Gemeente Amsterdam

Memo

Aan	Leo Venus
Van	[redacted]
Kopie aan	
Datum	6 april 2016
Ons kenmerk	-
Bijlage(n	1 Review Royal Haskoning/DHV 2 Passage SO rapportage Witteveen + Bos
Onderwerp	Beoordeling second opinion Royal Haskoning/DHV en Witteveen+Bos

1. Inleiding

Het Ingenieursbureau (IB) heeft onderzoek verricht naar de constructieve veiligheid van brug 30, 41 en 70 in de Vijzelstraat. Op basis van de destijds beschikbare informatie en gestelde randvoorwaarden, heeft het IB in november 2015 het volgende geadviseerd:

- volledige vernieuwing van brug 30 en brug 41
- handhaven (paal)fundering en versterken brugdek van brug 70

In opdracht van V&OR-asset hebben Royal Haskoning/DHV (RHDHV) en Witteveen + Bos (W+B) een second opinion uitgevoerd naar dit advies. V&OR-AOG heeft vervolgens het IB verzocht de second opinion te beoordelen. De resultaten van deze beoordeling vindt u in deze memo.

2. Referenties

(Advies)rapportages IB:

1. 'Herberekening + advies maatregelen 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 21-05-2014 met documentnummer 186738.
2. Notitie 'Onderzoek levensduur verlengende maatregelen brug 70 Vijzelstraat/Prinsengracht', opgesteld door het IB, d.d. 10-12-2014 met documentnummer 189598.
3. Notitie 'Resultaat onderzoek paalfundering 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 11-11-2014 met documentnummer 189086.
4. Notitie 'Resultaten aanvullend onderzoek paalfundering 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB. d.d. 07-05-2015 met documentnummer 190919.
5. Notitie 'Conclusie expertmeeting 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 23-07-2015.
6. Rapportage "Advies 3 bruggen Vijzelstraat - Resultaten oorspronkelijk onderzoek, gevoeligheidsanalyse + advies (beheers)maatregelen" opgesteld door het IB, d.d. 11-11-2015.

Second opinion RHDHV en W+B:

7. Review rapport "Advies 3 bruggen Vijzelstraat" opgesteld door RHDHV, d.d. 12 november 2015 met kenmerk INFRABE1797-102N001F01, opgenomen in bijlage 1.
8. Hoofdstuk 2 uit de rapportage "Haalbaarheidsstudie voor vervanging, herstel of handhaving Vijzelstraatbruggen", opgesteld door W+B, d.d. 4 februari 2016 met kenmerk ASD1570-1/16-002.028, opgenomen in bijlage 2.

3. Beoordeling second opinion Royal Haskoning/DHV

De second opinion heeft betrekking op de (advies)rapportage [ref. 6]. RHDHV trekt de volgende conclusies:

1. RHDHV onderschrijft de conclusie van het IB om de fundering van brug 30 en 41 te vervangen.
   Reactie IB: geen
2. RHDHV adviseert het besluit, om de onderbouw van brug 70 te handhaven, te heroverwegen omdat vier van de vijf onderzochte palen onder pijler noord niet voldoen op geotechnisch paaldraagvermogen.
   Reactie IB: Vanwege tijdsdruk is in het verleden, in overleg met V&OR-asset, afgesproken het geotechnisch paaldraagvermogen te berekenen op basis van landsonderingen die in de buurt van brug 70 zijn uitgevoerd.
   Ter verificatie adviseren we nu aanvullend watersonderingen uit te laten voeren in de directe nabijheid van de landhoofden en pijlers van brug 70 om een beter inzicht te krijgen in het werkelijke geotechnisch paaldraagvermogen.
3. Indien besloten wordt brug 30 en 41 te vervangen, adviseert RHDHV onderzoek uit te voeren naar de bestaande houten palen (proefbelasten, palen trekken om diameter en aantasting in kaart te brengen).
   Reactie IB: .Het IB is zich hier bewust van. Onderzoek naar de houten paalfundering maakt onderdeel uit van het Toetsingskader Amsterdamse Bruggen (TAB) dat momenteel door het IB, in opdracht van V&OR, wordt opgesteld.

