



Amsterdamse Risicoscan Bruggen

Constructief risicomodel voor de Amsterdamse bruggen

Auteur(s)

L. Dijkstra
K. Bende
H. Fosuhene-Apau
L. Ha
R.F. Koudijs

Opdrachtgever

Programma Bruggen en Kademuren

Contactpersoon

R. Damstra
Ingenieursbureau

Kenmerk

TCVB/ARB v2.0

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
L. Ha	R. Damstra	<i>R</i>	23-9-'22

Wijzigingsregister

Versie	Datum	Wijziging
0.1	13-06-2018	Voorlopige status (interne controle)
0.6	07-12-2018	Status concept verstuurd naar opdrachtgever
0.7	14-02-2019	Status concept
0.8	13-03-2019	Opmerkingen van Eric Pinas en Harro Temmink zijn verwerkt
1.0	14-03-2019	Redactie
1.1	05-09-2019	Nieuwe inzichten opgenomen
1.2	12-11-2019	Opmerkingen Ed Bouwman, externe review, verwerkt
1.3	17-12-2019	Opmerkingen ARB groep verwerkt
1.4	02-11-2020	Werkwijze constructieve beschouwing aangepast
2.0	25-04-2022	Beoordelingskader en risicobeoordeling houten paal fundering toegevoegd

Afkortingenlijst

Afkorting	Betekenis
AIP	Amsterdamse Inspectie Portal
ARB	Amsterdamse Risicoscan Bruggen
PCVB	Programma Constructieve Veiligheid Bruggen
TCVB	Toetsing Constructieve Veiligheid Bruggen
TAB	Toetsingskader Amsterdamse Bruggen
CRIAM	Constructief Risico Indexering AfwegingsModel
FMECA	Failure Mode Effect & Criticality Analysis
MA	Maatgevend Afwijking
EJ	Engineering Judgement
VK	Verkeersklasse
CUR	Vereniging Civieltechnisch Centrum Uitvoering, Research en Regelgeving
IHA	Instandhoudings Advisering
RWS	Rijkswaterstaat
V&OR	Verkeer & Openbare Ruimte

Inhoud

Samenvatting wijzigingen versie 2.0	4
2 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling ARB	5
1.3 Relatie tot Instandhoudingsadvisering (IHA) & Toetsing Constructieve Veiligheid Bruggen (TCVB)	6
1.4 Doel van dit document	6
2 Stappenplan	7
2.1 Fase 1: Bureaustudie	8
2.2 Fase 2: Inspectie	10
2.3 Fase 3: Risicobeheersing en advies	12
3 Ervaringseisen constructeur	13
4 Referentielijst	14
Bijlage(n)	
Bijlage 1 - Processchema ARB	
Bijlage 2 - Objectdefinities	
Bijlage 3 - Aandachtspunten risicobeoordeling	
Bijlage 4 - Verificatienota	
Bijlage 5 - Afwegingsmodel vlaggen	

Samenvatting wijzigingen versie 2.0

1.1.1 Probleemstelling

De volgende problemen zijn geïdentificeerd:

1. Het invullen van de ORA leidt tot verschillende interpretatie bij de drie opdrachtnemers waardoor de resultaten niet uniform zijn.
2. ARB-versie 1.4 door de drie opdrachtnemers (Wagemaker, Nebest en Combinatie IV-Infra/Movares) van het IHA-contract onvoldoende handvaten bieden voor de juiste uitkomsten voor de besluitvorming (prioritering) in het Programma Bruggen en Kademuren (PBK).
3. De gehanteerde systematiek met betrekking tot de risicobeoordeling wat betreft het onderdeel ontwerp/modificatie geeft bij een deel van de bruggen een onjuist beeld van het eindoordeel.

1.1.2 Wijzigingen ten opzichte van versie 1.4

De volgende aanpassingen zijn doorgevoerd:

- De risicoscore voor ontwerp/modificatie van onderbouw en fundering
- Voor het oordeel van de fundering voor bruggen met houten palen is een beoordelingsrichtlijn opgenomen waarbij de uitkomsten van de basale toets meegenomen worden in het oordeel met betrekking tot de fundering
- Het afwegingskader vlaggen is opgenomen in de ARB

2 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het Programma Bruggen en Kademuren heeft als doel om de veiligheid van de bruggen en kades in de gemeente Amsterdam te borgen en tegelijkertijd de kennis over de staat van het areaal te vergroten en te werken aan de omvangrijke vervangingsopgave en een beter passend gebruik van de bruggen en kades in de stad. Het programma bestaat uit diverse onderdelen. Een onderdeel is het Onderzoek Constructieve Veiligheid (OCV). OCV heeft als doel de bruggen in de gemeente Amsterdam te analyseren op constructieve veiligheid. Daarbij sluit OCV aan op de instandhoudingsadvisering voor de afdeling Assetmanagement van Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR). Uiteindelijk resulteert OCV in aantoonbaar constructief veilige bruggen en waar dit niet mogelijk is adviseert het de maatregelen om dit te realiseren.

Om aantoonbaar te maken dat bruggen constructief veilig zijn, moeten verschillende stappen ondernomen worden. Deze stappen zijn kostbaar en moeten daarom risico-gestuurd afgewogen worden.

Relatie met CRIAM¹ Rijkswaterstaat

Binnen Rijkswaterstaat is het Constructief Risico Indexering Afwegings Model (CRIAM) model al een aantal jaren in gebruik. Er zijn momenteel twee afwegingsmodellen beschikbaar (één voor de betonnen bovenbouw en één voor rubberen oplegblokken) en er is één afwegingsmodel in ontwikkeling (voor stalen bruggen).

