door het onderzoeksbureau Baars-Cipro zijn uitgevoerd.
- Herberekening + advies maatregelen 3 bruggen Vijzelstraat van IBA d.d. 21 mei 2014 in opdracht van Coalitie project Rode Loper



***Luchtfoto**: Raadhuisstraat bruggen 63, 106, 22 en 8 (vlnr)*

2 Kenmerken en technische staat

De bruggen dateren oorspronkelijk allemaal uit de 19e eeuw. In de tussentijd hebben de bruggen verbredingen en gedeeltelijke vernieuwingen ondergaan. De aanleg en de aanpassingen van de bruggen zijn nagenoeg elke keer in één bestek ondergebracht behoudens de bruggen 117 en 167. In onderstaande paragrafen is een nadere toelichting op de toegepaste constructie evenals de hoofdafmetingen en samenvatting van de bevindingen naar aanleiding van de verrichte inspecties en materiaalonderzoeken.

2.1 Brug 8

Het oorspronkelijke bouwjaar van brug 8 dateert uit 1773. Destijds was dit vermoedelijk nog een boogbrug. In 1894 is de brug inclusief fundering geheel vernieuwd waarna deze in 1902 is versterkt en in 1925 is verbreed. Bij de verbreding van de brug is het gehele brugdek vernieuwd. Het middendeel van de bruggen (trambaan) is in de jaren 80 vervolgens vervangen door prefab betonnen platen.

***Foto**: brug 8 vanaf de noordzijde.*



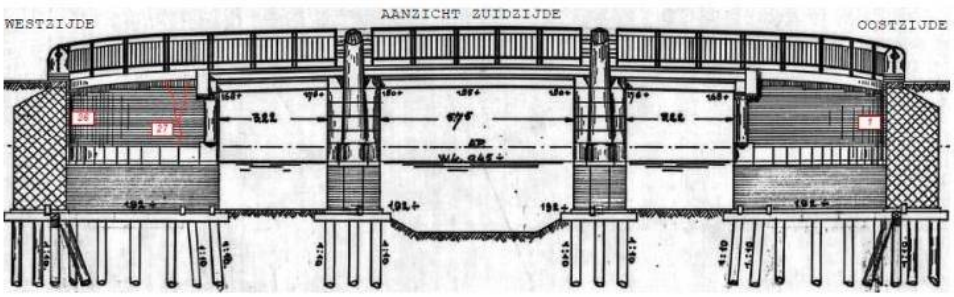
Brug 8 over de Singel heeft 3 doorvaarten. De zijdoorvaarten hebben een breedte van ruim 5 meter en de middelste hoofddoorvaart heeft een breedte van 6,86 m. De totale breedte van de brug bedraagt 26,00 m. De pijlers en landhoofden zijn voorzien van een gekoppelde fundering.

Samenvatting uit het materiaalonderzoek van Baars Cipro van 2011:
Op basis van de bevindingen die gedaan zijn tijdens de visuele inspectie valt te concluderen dat:
de constructie wordt overbelast, gezien de forse scheur over de gehele hoogte die in alle wanden zijn geconstateerd.

- het betonnen brugdek in slechte staat is. Aan de zuidzijde is in alle doorvaarten een forse scheur aangetroffen in het betonnen brugdek geconstateerd.
- er degradatie van het metselwerk en het staal plaatsvindt als gevolg van ernstige lekkages.
- de schades aan het westelijk landhoofd duiden op mogelijke tekortkomingen aan de fundering.
- De scheuren in het asfalt en de kuil bij de trambaan en de (volledige) holle ruimte achter het metselwerk van het westelijk landhoofd heeft mogelijk een relatie met elkaar.

2.2 Brug 22

Het oorspronkelijke bouwjaar van brug 22 in de Raadhuislaan over de Herengracht dateert uit 1826. In 1894 is de brug in zijn geheel vernieuwd waarna deze in 1902 is versterkt en in 1925 is verbreed. Van al deze vernieuwingen en uitbreidingen zijn archiefstukken beschikbaar. De huidige aanwezige houten paalfundering is ook hier bij de vernieuwing in 1894 en de verbreding in 1925 aangebracht.



Brug 22 heeft 3 doorvaarten. Volgens de archieftekeningen hebben de zijdoorvaarten een breedte van ruim 3,22 meter en heeft de middelste hoofddoorvaart een breedte van 5,75 m. De totale breedte van de brug bedraagt 26,00 m. De houten pijlervloeren zijn niet met elkaar gekoppeld.



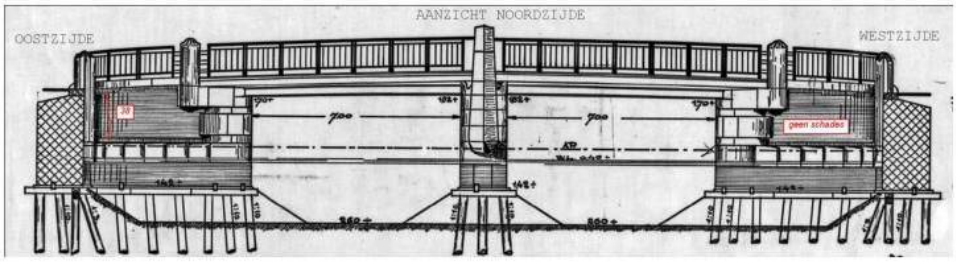
Figuur 3b: *Foto brug 22 vanaf de noordzijde.*

Samenvatting uit het materiaalonderzoek van Baars Cipro van 2011:
Op basis van de bevindingen die gedaan zijn tijdens de visuele inspectie valt te concluderen dat:

- de constructie wordt overbelast.
- er degradatie van het metselwerk en het staal plaatsvindt als gevolg van ernstige lekkages.
- het betonnen brugdek in matig tot slechte staat is.
- de grootste problemen zich voordoen bij het westelijke landhoofd.
- de schades aan het westelijk landhoofd duiden op mogelijke tekortkomingen aan de fundering.

2.3 Brug 106

Brug 106 in de Raadhuisstraat / Westermarkt over de keizersgracht dateert oorspronkelijk van 1895 en heeft twee doorvaarten van elk 7 meter. De totale breedte van de brug bedraagt 26,00 m. De houten funderingsvloeren onder de landhoofden en de middenpijler zijn niet met elkaar gekoppeld. Ook bij deze brug is het brugdek vernieuwd en verbreed in 1925.