4. Beoordeling second opinion Witteveen+Bos

De second opinion heeft betrekking op de (advies)rapportages ref. 1 en ref. 6. W+B trekt de volgende conclusies:

1. Het gevolgde proces van het uitvoeren van een herberekening en de navolgende toetsing door middel een expertmeeting heeft geleid tot een uitgebreid beeld van de constructieve staat van de bruggen.
   Reactie IB: geen
2. Ondanks dat W+B de uitkomsten van de herberekeningen volgens ref. 1 niet onverkort kan onderschrijven verwacht W+B dat het verwerken van de opmerkingen niet zal leiden tot een grote verschuiving van de uitkomsten.
   Reactie IB: geen
3. W+B acht het niet haalbaar met verdere verfijning van het rekenmodel tot een sterk afwijkende (positievere) conclusie te komen ten aanzien van de restlevensduur.
   Reactie IB: geen
4. W+B onderschrijft de conclusie van het IB om de fundering van brug 30 en 41 te vervangen.
   Reactie IB: geen
5. W+B onderschrijft de conclusies dat de restlevensduur van de fundering van brug 70 te verlengen is onder bepaalde voorwaarden.
   Reactie IB: Zie reactie IB volgens bullit 2 van beoordeling second opinion Royal Haskoning/DHV.

6. W+B is het oneens met de stelling dat: 'Vanwege de aanwezigheid van de Noord/Zuidlijn tunnelbuizen zien wij versterken van de fundering en/of het lokaal vervangen van de brug niet als reële optie'. W+B ziet wel degelijk mogelijkheid hiertoe en staaft dit met behulp van berekeningen in hun rapportage.
   Reactie IB: W+B noemt in de rapportage volgens [ref.8] twee opties die slechts onder bepaalde randvoorwaarden mogelijk zijn. In het vervolgtraject zal het IB, mogelijk in samenwerking met W+B, deze opties verder uitwerken/optimaliseren.
7. W+B is het oneens met de stelling dat: 'Een deel van de onderzochte palen onder pijler noord [red. brug 70] voldoet niet op geotechnisch paaldraagvermogen. Dit kan leiden tot ongelijkmatige zettingen van de constructie. Omdat alle onderzochte palen echter wel voldoen op sterkte heeft dit geen gevolgen voor de veiligheid van de constructie'. W+B kan deze stelling niet onderschrijven omdat de conclusie wordt getrokken dat paalsterkte leidend is in constructieve veiligheid, dit is niet het geval.
   Reactie IB: Het niet voldoen op geotechnisch paaldraagvermogen leidt tot verticale zettingen maar, zal mede vanwege de grote hoeveelheid palen, niet leiden tot een acuut bezwijken van de brug. Indien de paalsterkte niet voldoet kan dit weldegelijk leiden tot bezwijken van de constructie. Het IB is dus van mening dat paalsterkte daarmee leidend is in de constructieve veiligheid. Bij brug 70 voldoet de paalsterkte overigens.
   Zoals eerder genoemd adviseert het IB aanvullende watersonderingen uit te laten voeren om een beter inzicht te krijgen in het werkelijke geotechnisch paaldraagvermogen.

5. Conclusie

Zowel RHDHV als W+B onderschrijft het advies om brug 30 en 41 te vervangen. Het IB onderzoekt in het vervolgtraject de mogelijkheden van vernieuwing (fasering, gedeeltelijke vervanging en/of overkluizing).

RHDHV adviseert het besluit, om de onderbouw van brug 70 te handhaven, te heroverwegen. Op grond van dit advies adviseert het IB aanvullend watersonderingen uit te laten voeren in de directe nabijheid van de landhoofden en pijlers om het werkelijke geotechnisch paaldraagvermogen te verifiëren. Zowel RHDHV als W+B heeft overigens géén opmerkingen gemaakt op het versterken van het brugdek.

BIJLAGE 1 - Review Royal Haskoning/DHV

[redacted]

[redacted]

Notitie / Memo

Aan:
Van:
Datum:
Kopie:
Ons kenmerk:
Classificatie:

[redacted]

Onderwerp: **Review rapport "Advies 3 bruggen Vijzelstraat"**

Aanleiding

Vanwege het project De Rode Loper wordt de Vijzelstraat heringericht. Omdat de gedateerde bruggen 30, 41 en 70 binnen het gebied van de herinrichting vallen, heeft de gemeente Amsterdam onderzoek laten doen naar de constructieve veiligheid van deze bruggen door het Ingenieursbureau (IB). In de eerst uitgevoerde herberekeningen is aangetoond dat de bovenbouw (brugdek) van brug 30 en 41 de komende 30 jaar voldoet aan de constructieve veiligheid. Het brugdek van brug 70 zal de komende 30 jaar voldoen aan de constructieve veiligheid mits het brugdek lokaal versterkt wordt. In dezelfde herberekeningen is niet aangetoond dat de paalfunderingen van de 3 hiervoor genoemde bruggen voldoen aan de wettelijke rekenregels. Vanwege het niet voldoen van de fundering aan de rekenregels en de onduidelijkheid over de interpretatie van de resultaten van de herberekeningen en het paalonderzoek, heeft IB in samenwerking met Adviesbureau Hageman en Fugro Geoservices B.V. een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze analyse moest voldoende input gaan geven om tot een definitief advies te komen of de 3 bruggen gehandhaafd of vervangen moeten worden. De resultaten van de herberekeningen en de vervolganalyses zijn door gemeente Amsterdam inzichtelijk gemaakt in de rapportage “Advies 3 bruggen Vijzelstraat” d.d. 21-10-2015.