In de geest van deze CRIAM's heeft het Ingenieursbureau Amsterdam haar eigen model opgesteld, de Amsterdamse Risicoscan Bruggen (ARB). Doelstelling van de RWS-CRIAM betonnen bovenbouw is: "met een Constructief Risico Indexering Afwegings Model, risico's van betonconstructies op uniforme, objectieve en gestructureerde wijze af te wegen en te inventariseren". De ARB gaat verder dan het RWS-CRIAM model, namelijk het beschouwt de gehele constructie, dus niet alleen op de elementgroep de bovenbouw, maar ook op de overige elementgroepen de onderbouw, en de fundering. Dit met het oog op het binnenstedelijke karakter van de bruggen én met name met het oog op de "oude" funderingen uit de 16^e en 17^e eeuw.

1.2 Doelstelling ARB

Een model waarmee systematisch en uniform constructieve risico's zijn te identificeren, wat resulteert in een helder overzicht met stappen om te komen tot een aantoonbaar constructief veilige brug.

¹ Constructief Risico Indexering AfwegingsModel (CRIAM)

1.3 Relatie tot Instandhoudingsadvisering (IHA) & Toetsing Constructieve Veiligheid Bruggen (TCVB)

Binnen het contract IHA/TCVB is een constructieve beschouwing geëist die voldoet aan de CUR 117. De ARB geeft invulling aan deze eis, dit is geverifieerd in de verificatienota die als bijlage 4 is opgenomen.

In het IHA/TCVB contract wordt aanvullend op de Object Risico Analyse (ORA) een constructieve beschouwing uitgevoerd door middel van de ARB. De ORA maakt gebruik van de FMECA² methodiek. Met de ARB wordt met risicobenadering gekeken of onderdelen van een constructie aan de constructieve veiligheidsnorm voldoen. Dit gebeurt door te beoordelen of bepaalde informatie vanuit archief en inspectie leidt tot een hoog of laag risico. De score die hieruit komt geeft een beeld van welke bruggen prioriteit hebben bij het nader onderzoek en/of eventuele noodzakelijke verificatieberekeningen en/of er restricties in het gebruik per direct noodzakelijk zijn of afsluiting noodzakelijk is.

Het uitgangspunt van de ARB is, dat de risicoscan uitgevoerd gaat worden bij bruggen binnen het instandhoudingsadviseringstraject, zodat die bruggen, waar onvoldoende constructieve veiligheid aanwezig is, zichtbaar worden. Potentiele oorzaken daarvan worden onderzocht. Daarbij blijft gelden dat als niet aangetoond kan worden dat een brug constructief veilig is het risico hoog blijft, dit geldt ook bij gebrek aan informatie.

Op dit moment loopt een onderzoek naar de constructieve staat van de houtenpaal fundering van de Amsterdamse bruggen. Een uitgangspunt bij het invullen van de ARB voor de bruggen met houtenpaal fundering is dat de resultaten uit dit onderzoek beschikbaar zullen zijn alvorens een constructeur de ARB gaat invullen.

1.4 Doel van dit document

Dit document beschrijft de ARB methodiek inclusief de wijze waarop de constructieve risico's worden beoordeeld. Voorlopig dient in eerste instantie de "Rode sheet" ingevuld te worden als tussenstap. Het daadwerkelijk doorlopen van het ARB stappenplan gebeurt in de Amsterdam Inspectie Portaal (AIP) Dit is een web applicatie met daarin een ARB module.

² Failure Mode, Effect and Criticality analysis, is een methode die mogelijke faalwijzen en hun effecten analyseert. Een FMECA onderzoekt het gevolg van mogelijk falen op een product of op een proces om op voorhand constructieve- of procesmaatregelen te treffen die dit mogelijk falen voorkomen.

2 Stappenplan

Bij afwezigheid van een risicoscan in het archief dient er voor een brug één risicoscan uitgevoerd te worden. In het begin zal dit dus voor het hele areaal gelden. De ARB is zo opgesteld dat deze herbruikbaar is om naderhand gemakkelijk te actualiseren. Wel zal de "oude" versie bewaard moeten blijven in het archief om ook de historie van risicoscans van een bepaalde brug in een later stadium beschikbaar te houden.

De ARB voer je uit via het doorlopen van de onderstaande stappen. Deze stappen zijn gegroepeerd in 3 fases. Dit is identiek aan de ORA fases. Voor het doorlopen van de stappen wordt gebruik gemaakt van het AIP. Voordat de ARB in AIP wordt ingevuld moeten de resultaten van het stappenplan ingevuld worden in de "rode sheet". Dit is een spreadsheet waarmee op een uniforme wijze de ARB ingevuld kan worden. De rode sheet wordt aangeleverd door de opdrachtgever en dient ingevuld te worden conform de bijbehorende toelichting. Dit is een tussenoplossing om invulling te geven aan de oplossing voor Probleem 1. De AIP omgeving wijzigt hierdoor niet, maar de invulvelden worden dan wel op een uniforme wijze ingevuld om beter aan te sluiten op het doel van de ARB.

Fase 1: Bureaustudie

- a. Basisinformatie brug vastleggen
- b. Brug decomponeren
- c. Risicobeoordeling o.b.v. oorspronkelijk ontwerp- en modificatie stukken;
- d. Risicobeoordeling o.b.v. historische inspectie, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden
- e. Input leveren aan het inspectieplan
- f. Bepalen extra risicofactoren totaal systeem voor inspectie
- g. Initiële risicobeoordeling op totaal systeem

Fase 2: Inspectie

- a. Risicogestuurd inspecteren
- b. Risicobeoordeling o.b.v. actuele inspectie
- c. Bepalen extra risicofactoren totaalsysteem na inspectie
- d. Definitieve risicobeoordeling op totaal systeem

Fase 3: Risicobeheersing en advies

De laatste stap van de risicoscan is het uitvoeren van een verificatie op de ingevulde ARB, deze stap wordt beschreven in hoofdstuk 3.