Zijaanzicht Brug 106

***Foto**: brug 106 vanaf de noordzijde.*



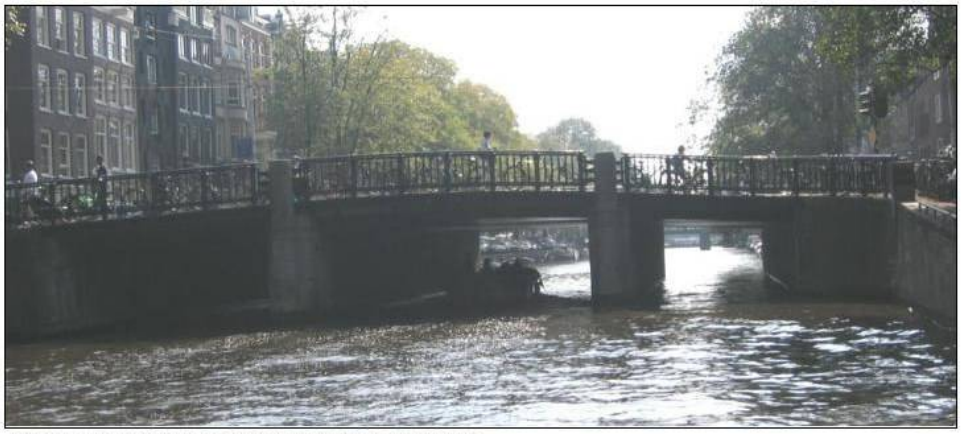
Samenvatting uit het materiaalonderzoek van Baars Cipro van 2011:

Op basis van de bevindingen die gedaan zijn tijdens de visuele inspectie valt te concluderen dat:
- de constructive wordt overbelast
- er degradatie van het metselwerk en het staal plaatsvindt als gevolg van ernstige lekkages.

Resultaten funderingsonderzoeken:
In de herberekeningen is rekening gehouden met een paaldraagvermogen van 100 kN. Bij proeven t.a.v. het paaldraagvermogen in de kop van de paal is bij brug 400 vastgesteld dat een merendeel van de palen aanzienlijk hogere draagvermogen bezitten. Deze reserve wordt in praktijk benut maar, zoals aangegeven, **gaat dit gepaard met risico's**. De houten funderingspalen van brug 106 zijn in 2007 door de Stichting Hout Research (SHR) nader onderzocht. Daaruit is gebleken dat de buitenste schil van de funderingspalen ernstig is aangetast. Met name bij de grenen palen zal naar verwachting de aantasting zich in de komende jaren uitbreiden. Alhoewel de verhouding tussen vuren en grenen palen niet bekend is zal er rekening gehouden moeten worden met een degradatie van de draagkracht van de houten palen. Een soortgelijk onderzoek is recent uitgevoerd bij soortgelijke bruggen in de Vijzelstraat (brug 70). Hieruit is eveneens gebleken dat er rekening gehouden met een beperkt paaldraagvermogen dat in de loop der jaren verder zal afnemen.

2.4 Brug 63

Brug 63 in de Raadhuislaan over de Prinsengracht heeft 3 doorvaarten. Volgens de archieftekeningen hebben de zijdoorvaarten een breedte van 4,65 meter en heeft de middelste hoofddoorvaart een breedte van 7,00 m. De totale breedte van de brug bedraagt 26,00 m.
De houten pijlervloeren zijn niet met elkaar gekoppeld. De huidig aanwezige paalfundering dateert uit 1891 respectievelijk 1925 (verbreding brugdek).

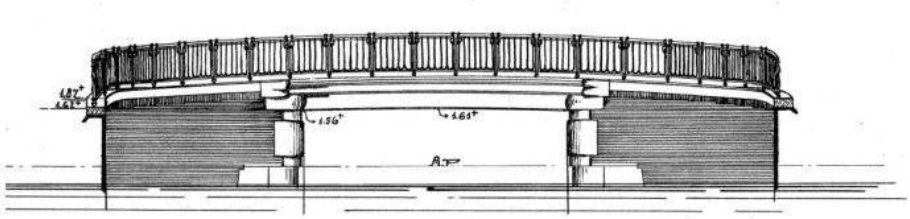


***Figuur 11**: Foto brug 63 vanaf de noordzijde.*

Van brug 63 zijn geen nadere materiaalonderzoeken verricht. Visuele inspecties hebben duidden op een betere technische staat dan de overige bruggen in de Raadhuisstraat. Desalnietemin voldoet de fundering niet aan het vigerende bouwbesluit.

2.5 Brug 117

Brug 117 over de Lijnbaansgracht voor de Rozengracht heeft een enkele doorvaart van 7 meter breed. De brug is omstreeks 1928 verbreed. De totale breedte van de brug bedraagt nu 26,00 m. De brug is in 1954 nog eens gedeeltelijk vernieuwd.



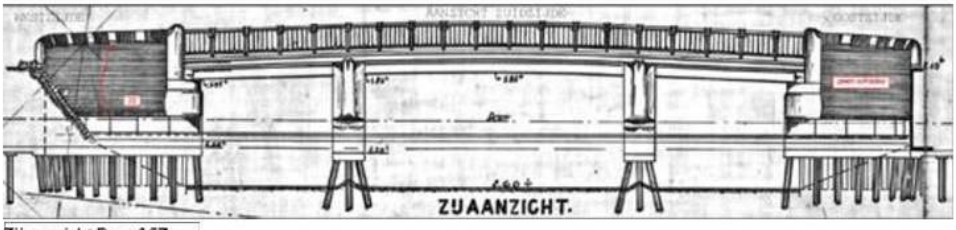
Samenvatting uit het materiaalonderzoek van Baars Cipro van 2011:

Op basis van de bevindingen die gedaan zijn tijdens de visuele inspectie valt te concluderen dat:
- de constructive wordt overbelast
- er degradatie van het metselwerk en het staal plaatsvindt als gevolg van ernstige lekkages.

2.6 Brug 167

Brug 167 ligt in De Clercqstraat en gaat over de Singelgracht. De brug is een vaste brug en is uitgevoerd in een staalbeton constructie waarin de twee constructieonderdelen niet met elkaar zijn verbonden.
Het middelste deel van de brug (gezien vanuit het dwarsprofiel van de brug) is omstreeks 1892 als eerst gebouwd. Daarna is de brug in 1927 vernieuwd en verbreed. In 1978 is het gedeelte van de brug waar de trams rijden vervangen.

De brug spant over drie velden en is opgelegd op twee op houtenpalen gefundeerde landhoofden en op twee eveneens op houtenpalen gefundeerde tussenpijlers. De ondersteuningsconstructies zijn in metselwerk uitgevoerd. De overspanning van de middelste doorvaart bedraagt 10 m en de overspanning van de zijdoorvaarten bedraagt elk 5 m. De dikte van de pijler is 1,2 m en de totale breedte van de brug bedraagt ca. 26 m.