Externe toets

Royal HaskoningDHV (RHDHV) heeft op verzoek van gemeente Amsterdam het rapport “Advies 3 bruggen Vijzelstraat” getoetst op basis van onze ruime ervaring op het gebied van herberekeningen. De resultaten van de toetsingen hebben betrekking op de volgende punten:

1) verwerking van de dubbel in rekening gebrachte tandem belasting in uc-waarden
2) capaciteit die volgt uit sondering DM1 t.o.v. voorbeeld uitwerking
3) opdeling van de palen in vakken op basis van jaartal, vanwege grote verschillen in capaciteit
4) uitgangspunt van taps verloop van bestaande palen

De voorgaande opmerkingen die volgen uit onze toetsing zijn hierna toegelicht.

<u>Dubbel in rekening gebrachte tandem belasting</u>

In Bijlage 2 “Resultaten update herberekeningen Hageman” wordt opgemerkt dat bij alle drie de oorspronkelijke berekeningen van het IB een te hoge verkeersbelasting is aangehouden bij de bepaling van de belastingen op de tussenpijlers. De verwachting daarbij is dat de maximale paalbelasting met 30 tot 60 kN is overschat. De paalbelastingen van de tussenpijlers zouden daarmee dichter in de buurt van de paalbelastingen van de landhoofden komen te liggen. In Bijlage 1 “Overzicht uc-waarden brug 30, 41 en 70” is deze invloed voor brug 30 verwerkt door de paalbelasting op de pijlers te reduceren met 15%. Deze reductie lijkt ook toegepast te zijn voor brug 41 en 70, terwijl daarmee de belasting op de pijlers nog altijd vele malen hoger is dan de paalbelastingen op de palen onder het landhoofd (Tabel 1). Pas bij een reductie van ca. 30% komen de paalbelastingen in de buurt van elkaar.

Tabel 1: Samenvatting paalbelasting brug 30 en 41

Brug	Locatie	Oorsp. Berekening	Variant A	Variant B	Variant C
30	Landhoofd	142	135	132	126
	Pijler na reductie 15%	149	139	133	126
41	Landhoofd	130	123	118	112
	Pijler na reductie 15%	162	149	143	133
	Pijler na reductie 30%	133	123	118	109

De uc-waarden worden bij de reductie van 30% voor de pijlerbelasting aanzienlijk lager, zo gaat de gemiddelde uc-waarde in vak 2 voor brug 41 van 1,58 naar 1,30 (Tabel 2).

Tabel 2: Invloed bij reductie paalbelasting op pijlers van brug 41

Locatie	Vak 1 uc-waarde scenario 1		Vak 2 uc-waarde scenario 1		Vak 3 uc-waarde scenario 1	
	15% reductie	30% reductie	15% reductie	30% reductie	15% reductie	30% reductie
Pijler noord	1,11	0,92	1,40	1,16	1,24	1,02
Pijler noord	1,04	0,86	1,79	1,48	1,11	0,92
Pijler noord	1,04	0,86	1,11	0,92		
Pijler noord	0,87	0,72				
Pijler zuid	0,92	0,76	2,31	1,90	1,35	1,11
Pijler zuid	0,92	0,76	1,54	1,27		
Pijler zuid	0,72	0,59	1,35	1,11		
Pijler zuid	0,92	0,76				
Gemiddeld	0,94	0,78	1,58	1,30	1,23	1,02