Het ARB proces is schematisch weergegeven in bijlage 1. Een constructeur is leidend bij het invullen van de ARB en werkt samen met een inspecteur. Een inspecteur stelt onder andere het inspectieplan op.

2.1 Fase 1: Bureaustudie

2.1.1 Basisinformatie brug vastleggen

De eerste stap voor de constructeur die de ARB uitvoert is de basisinformatie van het kunstwerk in de ARB zetten en/of actualiseren en zijn eigen naam als behandelaar opnemen. Basisinformatie die de constructeur opneemt zijn:

- Stadsdeel
- Aanwezigheid Tramroute / Busroute
- Datum actuele inspectie
- Naam bedrijf
- Naam Constructeur en Inspecteur actuele inspectie

2.1.2 Brug decomponeren

De constructeur decomposeert de brug in elementgroepen (bovenbouw, onderbouw en fundering)³, elementen en bouwdelen die van belang zijn voor het beoordelen van de constructieve veiligheid conform de NEN 2767 decompositie werkwijze. Daarbij geeft hij/zij per bouwdeel indien de Unity Check (UC) waarde beschikbaar is deze aan. Tevens dient de leeftijd aangegeven te worden, aangezien bouwdelen en elementen in een brug op verschillende tijden aangebracht kunnen zijn.

2.1.3 Risicobeoordeling o.b.v. oorspronkelijk ontwerp- en modificatie stukken

Na de bovenstaande stappen beoordeelt de constructeur per bouwdeel de constructieve risico's door invulling van de rode sheet. De gevolgtant van het risico staat hiermee vast en dit hoeft de constructeur dus niet te beoordelen. De beoordeling doet de constructeur op basis van oorspronkelijk ontwerp en modificatie stukken rekening houdend met de aandachtspunten van de gemeente Amsterdam. De aandachtspunten zijn te vinden in bijlage 3. De risicobeoordeling van de elementen vindt vervolgens plaats op basis van de risicobeoordeling van de afzonderlijke bouwdelen: Het hoogste constructieve risico van de bouwdelen is het risico van een element.

2.1.4 Risicobeoordeling o.b.v. historische inspecties, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden

Deze stap is identiek aan de voorgaande stap, maar dan voor de historische inspectiegegevens⁴, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden.

³ Zie ook de objectdefinities in bijlage 2

⁴ Het gaat hier om een inspectie uitgevoerd conform CUR117 2015 (of gelijkwaardig). Is deze er niet dan kan de hoogst mogelijke score gegeven worden voor de risicobeoordeling van de inspectiehistorie (net als bij het ontbreken van een inspectierapport of bij een inspectie van ouder dan 6 jaar).

Wanneer alle relevante bouwdelen zijn beoordeeld, staat in de samenvatting de risicoscore per elementengroep, voor zowel het oorspronkelijke ontwerp en modificatie stukken als voor de historische inspecties, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden. Deze wordt automatisch gegenereerd binnen de rode sheet.

Het element met het hoogste risico levert de Maatgevende Risico's (MR) voor de elementengroep. De risicoscores per elementgroep worden ook apart weergegeven. Deze risicoscore wordt later gebruikt om het Eindresultaat Constructieve Beschouwing te bepalen.

2.1.5 Input inspectieplan

Vanuit de informatie uit het oorspronkelijke ontwerp en modificatie stukken, historische inspecties, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden bepaalt de constructeur waar hij/zij en/of de inspecteur tijdens de inspectie extra op moeten letten met betrekking tot de constructieve risico's. Het gaat hierbij om aspecten die door middel van een visuele inspectie te beoordelen zijn. Deze aspecten zijn input voor het inspectieplan en worden per bouwdeel benoemd. Indien uit de beschikbare informatie mogelijke afwijkingen naar voren komen die niet met een visuele inspectie beoordeeld kunnen worden, kan dit een aanleiding zijn voor een nader onderzoek.

2.1.6 Initieel risicobeoordeling op totaal systeem

Wanneer alle bouwdelen zijn beoordeeld, beschouwt de constructeur het systeem integraal. Daarbij kijkt hij/zij hoe de risico's samenwerken en of er causale verbanden zijn. Hierbij wordt nadrukkelijk gekeken naar de **interactie** tussen de risico's voor het hele systeem als deze optreden.

De elementengroep score oorspronkelijk ontwerp- en modificatie stukken is ingekort tot elementengroep score ontwerp. Voor de elementengroep score historische inspecties, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden is deze ingekort tot inspectie. De hoogte van de score is te interpreteren zoals in Tabel 1.

Tabel 1 Risicoscores in waarden incl. een omschrijving [per elementgroep](#)

1-2	3-4	5-6	7-8
Laag risico op constructieve onveiligheid	Ondergemiddeld risico op constructieve onveiligheid	Bovengemiddeld risico op constructieve onveiligheid	Hoog risico op constructieve onveiligheid

De risicoscore voor het totale systeem is de som van de risicoscores van de bovenbouw, onderbouw en fundering. Indien een van de elementgroepen een risicoscore heeft van 7-8 dan geldt dat als een knock-out criterium voor het Eindoordeel Constructieve Beschouwing. Een somming kan zorgen voor een gemiddelde totale risicoscore (bij bijv. 2 andere goede elementgroepen) terwijl de zwakste elementgroep bepalend is voor het hele systeem.

Risicoscore Ontwerp/modificatie

Wanneer bij cel met codering B1 (risicoscore Bovenbouw) een risicoscore van 1 is opgegeven (ontwerp en modificatie berekeningen aanwezig), moet in de cellen O1 en F1 (Onderbouw en

Fundatie) dezezelfde score worden overgenomen. Voorwaarde hiervoor is dat de brug uit één bouwjaar komt. Indien niet uit één bouwjaar deze koppeling loslaten.