Zijaanzicht Brug 167

Samenvatting uit het materiaalonderzoek van Baars Cipro van 2011:

Op basis van de bevindingen die gedaan zijn tijdens de visuele inspectie valt te concluderen dat:

- de constructie wordt overbelast, gezien de forse scheuren die bij een aantal wanden zijn geconstateerd.
- het betonnen brugdek in slechte staat is. In alle doorvaarten zijn forse scheuren aangetroffen in het betonnen brugdek.
- er degradatie van het metselwerk en het staal plaatsvindt als gevolg van ernstige lekkages.

2.7 Resultaten van de herberekeningen

De resultaten van de onderzoeken van met name [redacted] (onderzoeken 2011) zijn verwerkt in de herberekeningen die door IBA zijn uitgevoerd. Uit deze berekeningen is gebleken dat alle bruggen op één of meerdere onderdelen niet aan het bouwbesluit voldoen; zie onderstaande matrix met een overzicht van de resultaten van de herberekeningen.

Onderdeel / Unity check	**8**	**22**	**106**	**63**	**117**	**167**
Fundering landhoofd	1,13	1,10	1,32	< 1	1,41	1,09
Fundering pijler(s)	1,76	1,38	1,93	1,31	n.v.t.	1,85
Betondek langs (rijrichting)	1,12	1,0	1,12	< 1	< 1	< 1
Betondek dwars (lood. op rijricht.)	< 1	1,03	< 1	< 1	< 1	< 1
Stalen liggers	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Dit is voor de typerende oude Amsterdamse bruggen geen bijzondere constatering. Ter vergelijking resultaten onderzoek bruggen Vijzelstraat

Onderdeel / Unity check	*30*	*41*	*70*
Fundering landhoofd	*1,41*	*1,30*	*1,30*
Fundering pijler(s)	*1,75*	*1,90*	*2,20*
Betondek langs (rijrichting)	*< 1*	*< 1*	*> 1,0*
Betondek dwars (lood. op rijricht.)	*< 1*	*< 1*	*4,0*
Stalen liggers	*< 1*	*< 1*	*< 1*

3 Risicoanalyses

De resultaten van visuele inspecties, de materiaalonderzoeken en herberekeningen hebben input gevormd voor de risicoanalyses om de bedreigingen ten aanzien van functioneren en veiligheid in beeld te brengen conform de leidraad constructieve beoordeling bruggen; 'Constructieve beoordeling bruggen Raadhuisstraat; Risicoanalyses' d.d. 11 juni 2013. De risico inventarisatie is gebaseerd op de mogelijke bezwijkmechanismen zoals die uit de vooronderzoeken zijn te herleiden.
Daarbij is er geconstateerd dat er voor geen van de bruggen met een doorkijk van circa 5 jaar sprake is van risico op acute bezwijkmechanismen. Voor zover bezwijkmechanismen kunnen optreden die het functioneren of veiligheid bedreigen zullen deze vooraf worden gegaan door versnelde zettingen of vergroten van scheurvormingen en het optreden van gronduitspoelingen en lekkages. Om die reden is het regelmatige inspecteren en monitoren van scheuren en vervormingen een belangrijke voorwaarde voor het kunnen uitstellen van de vervangingen.

3.1.1 Verloop risicoprofiel gedurende het instandhouden

De risicoanalyses zijn in beginsel een momentopname die nog geen informatie verschaffen over het verloop van het risicoprofiel uitgezet tegen de tijd. Door degratatie van de fundering (aantasting paalfundering) en constante verhoging en intensivering van de verkeersbelastingen zal het risicoprofiel naar verloop van tijd wel toenemen. Dit wordt versterkt door onder andere de resultaten van duikonderzoeken en laberatoriumproeven van de grenen en vurenhouten palen onder de bruggen; zie toelichting brug 106.

Voor dit onderzoek zijn de eer**der geïnventariseerde risico's op basis van de mogelijk optredende** bezwijkmechanismen waar mogelijk samengevoegd tot een top 10 en vervolgens gekwantificeerd op drie verschillende instandhoudingsperioden[1], te weten: 5 jaar, 10 jaar en 30 jaar. Hiervoor is voor alle bruggen een overkoepelende analyse **van de top 10 risico's** opgesteld. De type constructies en het risicoprofiel naar verloop van tijd zijn van alle bruggen namelijk gelijkwaardig. De overkoepelende analyse voor alle bruggen met een kwalificatie op verschillende instandhoudingsperioden is weer**gegeven op de volgende pagina's.**
Achter de voorgestelde beheersmaatregelen is een inschatting gemaakt van de volgende kostenposten:

- eenmalige kosten preventieve maatregelen; dit betreft de inschatting van de kosten die gemaakt worden indien geen directe vervanging van de bruggen plaatsvindt. Deze kosten zijn ingeschat voor de maatregelen voor alle 6 de bruggen.
- Jaarlijkse onderhoudskosten; een inschatting van de kosten die per jaar worden gemaakt gedurende het instandhouden van de huidige brugconstructies.
- Eenmalige kosten van correctieve maatregelen. Dit is een inschatting van de kosten die gemaakt worden in het geval een waarschuwing van een mogelijk aankomend acuut bezwijkmechanisme geconstateerd wordt; bijvoorbeeld bij versnelde zettingen of verbreding van scheuren of

[1] *Er wordt hier met opzet niet gesproken over de restlevensduur van de bruggen. Deze restlevensduur is immers verstreken.*

zanduitspoelingen. Deze kosten zijn gespecificeerd per brug aangezien niet bekend is of deze situatie zich zal voordoen en bij hoeveel bruggen dit zich zal voordoen.

Alle genoemde kosten zijn exclusief BTW en prijspeil 2014.