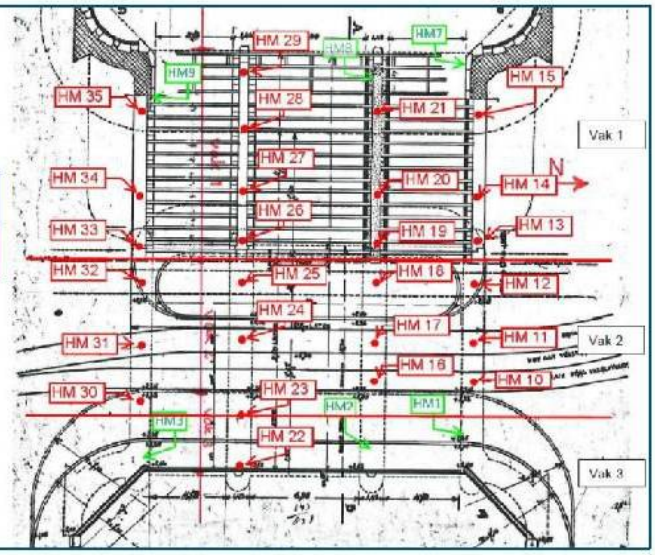
Capaciteit op basis van sonderingen

In Bijlage 3 "Resultaten funderingsonderzoek Fugro" is de uitwerking gegeven hoe de capaciteit van funderingspaal HM7 is bepaald op basis van sondering DKM1. De uitwerking levert een paaldraagvermogen op van 175 kN exclusief negatieve kleef. In Tabel 4-2a daarentegen is een paaldraagvermogen van 190 kN gepresenteerd, deze is ook gebruikt bij het bepalen van de uc-waarde. Mogelijk is de voorbeeldsom in de bijlage niet aangepast naar de correcte waarden in het hoofdrapport of is de capaciteit voor een aantal palen van brug 30 dus lager dan waar mee is gerekend. In het laatste geval zullen de uc-waarden toenemen.

Opdeling van de palen in vakken op basis van jaartal

In Bijlage 3 "Resultaten funderingsonderzoek Fugro" zijn alle beproefde palen opgedeeld in vakken per jaartal. Zo stammen de palen van vak 1 uit 1922, vak 2 uit 1727 en vak 3 uit 1885. Een aantal beproefde palen liggen zeer dicht bij de grens tussen twee vakken. Gezien het grote verschil in capaciteit binnen een vak is het niet onwaarschijnlijk dat funderingspalen bij een ander vak met een ander jaartal horen, dan waar ze nu in zijn ondergebracht. Zo is paal HM18 ondergebracht in vak 2 met een capaciteit van 145kN, terwijl de andere twee palen van pijler noord een veel lager draagvermogen hebben. Indien paal HM18 en bijvoorbeeld ook paal HM25 bij vak 1 horen (jaartal 1922), dan volgen uiteraard hele andere gemiddelde uc-waarden per vak. Tevens is het de vraag of de gemiddelde uc-waarden waardevol zijn, indien er slechts 3 palen zijn beproefd van een constructie-onderdeel (pijler, landhoofd) binnen één vak van een stichtingsjaar.

Houtmonster	Constructie onderdeel	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)
Vak 2 (1727)				
HM 10	Landhoofd noord	Vuren	230	115
HM 11	Landhoofd noord	Dennen	230	115
HM 12	Landhoofd noord	Vuren	280	180
HM 16	Pijler noord	Dennen	200	75
HM 17	Pijler noord	Vuren	210	90
HM 18	Pijler noord	Vuren	250	145
HM 23	Pijler zuid	Dennen	200	95
HM 24	Pijler zuid	Dennen	230	115
HM 25	Pijler zuid	Vuren	260	225
HM 30	Landhoofd zuid	Dennen	280	270
HM 31	Landhoofd zuid	Vuren	270	335
HM 32	Landhoofd zuid	Vuren	270	250
Gemmiddelde landhoofd				
Gemmiddelde pijler				
Vak 3 (1883)				
HM 1	Landhoofd noord	Grenen	250	145
HM 2	Pijler noord	Grenen	230	115
HM 22	Pijler zuid	Vuren	260	225
HM 3	Landhoofd zuid	Grenen	250	200
Gemmiddelde landhoofd				
Gemmiddelde pijler				



Figuur 1: Samenvatting paaldraagvermogen brug 30 vak 2 en 3 in relatie tot de locatie van de paal

Taps verloop van bestaande palen

In Bijlage 3 "Resultaten funderingsonderzoek Fugro" is in paragraaf 4.3 beschreven dat alle rekenwaarden van het paaldraagvermogen zijn bepaald op basis van een ingemeten kopdiameter door Nebest. Daarnaast is bij de uitgangspunten in paragraaf 4.1 vermeld dat de paalpuntdiameter is afgeleid uit de paalkopdiameter, verminderd met de tapsheid van de palen (7,5mm/m^1). Dit taps verloop is door Fugro gebaseerd op het document "Maatwerk", van Stadsdeel Centrum d.d. 31 maart 2009.