Oordeel fundering van Bruggen met houten palen

De (meeste) bruggen, welke gefundeerd zijn op een fundering van houten palen, zijn onderzocht in het Grote Houten Palen Onderzoek (GHPO). Het resultaat hiervan vastgelegd in de basale toets (is het resultaat gebaseerd op het kader "basale toets) per brug met een eindoordeel (groene, oranje of rode vlag) van de betreffende fundering. Dit oordeel is de basis voor de beoordeling van de fundering van de bruggen op houten palen. De risicoscore is opgebouwd uit een beoordeling gebaseerd op het kader basale toets GHPO versie 0.2 d.d. 14-04-2020.

Het oordeel van de basale toets dient op de volgende manier vertaald te worden naar een score voor de cel F8 "risicoscore schades" (zie tabel 2):

Groene vlag -> risicoscore 1 of 2

Oranje vlag -> risicoscore 2 of 3

Rode vlag -> risicoscore 3 of 4

Bepaling risicoscore bruggen op houten palen

Het bepalen van de risicoscore gebeurt op basis van de uit de basale toets afkomstige vlag en de expert judgement van de betreffende constructeur gebaseerd op de visuele inspectie en de resultaten van de houtmonsteranalyse. Vermeld in cel F9 welke vlag uit de basale toets de basis vormt voor de score met daarbij een toelichting

Tabel 2 invulvelden risicoscore schades (o.a. cel F8 rode sheet)

- 1 - Geen schades.
- 2 - Wel schades, niet constructief, herstel met oog op duurzaamheid.
- 3 - Wel constructieve schades, geen indicatie overbelasting, constructief herstel.
- 4 - Wel constructieve schades die duiden op overbelasting.

2.2 Fase 2: Inspectie

2.2.1 Risicogestuurd inspecteren

Het inspecteren van de bruggen gebeurt aan de hand van het inspectieplan dat is geschreven door de inspecteur. De geleverde input aan het inspectieplan van paragraaf 2.1.5 maakt onderdeel uit van het inspectieplan. Tijdens de inspectie worden de risicobeoordeling van paragraaf 2.1 geverifieerd. De inspectie moet minimaal voldoen aan de CUR117:2015. De inspecteur en/of constructeur noteert zijn bevindingen tijdens de inspectie om achteraf te verwerken in de volgende stap van de risicoscan.

2.2.2 Risicobeoordeling o.b.v. actuele inspectie

Na de inspectie beoordeelt de constructeur de waarnemingen op eenzelfde manier zoals beschreven staat in de paragrafen 2.1.3 en 2.1.4 en past daarop eventueel de scores aan. Indien uit de actuele inspectie blijkt dat er schades zijn geconstateerd die duiden op een overbelasting van de brug (risicoscore schades: 4), dient dit als een KNOCK-OUT criterium beschouwd te worden. Bruggen waar alles van bekend is, maar in een hele slechte technische staat verkeren, moeten hiermee ook naar voren komen uit de constructieve beschouwing.

2.2.3 Definitieve risicobeoordeling op totaal systeem

Deze risicobeoordeling die de constructeur uitvoert gaat op dezelfde manier als voor de inspectie. De input uit de bureaustudie en inspectie (totale risicoscore) wordt door de constructeur gebruikt om een Eindoordeel Constructieve Beschouwing te geven. Dit is een aanvullend veld op de rode sheet waarin tevens ook wordt aangegeven binnen welke klasse de brug valt volgens de classificatie van PBK. In de toelichting moet de constructeur aangeven waarom de brug binnen een bepaalde classificatie valt. Het oordeel constructieve veiligheid vindt plaats op basis van het Afwegingskader beoordeling vlaggen (zie bijlage 5). Het resultaat wordt opgenomen in de rode sheet met daarbij een toelichting hoe tot dat oordeel is gekomen. Dit veld kan niet in AIP worden ingevuld. Het Eindoordeel Constructieve Beschouwing wordt opgenomen in de samenvatting die wel in AIP wordt overgenomen.

Tabel 2. Classificatie conform PBK

Groen	De brug heeft een volledig risicoprofiel en voldoet aantoonbaar aan het afkeurniveau conform de NEN8700.
Oranje-groen	De brug heeft een onvolledig risicoprofiel, maar na het uitvoeren van een herberekening/nader onderzoek is het op basis van expert judgement redelijk zeker dat de brug aantoonbaar zal voldoen aan het afkeurniveau conform de NEN8700.
Oranje-oranje	De brug heeft een onvolledig risicoprofiel en het is op basis van expert judgement niet in te schatten of de brug wel of niet aan het afkeurniveau conform de NEN8700 zal gaan voldoen.
Oranje-rood	De brug heeft een onvolledig risicoprofiel, maar na het uitvoeren van een herberekening/nader onderzoek is het op basis van expert judgement redelijk zeker dat de brug aantoonbaar niet aan het afkeurniveau conform de NEN8700 zal gaan voldoen.
Rood	De brug voldoet aantoonbaar niet aan het afkeurniveau conform de NEN8700.

Toelichting classificatie

De klassen Rood en Groen (binnen PBK ook wel aangeduid als rode/groene brug) worden vastgesteld als het definitief oordeel over de brug gegeven kan worden vastgesteld op basis van een (verificatie)berekening. In termen van het contract is dan sprake van een volledig risicoprofiel.

De klassen Oranje-groen, Oranje-oranje en Oranje-rood (binnen PBK ook wel aangeduid met groene, oranje en rode vlag) worden toegekend als er nog geen volledig risicoprofiel bekend is en reflecteren daarmee de inschatting en verwachting van de constructeur (zonder berekening).