Voor het inzichtelijk maken van de risico's is gebruik gemaakt van de onderstaande risicomatrix uit de leidraad:

		1	2	3
Gevolg cat.	Kans van optreden binnen restlevensduur	**< 5%**	**5% tot 50%**	**> 50%**
1	• Geen letsel • Geen beschikbaarheidsverlies • Geen invloed imago			
2	• Middelmatig letsel • Beschikbaarheidsverlies rijbaan / trambaan tot 1 week. • Negatieve invloed imago			
3	• Dodelijk ongeval • Beschikbaarheidsverlies langer dan 1 week. • Negatieve aandacht in de pers			
4	• Acuut bezwijkmechanisme[2]			

- GROEN: Indien een risico zich in de groene zone bevindt, worden geen fysieke beheersmaatregelen voorgeschreven. Een monitoring van de kritieke bezwijkmechanismen of intensivering van inspecties zijn te allen tijde noodzakelijk.
- ***ORANJE***: Indien een risico zich in de oranje zone bevindt kunnen preventieve en fysieke beheersmaatregelen worden overwogen om het risicoprofiel te beperken. Besluit hiertoe hangt samen met de omgevingsaspecten. Indien het uitstel van vervanging of groot onderhoud vanuit omgevingsaspecten en/of financiële afwegingen wenselijk is zal een monitoring op het betreffende bezwijkmechanisme moeten worden uitgevoerd in combinatie met het vaststellen van een calamiteitenplan.
- ***ROOD***: Indien een risico zich in de rode zone bevindt is de toestand niet acceptabel en zal een vervangingen van de gehele brug of het constructieonderdeel moeten plaatsvinden zodat het risico op de kritieke bezwijkmechanismen brug worden geëlimineerd en de brug voldoet aan verbouwniveau. In het geval van acute bezwijkmechanisme zal dit per direct moeten plaatsvinden.

[2] Acuut bezwijkmechanisme = Uiting van verval of schade met risico op letsel of een dodelijke ongeval dat zich kan voordoen met een snelheid waarbij geen gelegenheid is om maatregelen te treffen anders dan onmiddellijke buitengebruikstelling.

nr	Bezwijkmechanisme	Gevolg Instandhoudingsperiode	Kans x gevolg 5 jaar	Kans x gevolg 10 jaar	Kans x gevolg 30 jaar	Beheersmaatregel	€ Eenmalige preventieve maatregel	€ Jaarlijkse onderhouds-kosten tot vervanging	€ Eenmalige correctieve maatregel
1	Bezwijken verbinding paalkoppen door bacteriële aantasting Indrukking kespen door overbelasting palen Onvoldoende draagvermogen in de paalpunt	• Aanzienlijke verzakking (5 a 15 cm) van de pijlers of landhoofden. • Herverdeling van belastingafdracht • piekbelastingen op delen van de fundering;	2 x 1	3 x 1	3 x 2	• Monitoringsysteem opzetten en interventiewaarden bepalen. • Halfjaarlijkse metingen in X,Y, en Z-richting van de pijlers en landhoofden. • Scheuren in beeld brengen en halfjaarlijks monitoren. • Calamiteitenplan noodondersteuning opstellen. • Bij versnelde zettingen direct tijdelijke ondersteuning volgens calamiteitenplan realiseren.			
2	Idem, als risico 1	Breder wordende scheuren in metselwerk en brugdek.	3 x 1	3 x 1	3 x 1	• Halfjaarlijkse inspectie en metingen scheurvorming. • Huidige scheurvorming afdichten / injecteren.		Zie risico 1	
3	Idem, als risico 1	Vervormingen in het tramspoor (versnelde slijtage, scheluw ligging van de sporen)	1 x 3	1 x 3	1 x 3	• Tijdelijke ondersteuning volgens calamiteitenplan realiseren. • Risico delen en bespreken met GVB-infra. Maximale vervormingscapaciteit bepalen en koppelen aan het monitoringssysteem (beheersmaatregel 2).			
4	Idem, als risico 1	Breuk in kabels of leidingen in de overgang van brugdek naar aardenbaan	1 x 3	1 x 3	2 x 3	• **Risico's delen en inschatten met K&L**-beheerders • Onderzoek constructie overgang brugdek / grondlichaam en gasleidingen. Maximale vervormingscapaciteit bepalen en koppelen aan het monitoringssysteem (beheersmaatregel 2).			
5	Idem, als risico 1	Uitspoelingen achterliggende grond, schade verhardingen	1 x 2	2 x 2	3 x 2	• Afdichten scheurvorming	Zie risico 1		

nr	Bezwijkmechanisme	Gevolg Instandhoudingsperiode	Kans x gevolg 5 jaar	Kans x gevolg 10 jaar	Kans x gevolg 30 jaar	Beheersmaatregel	€ Eenmalige preventieve maatregel	€ Jaarlijkse onderhouds-kosten tot vervanging	€ Eenmalige correctieve maatregel
6	Horizontaal afschuiven metselwerklichaam van funderingsvloer landhoofden. Vervorming / uitbuiken van de landhoofden door gronddruk achter landhoofd	Bezwijken landhoofden. Opleggingen verplaatsen horizontaal. Groter worden van de verticale scheuren in het metselwerk landhoofd	1 x 2	2 x 2	3 x 2	• Stempeling tussen de pijlers en landhoofden (correctief) • Scheurvorming afdichten; vermijden gronduitpsoeling			
7	Doorroesten stalen liggers door aanwezige scheuren in brugdek	Bezwijken / wegzakken van het brugdek en vrijkomen van de opleggingen.	1 x 2	2 x 2	3 x 2	• Afdichten scheurvorming • Herstellen corrosieschade • Herstellen betonschades betondek • Vervangen brugdekliggers (correctief)			
8	Uitspoelen van grond achter de landhoofden	ontoelaatbare schade aan het wegdek	2 x 2	2 x 2	3 x 2	Scheuren en nader t.p.v. gronduitspoeling afdichten.	Zie risico 1		
9	Metselstenen vallen uit het metselwerk	Materiele of persoonlijke schade Gebarsten of gebroken natuursteen Kalkafzettng op metselwerk en natuursteun	1 x 2	1 x 2	1 x 2	Acceptabel			
10	Bezwijken betonnen doorsnede en stalen liggers (veldmoment).	Bezwijken brugdek	1 x 2	1 x 2	1 x 2	Acceptabel			

4 Uitgangspunten bepalen vervangingswaarde

Het bepalen van de vervangingskosten hangt sterk samen met de uitvoeringswijze en BLVC maatregelen van buitenaf. Voor het vaststellen van de vervangingskosten zullen zodoende een aantal uitgangspunten worden gehanteerd die vooralsnog antwoord geven op de volgende vragen:

- Hoe ziet de vervanging van de bruggen eruit? Is een gedeeltelijke vernieuwing van bijvoorbeeld alleen het brugdek voldoende of dienen de bruggen tot en met de fundering geheel opnieuw opgebouwd te worden?
- Hebben de bruggen een monumentale status en zo ja, welke gevolgen brengt dit met zich mee voor het bepalen van de economische restlevensduur?
- Hoe zit het met de uitvoering en volgordelijkheid van de zes bruggen? Worden de bruggen allemaal tegelijk vervangen of achter elkaar? Met welke BLVC-maatregelen moet er nu al rekening worden gehouden?
- Welke invloed wordt er uitgeoefend door de aanwezigheid van tramsporen?