Bestek no. 53 van brug 41 heeft betrekking op de verbreding van de brug, die omstreeks 1925 heeft plaatsgevonden. Bij deze verbreding zijn volgens het bestek heimasten toegepast met een lengte van 14m, omtrek op 1m vanaf de kop van 800mm en een omtrek van 380mm aan de paalpunt (Figuur 2). Omgerekend betekent dat een diameter van 255mm aan de bovenzijde en 121mm aan de onderzijde van de paal. Het taps verloop is daarbij gelijk aan 10,3mm/m^1.

DENNEN OF GRENEN HEIMASTEN.

In omtrek gemeten op 1 M. van den kop 0.80 M. en aan de punt 0.38 M.

53	heimasten in vleugel D	14.—
63	„ „ „ C	„
70	„ „ de pijlers	„
	Totaal heimasten	—

Figuur 2: Fragment uit bestek 53 horende bij de verbreding van brug 41

Een dergelijk verloop wordt bevestigd door het document "De houten paalfundering doorgezaagd", F. Sas, gemeente Amsterdam, 2007. Mocht het taps verloop daadwerkelijk 10,3mm/m^1 zijn in plaats van 7,5mm/m^1, dan zal het paaldraagvermogen ook aanzienlijk lager zijn dan dat waar nu alle uc-waarden op zijn gebaseerd.

Conclusie

In deze memo zijn een viertal belangrijke constateringen toegelicht, die volgen uit de door RHDHV uitgevoerde toetsing van de rapportage "Advies 3 bruggen Vijzelstraat" d.d. 21-10-2015. De invloed op de reeds bepaalde uc-waarden is hieronder samengevat:

Tabel 3: Gevolg voor uc-waarde op basis van constateringen

Constatering	Gevolg	uc-waarde
Verwerking van de te hoog in rekening gebrachte tandem belasting	Te hoge paalbelasting	Lager
Capaciteit funderingspaal op basis van sondering	Te hoge paalcapaciteit	Hoger
Opdeling van funderingspalen in vakken (o.b.v. jaartal)	Te hoge paalcapaciteit gemiddeld	Hoger
Uitgangspunt taps verloop funderingspalen	Te hoge paalcapaciteit	Hoger

Advies

Voor de bovenbouw (het brugdek) van brug 30, 41 en 70 is in de oorspronkelijke herberekeningen van het IB reeds aangetoond dat deze de komende 30 jaar, al dan niet met de benodigde versterking voor brug 70, zullen voldoen aan de constructieve veiligheid. Dit kon daarentegen niet voor de onderbouw (paalfundering) worden gezegd. Uit de vervolgonderzoeken die uitgevoerd zijn door Adviesbureau Hageman en Fugro Geoservices B.V. zijn door gemeente Amsterdam de volgende conclusies getrokken met betrekking tot de onderbouw:

Tabel 4: Advies gemeente Amsterdam en RHDHV met betrekking tot de onderbouw van brug 30, 41 en 70

Brug	Oordeel gemeente Amsterdam	Advies gemeente A'dam	Advies RHDHV
30	Kans op bezwijken/zettingen neemt komende jaren toe	Vervangen	Vervangen
41	Kans op bezwijken/zettingen neemt komende jaren toe	Vervangen	Vervangen
70	Paaldraagvermogen fundering van pijlers voldoet lokaal niet	Komende 30 jaar veilig	?

<u>Onderbouw brug 30 en 41</u>

Aangezien de diverse constateringen (zie conclusies) van RHDHV hoofdzakelijk een negatieve invloed hebben op de uc-waarden en zeker niet zullen leiden tot het voldoen van het paaldraagvermogen van de palen in vak 2 van alle bruggen, sluit RHDHV zich aan bij de gemeente Amsterdam in het besluit om de fundering van brug 30 en 41 te vervangen.

<u>Onderbouw brug 70</u>

Voor de fundering van brug 70 is in de rapportage vermeld dat "*de houten palen voor alle scenario's sterk genoeg zijn (alle uc-waarden van de onderzochte palen <1)*". Daarentegen geldt dat vier uc-waarden van de vijf onderzochte funderingspalen van pijler noord binnen scenario 1 (30 jaar restlevensduur) groter zijn dan 1,0. Om die reden adviseert RHDHV het besluit met betrekking tot de onderbouw van brug 70 te heroverwegen.