2.3 Fase 3: Risicobeheersing en advies

Risicobeheersing

Indien na de definitieve ORA er twijfel is aan de constructieve veiligheid (onvolledig risicoprofiel Oranje-oranje en Oranje-rood) of de constructie aantoonbaar niet voldoet aan afkeurniveau (Rood) dient een Technisch Advies (TA) of een Quick Scan (QS) op te stellen. In dat TA of QS zal de constructeur een analyse uitvoeren om te bepalen of er acute constructieve risico's kunnen optreden en zo nodig aantal beheersmaatregelen voor te stellen waarmee het constructieve risico voor een periode van ca. 5 jaar beheerst kan worden. Hiermee wordt invulling gegeven aan de oplossing voor Probleem 3. Deze maatregelen kunnen bestaan uit één of meerdere van het onderstaande:

- Monitoring. Hierbij gaat het om monitoring van de positie van de brug. Aangegeven dient te worden welke meetpunten relevant zijn en welke verplaatsing (x, y of z richting) relevant is en welke signaal en interventiewaarden daarbij horen.
- Gebruiksbeperking. Dat kan een vermindering van aslast zijn, geheel of gedeeltelijke afsluiting voor wegverkeer of andere maatregelen.
- Versterking. Hierbij dient te worden aangegeven welke versterking van de constructie (tijdelijk of permanent) dient te worden aangebracht. Bij voorkeur aangegeven in een schets.

In alle gevallen moet worden aangegeven waarom de beheersmaatregelen effectief zijn en of deze individueel of in combinatie genomen moeten worden. Bij voorkeur wil de Gemeente Amsterdam kunnen kiezen uit een aantal opties. Bovenstaande maatregelen zijn niet uitputtend. Andere innovatieve beheersmaatregelen worden niet uitgesloten.

Advies

De constructeur dient een advies te geven welke eventuele nadere onderzoeken en verificatieberekeningen nodig zijn om te komen tot een volledig risicoprofiel. Deze moeten onderbouwd worden in de Afweging Nader Onderzoek (ANO) en Afweging VerificatieBerekening (AVB) waar het contract in voorziet.

3 Ervaringseisen constructeur

De ARB geeft als resultaat belangrijke stuurgegevens waarop geprioriteerd zal worden binnen de constructieve veiligheid, beoordeling van constructies en de programmering van groot onderhoud. Dit betekent dat de ARB dus ook zorgvuldig moet worden ingevuld. Daarom dient de Constructieve Beschouwing door een ervaren constructeur uitgevoerd te worden. Daarnaast dient er altijd een verificatie plaats te vinden. Het vier ogen principe bij de Opdrachtnemer. De uitvoerend constructeur dient minimaal 2 jaar werkervaring te hebben als constructeur waarvan hij/zij minimaal in de afgelopen 5 jaar één verificatieberekening heeft uitgevoerd van een brug conform de NEN8700. De toetsende constructeur dient minimaal 10 jaar werkervaring te hebben waarvan 5 jaar ervaring met bestaande kunstwerken. In de AIP is hier na de risicobeoordeling specifiek een plek waar de verificatie kan worden vastgelegd. Dit geldt zowel voor de initiële als de definitieve risicoscore bepaling van de ARB.

4 Referentielijst

Document	Jaar
CUR117 Aanbeveling Inspectie en Advies Kunstwerken	2020
NEN-2767-4 Conditiemeting van Infrastructuur	
Handboek Inspectie Metselwerk	2017
Handboek Inspectie Beton	2017
Handboek Inspectie Staal	2016
Handboek Inspectie Hout	
Handboek Inspectie Oplegging	2017
Handboek Inspectie Voegovergang	2017