In de volgende paragraven worden de uitgangspunten beschreven die antwoord geven op bovenstaande vragen.

4.1.1 Vernieuwing versus vervanging

Voor de bruggen in de Raadhuisstraat geldt dat de voornaamste risico's betrekking hebben op de staat van de fundering. Dit leidt al snel naar het uitgangspunt voor dit onderzoek om uit te gaan van volledige vervanging van de bruggen. Versterken van funderingen, bijvoorbeeld middels buispalen tussen de bestaande houten palen, levert technische risico's en vraagtekens ten aanzien van de uitvoerbaarheid. Het lijkt niet verstandig om als uitgangspunt voor de kostenraming in deze fase deze afgeslankte vormen van vernieuwen in te calculeren. Met andere woorden: Voor het bepalen van de vervangingswaarde wordt rekening gehouden met een gehele sloop en opnieuw opbouwen van de bruggen inclusief fundering. Er zal hierbij wel rekening gehouden moeten worden met de status van rijksmonumenten; zie volgende paragraaf. Overige maatregelen zoals bijvoorbeeld versterking door lijmwapening van koolstoflammelen wordt hier dus niet beschouwd.

4.1.2 Monumentale status

Brug 8, 22, 63, 106 en 117 en 167 hebben allen de status van een rijks- of gemeentemonument. Dit heeft gevolgen voor de vervangingskosten waarmee in dit stadium al rekening gehouden dient te worden. Voor het verkrijgen van een omgevingsvergunning worden er strenge eisen gesteld: **"Behoud gaat voor vernieuwing" en " renovatie gaat voor vervanging"**. Er zal alleen omgevingsvergunning worden verkregen indien aangetoond wordt dat er optimaal invulling is gegeven aan de topeisen.

Voor deze bruggen geldt dat de fundering van de pijlers en de landhoofden geheel vervangen moet worden. Gezien de ervaringen met soortgelijke vervangingsprojecten zal het niet haalbaar zijn om de middenpijler en landhoofden te behouden en te renoveren. Volledige sloop en heropbouw is noodzakelijk, waarbij al het

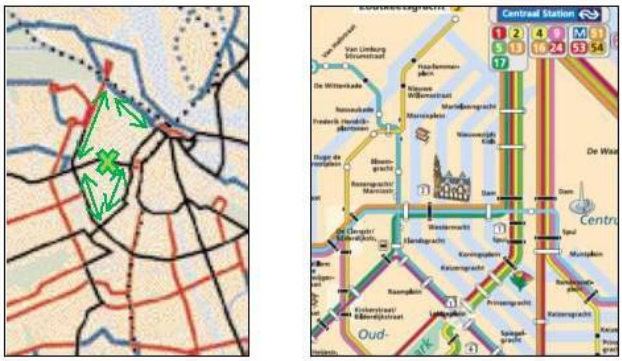
natuursteen en smeedwerk wordt gedemonteerd, gerenoveerd en teruggeplaatst om het huidige aanzicht van de bruggen in ere te herstellen.

4.1.3 Aandachtspunten BLVC

Gezien de situering en de functies van de Raadhuisstraat en Rozengracht zal het vervangen van de bruggen een enorme impact op de omgeving en de verkeersfuncties veroorzaken. In deze fase zal zodoende al rekening gehouden moeten worden met de nodige kosten voor BLVC-maatregelen. Sterker nog: De vervangingskosten zijn waarschijnlijk sterk afhankelijk van de gekozen uitvoeringswijze en faseringen. De projectkosten van een kort en hevige aanpak zullen bijvoorbeeld aanzienlijk lager zijn dan een gefaseerde aanpak. Een kort en hevige aanpak zal mogelijk weer leiden tot onacceptabel overlast voor de omgeving. Voor het bepalen van de vervangingskosten zal zodoende **een zo'n realistisch mogelijk balans gezocht** moeten worden om zo de meest waarschijnlijke uitgangspunten te hanteren bij het bepalen van de vervangingskosten. Deze uitgangspunten worden omschreven in de volgende paragraven. Hierbij is geen BLVC-kader of plan geschetst maar worden slechts de belangrijkste zaken op omschreven met een diepgang die vereist is om een uitgangspunt te hanteren.

De Raadhuisstraat is weliswaar geen onderdeel van het Hoofdnet auto maar vormt wel degelijk een belangrijke route voor onder andere autoverkeer maar ook voetgangers, fietsen. Belangrijker nog is de functie van OV-Corridor. De Raadhuisstraat voorziet in de exploitatie van 3 tramlijnen en 4 buslijnen. Met name het stremmen van de tramlijnen leidt tot maatschappelijke hinder en verhoging van de projectkosten. Bovendien bieden zich weinig routes aan die kunnen dienen als omleiding voor trams en overig verkeer. De zuidelijker gelegen route door de Leidsestraat heeft onvoldoende capaciteit. De nog verder gelegen route langs de Vijzelstraat / Vijzelgracht lijkt zich ook niet als omleidingsroute aan te merken gezien de geplande werkzaamheden voor de Rode Loper waarbij vernieuwing van de bruggen eveneens deel uit maakt. Omgekeerd functioneert de Raadhuisstraat wel als omleidingsroute voor he traject via de Leidsestraat. Op en rondom het Leidseplein zijn tot circa 2020 allerlei werkzaamheden gepland. Vervanging van bruggen in de Raadhuisstraat voor deze periode brengt het risico met zich mee dat de projecten (lees: stremmingen) op het traject Leidsestraat en Raadhuisstraat beperkt of niet tegelijk mogelijk zijn.

Een alternatieve route ontstaat mogelijk via de Haarlemmerhouttuinen al wordt deze route al enige tijd niet geëxploiteerd. Over de ingebruikname dan wel verwijdering van deze sporen dient nog besloten te worden.