<u>Vervolgonderzoek</u>

Indien gemeente Amsterdam besluit om de bruggen 30 en 41 te vervangen, adviseert RHDHV om na het verwijderen van het brugdek de funderingspalen in het werk te proefbelasten en vervolgens na het trekken van de palen te onderzoeken. De diameter en aantasting over de gehele paallengte kan daarmee in kaart worden gebracht. Deze onderzoeken kunnen mogelijk een hoeveelheid waardevolle data opleveren, waarmee funderingsonderzoek en kosten in de toekomst kunnen worden bespaard. Wel dient bij dergelijk onderzoek rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van de Noord-Zuidlijn.

[redacted]

	Naam	Datum	Paraaf
Collegiale toets	[redacted]	13 november 2015	
Controle uitgangspunten		13-11-2015	[redacted]
Vrijgave (PL)		13-11-2015	

BIJLAGE 2 - Passage SO rapportage Witteveen + Bos

2

REVIEW HERBEREKENING EN EXPERTMEETING

2.1 Doelstelling review

De doelstelling van de review van de herberekening en de expertmeeting is tweeledig. Ten eerste betreft het een vaststelling van het verrichte werk en de verwerking van de informatie benodigd voor het opstellen en afwegen van de oplossingsrichtingen en conceptuele ontwerpvarianten.

Ten tweede betreft het een oordeel over de validiteit van de resultaten met betrekking tot de gestelde conclusies aangaande de levensduur en de constructieve veiligheid en of deze worden onderschreven door Witteveen+Bos.

2.2 Scope review

De review van de herberekening en expertmeeting omvat de notitie 'advies drie bruggen Vijzelstraat' inclusief bijlagen [ref. 1.] en de herberekeningen van de bruggen door het IB [ref. 11, 12, 13.].

2.3 Resultaten review

2.3.1 Resultaten controle herberekening

Vanuit de herberekening zijn de unity checks bepaald voor de verschillende constructieonderdelen (zie tabel 2.2), ten aanzien van constructieve veiligheid op basis van een restlevensduur van 30 jaar. Deze restlevensduur van 30 jaar wijkt overigens af van de gehanteerde norm NEN 8700 (zie onderstaand commentaar). De herberekening is door Witteveen+Bos getoetst op uitgangspunten en hoofdlijnen. De resultaten van de toetsing inclusief de invloed op de eindresultaten van de berekening zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Resultaten toetsing herberekening bruggen

Toetscommentaar	Invloed op resultaten
er wordt niet in alle gevallen rekening gehouden met verkeer op de randen van de brugdekken. Tenzij voorkomen wordt dat er verkeer op de voetpaden kan komen, moet er met vrije indeelbaarheid gerekend worden	beperkt
er wordt uitgegaan van maximaal 20.000 vrachtwagenpassages per jaar. Deze waarde is niet onderbouwd	beperkt
de belastingfactor voor overige variabele belastingen (1,3) wordt niet voor alle bruggen in rekening gebracht	beperkt

Toetscommentaar	Invloed op resultaten
bij de bepaling van de horizontale belasting uit remkrachten is geen rekening gehouden met het excentrisch aangrijpen van de belasting	beperkt
de toetsing van dwarskracht in het betonnen dek wordt uitgevoerd aan de hand van v_y. Hier zou, tenzij aangetoond dat dit niet reëel is, q_{maab} gebruikt moeten worden	beperkt
bij de bepaling van de orthotrope eigenschappen ontbreekt de Steiner-regel	beperkt
Bij de bepaling van de orthotrope eigenschappen wordt in dwarsrichting een dekdikte van 270 mm aangehouden (brug 30). De stalen ligger steekt echter verder in het beton, waardoor bij positieve buiging een lagere stijfheid in dwarsrichting gerekend zou moeten worden. Hierdoor wordt de spreiding van de belasting minder waardoor de stalen liggers zwaarder belast worden	zeer beperkt
de capaciteit van de onderwapening is bepaald met een dikte van 270 mm. De stalen liggers steken echter verder in het beton, waardoor de capaciteit beperkt wordt	beperkt
er is geen vermoeiingsberekening gemaakt. Hoewel het plausibel is dat vermoeiing een ondergeschikte rol speelt, zou dit nader onderbouwd moeten worden	zeer beperkt
De berekening is gebaseerd op het verbouwniveau conform NEN 8700. Aangezien de constructie niet voldoet conform verbouwniveau dient het afkeurniveau conform NEN 8700 met een referentieperiode van 15 jaar te worden gehanteerd.	beperkt

Op basis van de toetsing van de herberekening is geconcludeerd dat Witteveen+Bos de uitkomsten niet onverkort kan onderschrijven. Het verwerken van toetsopmerkingen leidt naar alle waarschijnlijkheid echter niet tot een grote verschuiving van de uitkomsten. Desalniettemin zijn de bovenstaande opmerkingen van dusdanige invloed dat niet zonder meer kan worden gesteld dat de uitkomsten correct zijn.