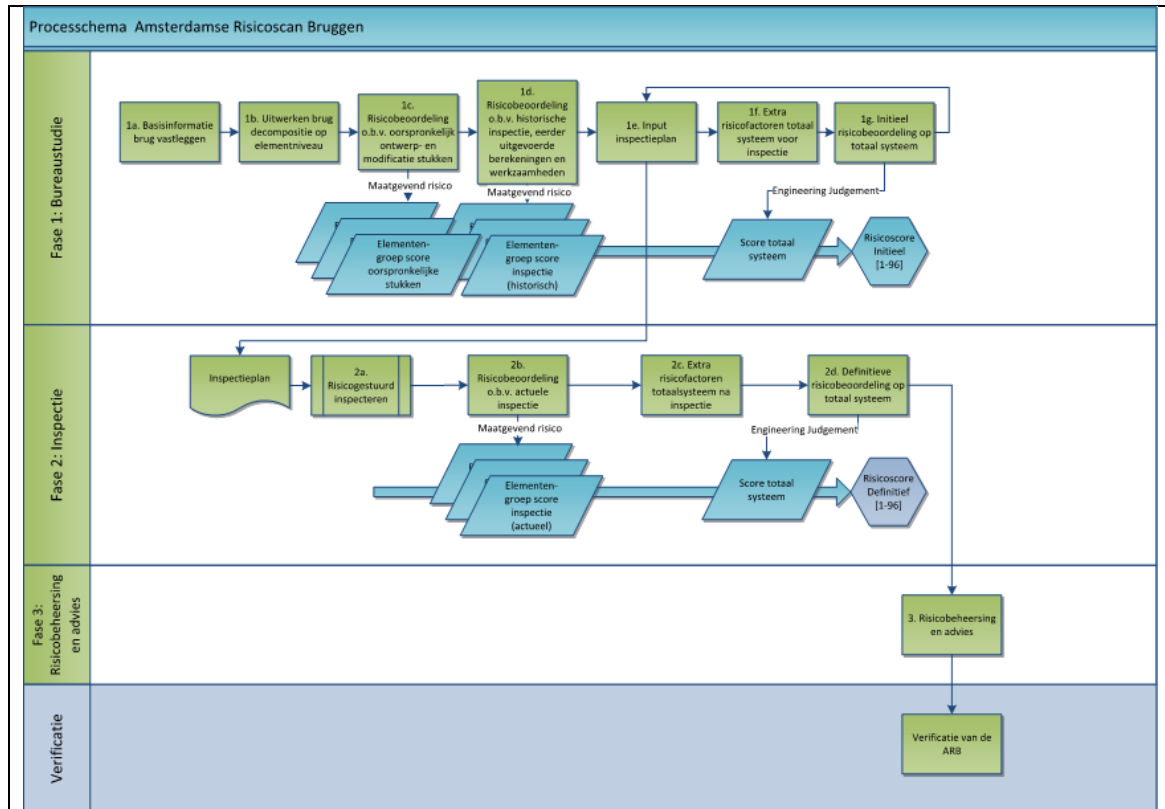
Gemeente Amsterdam

Amsterdamse Risicoscan Bruggen
Constructief risicomodel voor de Amsterdamse bruggen

Versie 2
25 april 2022
Kenmerk TCVB/ARB v2.0

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Processchema ARB



Bijlage 2 - Objectdefinities

Elementengroep: Een groep elementen die gezamenlijk een fysiek onderdeel vormen van een brug. Hierin zijn drie elementengroepen te onderscheiden: bovenbouw, onderbouw (inclusief tussensteunpunten) en fundering.

Element: Een element is een fysiek onderdeel van een bouwwerk; een element kan ook een samenstelling zijn van meerdere bouwdelen.

Bouwdeel: Een zelfstandig en aanwijsbaar deel van een element, onderscheiden naar samenstelling of constructiewijze, bestaande uit één of meer componenten waaraan technische eigenschappen en een onderhoudshistorie kunnen worden gerelateerd, bijvoorbeeld een pijler.

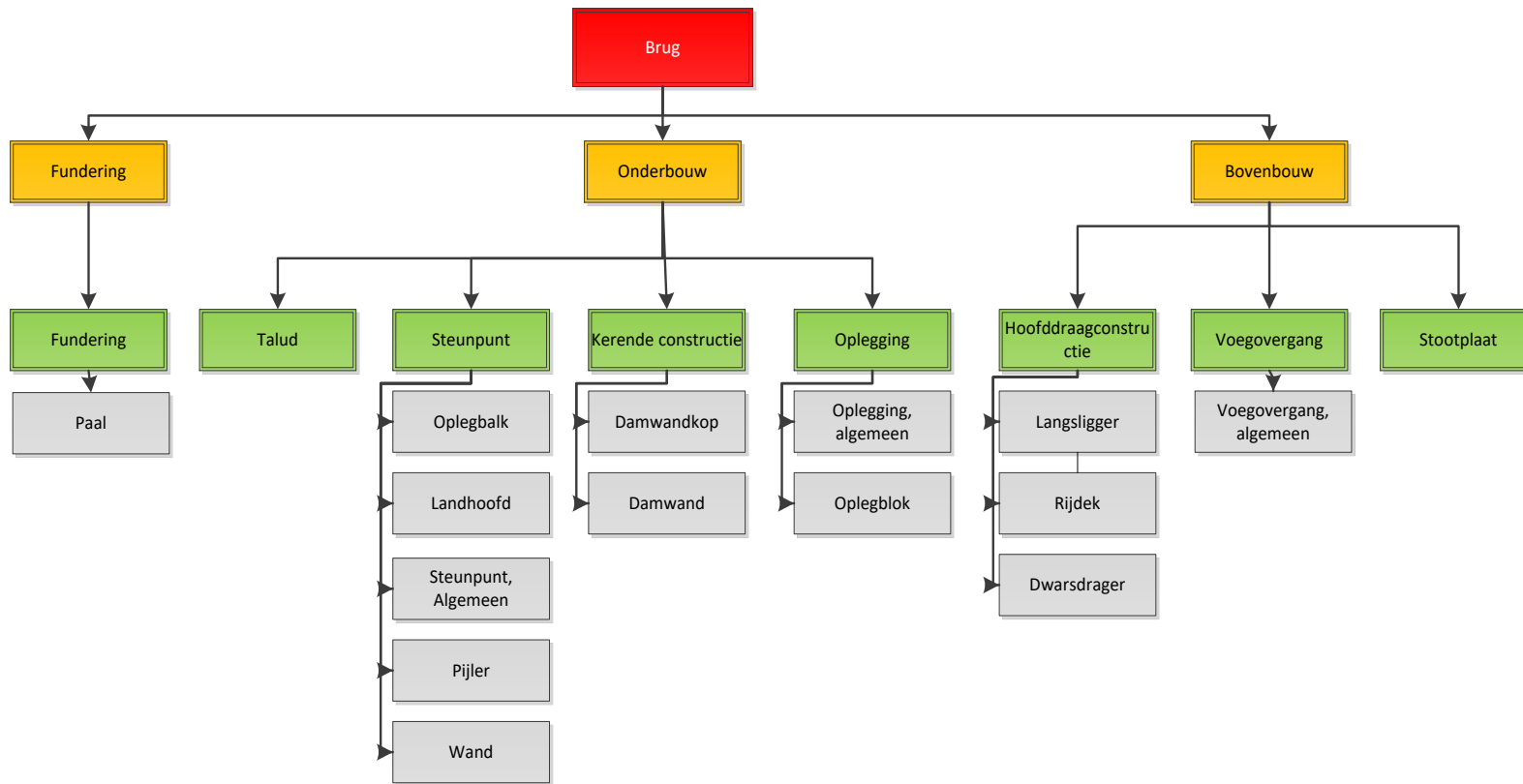
In onderstaande tabel zijn de definities van de elementengroepen en elementen beschreven.