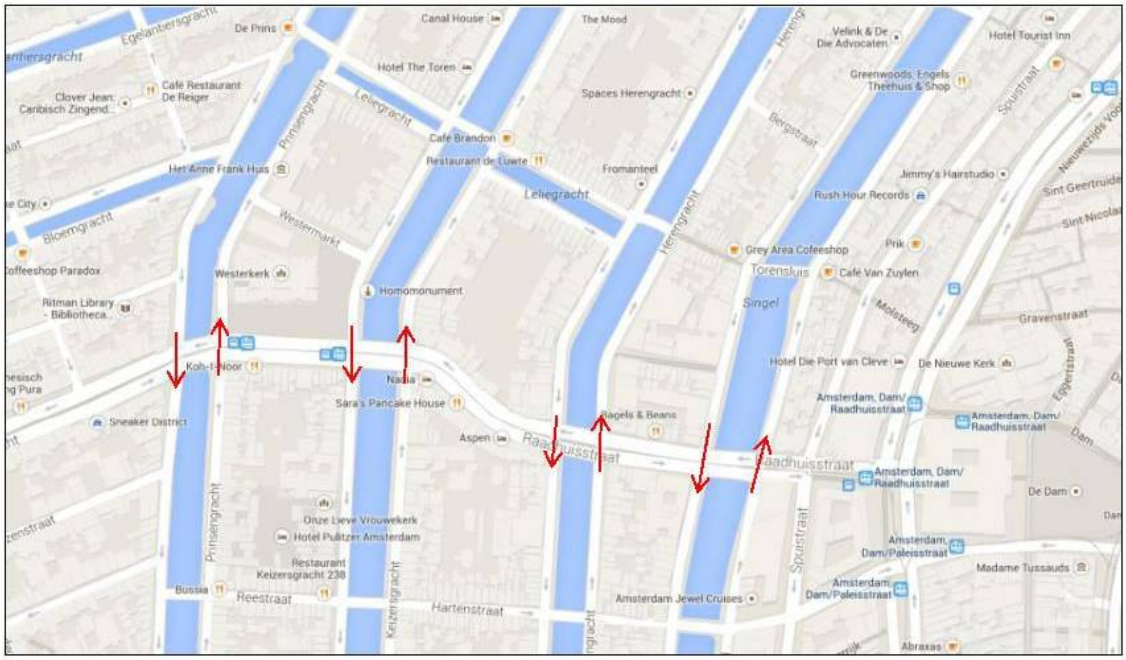


***Plattegrond**: Mogelijk alternatieve routes tram en autoverkeer*

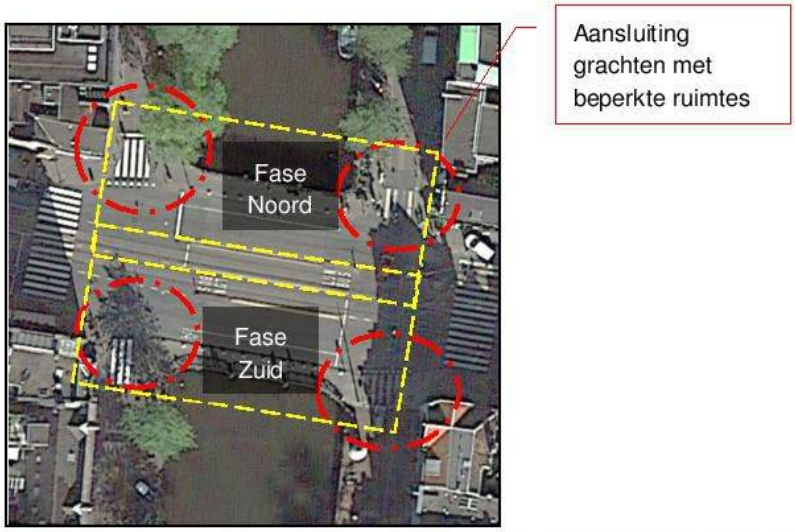
Gezien de zeer beperkte mogelijkheden voor een omleiding wordt voor het bepalen van de vervangingskosten van de bruggen rekening gehouden dat tramverkeer, en zo mogelijk autoverkeer gedurende de vervangingen in stand gehouden moeten worden.

4.1.4 Volgordelijkheid en faseringen

Voor het instandhouden van tram- en overige verkeer is het noodzakelijk om de vervanging per brug gefaseerd uit te voeren oftewel een dwarsfasering per brug. Dit uitgangspunt geeft bovendien invulling op een aantal andere BLVC-gerelateerde aandachtspunten:
Bij een vernieuwing van de bruggen is het waarschijnlijk dat het verkeer op de gracht die haaks op de betreffende brug is gelegen hier ook forse hinder van ondervind. Er is immers zeer beperkte ruimte op de grachten nabij de hoeken van de bruggen voor het instandhouden van het (auto)verkeer op de grachten. Vanwege deze beperkte ruimte zal het niet haalbaar zijn om tijdens de uitvoeringsfase hulpbruggen naast de bruggen te leggen voor het tijdelijk omleggen van de tramsporen (als in het voorbeeld van o.a. Hogesluis). Er van uitgaande dat de trams gedurende uitvoering zoveel mogelijk in exploitatie moeten blijven wordt er voor het bepalen van de vervangingswaarde per brug uitgegaan van een dwarsfasering per brug.
Zie tevens onderstaand situatie vanaf luchtfoto met als voorbeeld brug 22.



***Afbeelding**: Kaart Raadhuisstraat met rijrichting grachten (**bron**: google maps)*



Afbeelding: *Luchtfoto brug 22: Beperkte ruimte verkeersmaatregelen bij kruising op de grachten.*

Voor het bepalen van de vervangingswaarde wordt per brug de volgende volgorde voor de uitvoering gehanteerd:

1) Het smeedwerk (leuningwerk en randliggers) worden gedemonteerd en gerenoveerd. Eventueel aanwezig natuurstenen ornamenten worden verwijderd.
2) Tramsporen worden omgelegd naar een zijde van de brug (gedurende enkele dagen stremming).
3) Het brugdek aan de andere zuidzijde wordt volledig gesloopt.
4) Het metselwerk in de landhoofden en pijlers zuidzijde wordt tot op de hoogte van het natuursteen gesloopt.
5) Het natuursteen in de middenpijlers en landhoofden wordt gedemonteerd en afgevoerd.
6) Natuursteen wordt gerenoveerd (inboetwerk).
7) De funderingen van de middenpijlers en landhoofden worden vernieuwd.
8) Het natuursteen wordt teruggebracht in oorspronkelijke staat.
9) De middenpijlers en landhoofden worden opgemetseld en de nieuwe brugdekken worden aangebracht.
10) De vernieuwde brugdekken worden voorzien van de gerenoveerde stalen randliggers en leuningwerk.
11) Trambaan wordt omgelegd naar andere zijde op het nieuwe brugdek.
12) Stappen 3 t/m 10 vinden opnieuw plaats maar dan voor de 2^{e} fase.
13) Tramsporen worden op definitieve locatie omgelegd en de definitieve verhardingen worden aangebracht.