Vooralsnog wordt in het vervolg van deze studie het uitgangspunt door Witteveen+Bos gebruikt dat de dekken bruikbaar blijven voor 15 jaar maar dat de fundering dient te worden vervangen. De resultaten van de herberekening worden dus gebruikt in de afweging in dit rapport op de grond dat de resultaten geen grote verschuivingen zullen ondergaan naar aanleiding van de bovenstaande toetsing.

2.3.2 Resultaten herberekening

Op basis van de herberekening van het IB [ref 11, 12, 13] zijn de volgende conclusies getrokken:
- de dekken van de verschillende bruggen voldoen, met de kanttekening dat brug 70 wel lokaal versterkt dient te worden om een restlevensduur van 15 jaar te garanderen;
- de paalfunderingen van de landhoofden van de verschillende bruggen hebben onvoldoende geotechnisch paaldraagvermogen;
- de paalfunderingen van de pijlers van de verschillende bruggen hebben onvoldoende geotechnisch paaldraagvermogen.

De conclusies zijn ook verwoord in unity checks van de verschillende constructieonderdelen (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2 Unity checks verschillende constructieonderdelen aan de hand van de herberekening [ref. 11, 12 en 13.]

Onderdeel	Brug 30	Brug 41	Brug 70
brugdek	<1,0	<1,0	<1,0
fundering landhoofd	1,42	1,30	1,30
fundering pijler	1,75	1,90	2,18

2.3.3 Resultaten expertmeeting

Om te komen tot een verfijning van de herberekening en bijbehorende conclusies heeft een expertmeeting plaatsgevonden [ref. 1.]. Uit deze expertmeeting is gebleken dat:

- het paaldraagvermogen wordt onderschat en dat op basis van nieuwe en bestaande sonderingen een betere inschatting van het geotechnische paaldraagvermogen kan worden bepaald;
- de bacteriële aantasting van de palen buiten beschouwing is gebleven en daarmee ook de toets op sterkte van de palen;
- een correctie dient te worden gemaakt op het rekenmodel ten aanzien van de belastingen;
- verschillende type lagere belastingen mogelijk zijn met verschillende referentieperioden.

Met de bovenstaande bevindingen heeft een verfijningslag plaatsgevonden van de herberekening van de drie bruggen. De resultaten van deze verfijningslag heeft geleidt tot een andere inschatting van de unity checks van het geotechnisch paaldraagvermogen en daarnaast nieuwe unity checks voor de paalsterkte inclusief bacteriële aantasting. De unity checks zijn weergegeven in tabellen 2.3 t/m 2.5.

De unity checks zijn weergegeven per onderdeel (landhoofd of pijler) en per bouwjaar van de verschillende delen van de bruggen. Bruggen 30 en 41 zijn gedurende de levensduur meerdere malen verbreedt en kennen dus verschillende bouwjaren. Brug 70 is niet verbreedt gedurende de levensduur en kent derhalve ook geen onderverdeling van de unity checks per bouwjaar. Zie hoofdstuk 3 voor meer achtergrondinformatie over de bouwjaren van de bruggen.

Daarnaast is de weergegeven unity check de maximale waarde van alle unity checks per beschouwd onderdeel. De reden hiervoor is dat een maximum unity check een betere indicatie geeft van de constructieve veiligheid dan een gemiddelde waarde. Een gemiddelde waarde van alle unity checks per onderdeel kan een te positief beeld suggereren.

In de unity check tabellen zijn verschillende scenario's geïntroduceerd waarbij de herberekening is uitgevoerd met aangepaste parameters. Deze parameters omvatten bijvoorbeeld de grootte van de belasting of de aantasting van de palen. De scenario 1 en 2 vallen hierbij binnen het wettelijk normkader, de scenario's 3 en 4 vallen buiten het wettelijk normkader. Voor uitgebreidere beschrijving van de scenario's wordt verwezen naar [ref. 1.].

Als laatste is naar aanleiding van de expertmeeting een onderscheid gemaakt in geotechnisch paaldraagvermogen en paalsterkte. In de tabellen is hier ook een onderscheid in gemaakt.