Elementengroep	Definitie	Element	Definitie
Bovenbouw	Gedeelte van de brug boven de opleggingen op pijlers en landhoofden.	Stootplaat	Een stootplaat zorgt voor een geleidelijke overgang tussen een kunstwerk en de aarden baan.
		Voegovergang	Een constructie die een continu wegoppervlak tussen aangrenzende hoofdconstructieonderdelen (brugdelen/landhoofden) en het verplaatsen van deze constructies niet verhindert (inclusief alle onderdelen niet zijnde het wegoppervlak zoals schampkanten, bermen, etc.)
		Hoofddraagconstructie	Een hoofddraagconstructie, algemeen is het primaire dragende onderdeel dat de optredende belastingen opneemt
Onderbouw	De pijlers en landhoofden van een brug.	Landhoofd/talud	Eindsteunpunt van een brug dat de overgang vormt van de brug naar de aarden baan.
		Kerende constructie	Een object dat wordt toegepast om ervoor te zorgen dat de bovenliggende grondmassa met een hoogteverschil op zijn plaats blijft liggen.
		Tussensteunpunt /pijler	Een pijler is het verticale of schuine ondersteunende deel van een brug op de plaatsen waar deze niet op een landhoofd rust. Een pijler brengt de belasting van de bovenbouw over op de fundering.
		Oplegging	Onderdeel van een modulaire voegovergang dat de belasting uit de bovenliggende lastdragende constructie afvoert naar de onderliggende

			constructie en rotaties en/of translaties mogelijk maakt
Fundering	Het onderdeel onder de onderbouw van een brug, dat zorgt voor de overdracht van alle belastingen, waaraan een brug onderhevig is, naar de draagkrachtige vaste (zand)grondlaag.	Paal	Een paal is een langwerpige voorwerp van hout, beton of staal of een mix van de genoemde 3 materialen.
		Funderingssloof	Een dwarsbalk in de fundering.

In onderstaand figuur is de decompositie in elementengroepen en element weergegeven. De classificatie is conform de NEN-2767-4. Met uitzondering van de elementengroepen. Deze groepen zijn speciaal voor de ARB in het leven geroepen.

- ROOD: Beheerobject
- GEEL: Elementengroepen
- GROEN: Elementen
- GRIJS: Bouwdelen



Bijlage 3 - Aandachtspunten risicobeoordeling

In deze aandachtspunten zijn zaken beschreven die vanuit de Amsterdamse ervaring extra aandacht behoeven. Zo zal vanwege de matig tot slechte conditie van veel houten paalfunderingen, en de daarbij mogelijke steunpuntszettingen, er extra gelet moeten worden op het statisch systeem van de bruggen. Dit is in onderstaande tabellen uitgewerkt.

Aandachtspunten: Integrale beschouwing totale constructie

Bij het waarden van de integrale risicoscore let dan op de onderstaande risico's.

Risicogebeurtenis	Onzekere krachtverdeling in constructie	Onveilige bouwperiode
Materiaal	Materiaal onafhankelijk	Materiaal onafhankelijk
Mogelijke oorzaken	Statisch onbepaalde brug heeft een hoger risico	Bouwjaar tussen 1940 – 1974 geeft een hoger risico
Risicobeoordeling archief	Sonderingen, Inspectierapporten, schaderapporten, deformatiemetingen, heiregister	Zuinig materiaalgebruik
Risicobeoordeling Inspectie (historisch)	Verzakkingen en schades die een ongelijke krachtverdeling aantonen	Scheurvorming en deformatie

Aandachtspunten: Bovenbouw

Bij het waarderen van de risicoscore voor de bovenbouw let dan op de onderstaande risico's

Risicogebeurtenissen	Samenhang materialen dek onvoldoende sterk			Belasting te hoog	Bezwijken dek			Wijziging statisch systeem	
Materiaal	Stalen ligger (deels) ingestort in beton			Materiaal onafhankelijk		Hout	Beton	Voegovergangen	
Mogelijke oorzaken	Corrosie liggers	Afschuifvoorziening ontbreekt	Degradatie met leeftijd	Hogere belasting dan ontworpen		Houtdikte	Leeftijd	Breuk	Onvoldoende ruimte bieden aan brugdek om te bewegen
Risicobeoordeling archief	n.v.t.	Ontwerp; Afschuifvoorziening (deuvels, lasrupsen) niet in ontwerp is hoger risico	Leeftijd; hogere leeftijd geeft grotere kans op optreden risico	Verschil in belasting tussen berekening en huidig gebruik; Verkeersklasse 30 (of VK C), 45 (of VK B) is hoger risico als gebruik hoger is	Ontheffingsroutes zwaar verkeer (éénmalige rit/routeontheffing- en permanente jaarontheffing), hoger risico	Bestek, dikte planken, kleine dikte is hoger risico	Leeftijd hoger risico	Ontwerp; detaillering wapening tand/nok oplegging geeft hoger risico	n.v.t.
Risicobeoordeling Inspectie (historisch)	Roestvorming	Scheuren in lengterichting; langs-scheuren kan erop duiden dat samenhang in het geding komt		Scheurvorming en deformatie		Aantasting		Scheuren	Obstakels, dichtzitten, conservering ⁵

⁵ Zie Handboek Inspectie Voegovergangen

Aandachtspunten: Onderbouw

Bij het waarden van de risicoscore voor de bovenbouw let dan op de onderstaande risico's