Voor elke brug zal bovengenoemde uitvoeringsvolgorde in twee fasen worden gerealiseerd om het tramverkeer en zomogelijk overige verkeersmodaliteiten zoveel mogelijk in stand te houden; zie volgende paragraaf.

4.1.5 Volgordelijkheid en fasering van de vervangingen

Om de verkeerskundige impact op de grachten te beperken wordt er voor dit onderzoek van uitgegaan dat een situatie waarbij alle bruggen gelijktijdig worden vervangen niet acceptabel is. Voor het bepalen van de vervangingskosten wordt uitgegaan van een tussenvorm waarbij de bruggen in twee fasen worden vervangen waarbij ook rekening wordt gehouden met de technische staat van de bruggen ten opzichte van elkaar:
Fase A: Vervangen van brug 8, 106 en 167.
Fase B: Vervangen van brug 22, 63 en 117.

Het vervangen van de bruggen zal vervolgens per brug ook weer in 2 hoofdfasen onderverdeeld worden, fase zuid en een fase noord met als doel om het tramspoor, fiets en voetgangersverkeer en zo mogelijk autoverkeer (1-richting) en busverkeer (1-richting) gedurende de uitvoering in stand te kunnen houden. Dit zijn uiteraard niet nader onderbouwde aannames. De uiteindelijke uitvoeringswijze zal moeten blijken na de invulling van het complexe BLVC-vraagstuk. Vooralsnog zijn de hiervoor genoemde uitgangspunten de meest waarschijnlijke en zullen worden gehanteerd voor het bepalen van de vervangingskosten.

Voor dit onderzoek is een korte inventarisatie gedaan naar mogelijk geplande vernieuwing van kademuren (Stadsdeel Centrum), vernieuwing asfaltverhardingen (Hoofdnet DIVV) en eventuele planvorming ten aanzien van herinrichting Raadhuisstraat / Rozengracht. Hieruit zijn geen zaken gekomen die bij eerste beschouwing invloed zullen hebben op de bepaling van de economische restlevensduur en de inschatting van de vervangingswaarde.

4.1.6 Vernieuwingsprogramma tramsporen

In de Raadhuisstraat vinden dit jaar werkzaamheden aan het tramspoor plaats. Hierbij worden een tweetal bogen in het tramspoor vervangen. Het overige deel van het tramspoor in de Raadhuisstraat is eveneens aan vervanging toe. Het 'grotere' vervangingsproject in de Raadhuisstraat-Rozengracht is ingepland rond 2018-2020. Uiteraard biedt dit vanuit LCM-beginselen een ogenschijnlijk goede gelegenheid om de bruggen en sporen in samengevoegd project gelijktijdig uit te voeren. Sporen gaan normaliter 20-25 jaar mee. Een aantal onderdelen, zoals druk bereden wissels of krappe bogen, zijn na ca. 15 jaar aan vervanging toe.

Kosten vernieuwen tramspoor
Het vernieuwen van de tramsporen in de Raadhuistraat is geschat op [redacted]
Idem, de Clerqstraat [redacted] *(niet publiceren op verzoek Dienst Metro)*
Kosten vervangen tramspoor [redacted] *- per meter spoor*
Sporen hebben normaliter een levensduur van 20-25 jaar, behoudens bochtstukken (10 – 15 jaar).

Stremming tramexploitatie →
Inschatting voor de kosten van een omleiding is ook niet zomaar te geven. Het hangt heel erg af van de specifieke situatie, doorlooptijden, werk in de rest van de stad etc. Enkele [redacted] *bij enkele weekend afsluiting tot* [redacted] *bij ca. 6 maanden afsluiting.*

5 Onderhoud- en vervangingskosten

5.1 Vervangingswaarde bruggen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de beschouwde bruggen met daarbij de belangrijkste kenmerken en de geschatte vervangingskosten:

Brug	**8**	**22**	**106**	**63**	**117**	**167**	**Totaal**
Lokatie	Raadhuisstraat				De Clerqstraat		
	Singel	Heren-gracht	Keizers-gracht	Prinsen-gracht	Lijnbaans-gracht	Singel-gracht	
Breedte middendoorvaart	6,86 m	5,75 m	N.v.t.	7,00 m	7,00 m	10,00 m	
Breedte zijdoorvaarten	2x 5,00 m	2x 3,22 m	2x 7,00 m	2x 4,65 m	N.v.t.	5,00 m	
Aantal middenpijlers	2	2	1	2	0	2	
Breedte brugdek	26 m	26 m	26 m	26 m	26 m	26 m	
Vervangingskosten Optie 1 gefaseerd, beperkte stremmingen							
Optie 2 kort & hevig							

(genoemde bedragen zijn exclusief BTW en prijspeil 2014)

De vermelde vervangingskosten zijn inclusief:
- Inclusief demonteren en herstellen natuursteen en ornamenten.
- Renovatie randliggers en leuningwerk

De vermelde vervangingskosten zijn exclusief:
- Tijdelijk omleggen tramspoor
- Compensaties bewoners en ondernemingen
- VAT-kosten
- Stremmingkosten GVB-exploitatie

5.2 Onderhoudskosten bestaande bruggen

Beheersmaatregel	**€ Eenmalige preventieve maatregel**	**€ Jaarlijkse onderhouds-kosten tot vervanging**
• Monitoringsysteem opzetten en interventiewaarden bepalen.		
• Halfjaarlijkse metingen in X,Y, en Z-richting van de pijlers en landhoofden.		
• Scheuren halfjaarlijks monitoren		
• Calamiteitenplan opstellen.		
• Huidige scheurvorming afdichten / injecteren.		
• Herstellen corrosieschade		
• Herstellen betonschades betondek		
• Risico delen en nader inschatten met GVB-infra. Maximale vervormingscapaciteit bepalen en koppelen aan het monitoring.		
• **Risico's delen en inschatten met K&L-**beheerders; Maximale vervormingscapaciteit bepalen en koppelen aan het monitoringssysteem		
Totaal		

5.3 Kosten correctieve maatregelen

Beheersmaatregel	**€ Eenmalige correctieve maatregel (per brug)**	**Kans van optreden**
Tijdelijke ondersteuning volgens calamiteitenplan realiseren.		5 – 50%
Horizontale stempeling tussen landhoofd / middenpijler(s) in (zij)doorvaart		5 – 50%
Vervangen brugdekliggers		5 – 50%
Maatschappelijke gevolgkosten niet functioneren brug (**verkeersfunctie's / bereikbaarheid / imago**)		?
Stremming tram / buslijnen		?