Tabel 2.3 Maximale unity check voor de beproefde palen brug 30

		Geotechnisch draagvermogen				Paalsterkte			
		Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 1	Sc. 2	Sc.3	Sc. 4
vak 1 (1922)	landhoofd	1,75	0,96	0,90	0,86	0,81	0,65	0,69	0,65
	pijler	1,42	1,18	1,13	1,10	1,05	0,67	0,92	0,88
vak 2 (1727)	landhoofd	1,75	1,98	1,86	1,78	1,68	0,94	2,30	2,16
	pijler	1,42	1,23	1,17	1,15	1,10	0,59	0,96	0,92
vak 3 (1885)	landhoofd	1,75	1,29	1,21	1,16	1,09	0,65	0,55	0,52
	pijler	1,42	0,98	0,93	0,91	0,87	0,43	0,43	0,41

Tabel 2.4 Maximale unity check voor de beproefde palen brug 41

		Geotechnisch draagvermogen				Paalsterkte			
		Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 1	Sc. 2	Sc.3	Sc. 4
vak 1 (1922)	landhoofd	1,11	1,03	0,98	0,91	0,71	0,84	0,77	0,74
	pijler	0,90	0,85	0,81	0,77	0,43	0,69	0,65	0,63
vak 2 (1738)	landhoofd	2,31	2,13	2,04	1,89	0,90	3,52	3,24	3,11
	pijler	1,08	1,03	0,98	0,93	0,39	0,87	0,82	0,79
vak 3 (1881)	landhoofd	1,35	1,24	1,19	1,11	0,57	0,97	0,89	0,86
	pijler	1,24	1,17	1,12	1,07	0,43	0,70	0,67	0,64

Tabel 2.5 Maximale unity check voor de beproefde palen brug 70

		Geotechnisch draagvermogen				Paalsterkte			
		Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 1	Sc. 2	Sc.3	Sc. 4
n.v.t.	landhoofd	1,37	1,24	1,16	1,07	0,73	0,74	0,67	0,63
	pijler	1,10	1,03	1,00	0,96	0,40	0,51	0,48	0,46

Door gemeente Amsterdam is geconcludeerd op basis van de verfijningslag van de herberekening:

- de fundering van brug 30 en 41 voldoet grotendeels niet op basis van geotechnisch paaldraagvermogen en paalsterkte;

- de fundering van brug 70 voldoet grotendeels niet op basis van geotechnisch paaldraagvermogen. Daarnaast voldoet de fundering wel volledig op paalsterkte.

2.4 Conclusies

Uit de review van Witteveen+Bos op de aangeleverde stukken zijn de volgende conclusies getrokken:

- het gevolgde proces van het uitvoeren van een herberekening en de navolgende toetsing door middel een expertmeeting heeft geleid tot een uitgebreid beeld van de constructieve staat van de bruggen;
- Witteveen+Bos acht het niet haalbaar met verdere verfijning van het rekenmodel (o.a. herverdeling via de landhoofden en pijlers en/of het opstellen van een 3D rekenmodel) tot een sterk afwijkende (positievere) conclusie te komen ten aanzien van de restlevensduur;
- Witteveen+Bos onderschrijft de conclusie dat de fundering van brug 30 en 41 dient te worden vervangen, de periode wanneer dit uitgevoerd dient te worden is onderdeel van de kwalitatieve risicoanalyse in dit rapport;
- Witteveen+Bos onderschrijft de conclusies dat de restlevensduur van de fundering van brug 70 te verlengen is onder bepaalde voorwaarden. De voorwaarden hiervoor zijn uitgewerkt in paragraaf 5.5 van dit rapport.

Daarnaast worden de volgende kanttekeningen geplaatst:

- Witteveen+Bos is het oneens met de stelling dat: *'Vanwege de aanwezigheid van de Noord/Zuidlijn tunnelbuizen zien wij versterken van de fundering en/of het lokaal vervangen van de brug niet als reële optie.'* Witteveen+Bos ziet wel degelijk mogelijkheid hiertoe en staaft dit met behulp van berekeningen in dit rapport (zie bijlage II). Deze mogelijkheid behoort tevens tot één van de oplossingrichtingen (zie paragraaf 5.1, afbeelding 5.1);
- Witteveen+Bos is het oneens met de stelling dat: *'Een deel van de onderzochte palen onder pijler noord [red. brug 70] voldoet niet op geotechnisch paaldraagvermogen. Dit kan leiden tot ongelijkmatige zettingen van de constructie. Omdat alle onderzochte palen echter wel voldoen op sterkte heeft dit geen gevolgen voor de veiligheid van de constructie.'* Witteveen+Bos kan deze stelling niet onderschrijven omdat de conclusie wordt getrokken dat paalsterkte leidend is in constructieve veiligheid, dit is niet het geval.