Risicogebeurtenis	Overbelasting	Sterkte onvoldoende			Wijziging statisch systeem	
Materiaal Mogelijke oorzaken	Metselwerk Beton Hogere belasting dan ontworpen	Beton		Metselwerk (lokale) overbelasting fundering	Opleggingen Ouderdom	Te grote vervorming constructie
Risicobeoordeling archief	Verschil in belasting tussen berekening en huidig gebruik; Verkeersklasse 30 (of VK C),45 (of VK B) is hoger risico als gebruik hoger is.	Ontheffingsroutes zwaar verkeer (éénmalige rit/routeontheffing en permanente jaarontheffing), hoger risico.	Aanwezigheid waterafsluitende laag, betonsamenstelling	Milieuklasse, dekking, cementsoort	Houten paalfundering	Ontwerplevensduur overschreden is hoger risico
Risicobeoordeling Inspectie (historisch)	Scheurvorming en deformatie ^{6,7}	ASR ⁷	Carbonatatie ⁷ Chloride- geïnitieerde corrosie ⁷	Scheurvorming en deformatie	Corrosie, scheurvorming, positie, vervorming ⁸	Scheurvorming, positie, vervorming

⁶ Zie Handboek Inspectie Metselwerk

⁷ Zie Handboek Inspectie Beton

⁸ Zie Handboek Inspectie Opleggingen

Aandachtspunten: Fundering

Bij het waarderen van de risicoscore voor de fundering let dan op de onderstaande risico's.

Risicogebeurtenis	Geotechnisch draagvermogen onvoldoende			Sterkte fundering onvoldoende				
Materiaal	Materiaal onafhankelijk			Hout		Beton		Staal, buispaal
Mogelijke oorzaken	Geotechnische onzekerheden worden onvoldoende herkend en erkend			Slechte kwaliteit Houtsoort		Betonsterkte onvoldoende		Breken las of onvolledige las
Risicobeoordeling archief	Sonderingen in de directe omgeving van het object conform NEN 8707; Conusweerstand boven 15 MPa	Kalenderstate n; Zonder kalenderstaat is risico hoger, dan is onduidelijk waar in de ruimte de paal zit	Ontwerp-berekening; Is bron of sondeerwaarde de juiste waarde haalt	Vanuit bestek houtsoort bepalen, grenen en eiken sneller aangetast en hoger risico dan vuren e.a. soorten	Nader onderzoek: Duiken en monsternamen/ materiaalonderzoek	In situ gebouwd; geeft hoger risico dan prefab	Kalender staat; hogere slagwaars des is hoger risico	Inspectierapport over kwaliteit lassen en eventuele ontwerpberekeningen bij doorbuiging paal; Hoe meer lassen hoe hoger risico
Risicobeoordeling Inspectie (historisch)	Schadepatronen, deformaties	Expliciet scheuren opnemen in inspectietekening bovenaanzicht en/of zijaanzicht, met daarbij lengtes en scheurwijdtes liefst om de meter lengte, specifieke scheuren kunnen duiden op risico		Visueel niet te inspecteren		Visueel niet te inspecteren		Visueel niet te inspecteren

Bijlage 4 - Verificatienota

Om te verifiëren of de Amsterdamse Risicoscan Bruggen voldoet aan de eisen gesteld in het PvE Instandhoudingsadvies en de CUR117 is deze verificatienota toegevoegd. Hieronder staan de eisen uit beide documenten die worden gesteld aan een constructieve beschouwing. Doordat de Opdrachtnemer binnen de ARB deze functie dient in te vullen moet deze hier automatisch aan voldoen. Het rapport is op basis van Expert Judgement door de projectleider Toetsing Constructieve Veiligheid Bruggen uitgevoerd.

NAAM TOETSER:	DATUM:		
Gestelde eis aan Constructieve beschouwing	Bron	Zie hoofdstuk ARB	Paraaf
1. Geeft een eerste indicatie van de haalbaarheid om de Constructieve Veiligheid van de brug vast te stellen	3.2.4 PvE	1.2 Doelstelling ARB	
2. Wordt ingevuld conform CUR 117, §3.9.3 C3 - Constructieve Beschouwing	3.2.4 PvE	2 Stappenplan Door het volgen van het stappenplan wordt voldaan aan de eisen.	
3. Is herbruikbaar en te actualiseren ten behoeve van een volgende Instandhoudingsanalyse	3.2.4 PvE	2 Stappenplan	
1. Geeft een duidelijke indicatie van de constructieve risico's ten behoeve van de Object Risico Analyse	3.4.4 PvE	2.1.3 2.1.3 Risicobeoordeling o.b.v. oorspronkelijk ontwerp- en modificatie stukken en 2.1.4 Risicobeoordeling o.b.v. historische inspecties, eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden gegevens	
2. Wordt ingevuld op basis van de inspectieresultaten en CUR 117, §3.9.3 C3 - Constructieve Beschouwing	3.4.4 PvE	2.3.1 Risicobeoordeling o.b.v. actuele inspectie	
3. Dient zodanig te worden ingevuld en geleverd dat deze eenvoudig kan worden geactualiseerd en herbruikbaar is bij het opstellen van een volgend Instandhoudingsadvies	3.4.4 PvE	Zie Excel ARB of ARB functionaliteit in het AIP.	
Een ingevuld formulier met een score per constructie. De samenstelling/totstandkoming van de score/score dient herleidbaar te zijn.	CUR 117	Zie Excel ARB of ARB functionaliteit in de Amsterdamse AIP.	
Bij meerdere constructies in één opdracht: naast de ingevulde formulieren tevens een samenvattende rapportage, met hierin beschreven: <ul style="list-style-type: none"> Een lijst met de constructies en hun 	CUR 117	Binnen de ARB functionaliteit op de AIP komt een samenvattende rapportage	

score/index. <ul style="list-style-type: none">• Het gevolgde proces.• Een samenvatting van de resultaten• Advies voor eventuele vervolgstappen			
Bij de constructieve analyse wordt op basis van kenmerken van de constructie, <u>aandachtspunten</u> en <u>expert judgement</u> , op snelle wijze een oordeel over constructieve veiligheid verkregen. Niet zijnde berekeningen.	CUR 117	Bijlage 3 Aandachtspunten risicobeoordeling	

Bijlage 5 - Afwegingsmodel vlaggen