Inschatting voor de kosten van een omleiding is sterk afhankelijk van de specifieke situatie, doorlooptijden, **werk in de rest van de stad etc. Enkele [redacted] bij enkele weekend afsluiting tot [redacted] bij ca. 6 maanden afsluiting.*

5.4 Advies instandhoudingsperiode

De kosten van de instandhouding van nieuwe bruggen is altijd lager dan de instandhoudingskosten bestaande bruggen. Mede gezien de verhoogde kans op kosten van correctieve maatregelen naarmate de jaren verstrijken luidt het advies in beginsel (op basis van het versimpelde economische model) om alle bruggen per direct te vervangen. De vraag is echter of dit vanuit breder (maatschappelijk) oogpunt de voordeligste oplossing is. Het formeren van een maximale instandhoudingsperiode op basis van een financieel model is alleen op te stellen in het geval er een bepaalde opbrengst ontstaat bij het uitstellen van de uitgaven voor vervanging. *Het bepalen van het meest optimale moment van vervangen zal gevonden **moeten worden in een "window of oppertunity" waarin de laagste maatschappelijke hinder (kosten) optreden.** Deze window of oppertunity wordt door een aantal zaken bepaald:*

- Op basis van de risicoanalyses is aangegeven dat uitstel van vervanging tot 15 jaar mogelijk is mits er intensieve monitoring en inspecties plaatsvinden. Echter, om niet geconfronteerd te worden op een reële kans van hogere kosten van correctieve maatregelen zullen alle bruggen binnen een termijn van 10 jaar vervangen moeten zijn. De risicoanalyse wijst uit dat het risicoprofiel van elke brug, met name in relatie met de fundatieproblematiek, na deze periode een onacceptabele omvang aanneemt.
- Duur van de vervangingen. De bruggen zullen niet allemaal gelijktijdig vervangen kunnen worden. Er zal rekening gehouden moeten worden met een achtereen geschakelde fasen waarbij telkens 1 of of

meerder bruggen vervangen worden. Op basis van een snelle beschouwing is in dit onderzoek uitgegaan van 2 fasen waarbij telkens drie bruggen worden vervangen. De vervanging van een fase zal inclusief voorbereiding en aanbesteding ongeveer 3,5 jaar in beslag nemen. Als uit het BLVC-hoofdlijnenplan blijkt dat meerdere fasen nodig zijn betekend dat de laatste bruggen pas na (bijvoorbeeld) 8 jaar plaatsvinden.
- Het vervangen van de bruggen zal, hoe dan ook, gepaard gaan met stremmingen. Deze stremmingen kunnen waarschijnlijk niet ingepland worden op het moment dat de omleidingsroutes niet beschikbaar zijn. Hier wordt gedoeld op de werkzaamheden aan het Leidseplein die tot ca. 2020 zullen plaatsvinden.
- Het vervangen van de tramsporen staat gepland voor de periode 2018 – 2020. Door deze samen te voegen met het vervangen van de bruggen kan het totaal aan BLVC-maatregelen worden beperkt. Uiteraard levert dit vanuit LCM-overwegingen ook een gunstige financieel effect.
- De vijzelstraat is, net als de Raadhuisstraat, een belangrijke OV-corridor en autoverkeersroute van en naar het centrum. Aangezien er in de Vijzelstraat / Vijzelgracht eveneens werkzaamheden zijn gepland in het kader van het Rode Loper project, ontstaan waarschijnlijk BLVC-gerelateerde risico's op strategisch niveau. Dit zou eveneens pleitten voor vervanging van de bruggen na gereedkomen van het Rode Loperproject; omstreeks 2019.

Vanuit deze afkadering wordt de volgende indicatieve planning verkregen (uitgaande van 2 hoofdfasen):

Onderdeel	periode
Voorbereiding en aanbesteden vervanging bruggen fase A: brug 8, 106 en 167.	2018 tot 2020
Uitvoering vervanging bruggen 8, 106 en 167	2019 tot 2022
Voorbereiding en aanbesteden vervanging bruggen fase B: brug 22, 63 en 117.	2021 tot 2023
Uitvoering vervanging bruggen 22, 63 en 117.	

Aantekeningen (verwijderen in laatste reviewronde)
Contact Ard Honkoop
Marten v/d Plaat

Scenario 1:
- Inschatting van de jaarlijkse onderhoudskosten van de 6 nieuwe bruggen. → *nihil? Is geen juiste vergelijking aangezien er nu ook nauwelijks onderhoudskosten zijn behoudens schilderwerkzaamheden e.d. Deze blijven vergelijkbaar in huidige en nieuwe situatie.*

Scenario 2:
- Jaarlijkse opbrengst van het uitstellen van de vernieuwing (renteopbrengst? voor zover aanwezig).--> *Deze is niet aanwezig.*

Scenario 3 (in aanvulling op scenario 2):
- De (maatschappelijke) gevolgkosten bij acuut bezwijken en het onverwacht moeten afzetten van de Raadhuisstraat. → Maatschappelijke gevolgen sterk afhankelijk van bezwijkmechanisme en moment van optreden. In het geval geen omleiding via Marnixstraat mogelijk is (vanwege werkzaamheden Leidseplein) zijn de vervolgkosten en maatschappelijke kosten zeer hoog.

Beïnvloedingen programmering vervanging

6 Conclusies en advies

Indicatieve planning irm risico's vs afkadering omgevingsaspecten toelichten:

Onderdeel	***periode***
Voorbereiding en aanbesteden vervanging bruggen fase A: brug 8, 106 en 167.	*2018 - 2020*
Uitvoering vervanging bruggen 8, 106 en 167	*2019 - 2022*
Voorbereiding en aanbesteden vervanging bruggen fase B: brug 22, 63 en 117.	*2021 - 2023*
Uitvoering vervanging bruggen 22, 63 en 117.	*2023 - 2025*

Risico's bruggen verhogen naarmate tijd verstrijkt. Kans op correctieve maatregelen na 10 jaar is onacceptabel → dus vervanging binnen 10 jaar binnen een " window of oppertunity". Deze wordt gecreeerd op belangrijke BLVC-apsecten stadsbreed. Advies → BLVC- strategie opstellen om kaders aan te scherpen.

Bijlage(n)

1 - Risicoanalyse bruggen Raadhuisstraat

Colofon

Advies vernieuwing bruggen Raadhuisstraat

Tekst

Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau

Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen zonder bronvermelding.
Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau
Weesperstraat 430
Postbus 12693
1100 AR AMSTERDAM