



**Gemeente
Amsterdam**

Definitief
Versie 3.0
7 juni 2024

Toetsingskader Amsterdamse Bruggen

Aanvullingen op en specificaties van de
CROW-CUR Aanbeveling 124:2019 voor de Amsterdamse
situatie, betreffende de beoordeling van de constructieve
veiligheid van bestaande bruggen en viaducten van
decentrale overheden

Kenmerk - Versie 3.0

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
TAB-team	Ronald Damstra		07-06-2024

Inhoud

Voorwoord, verantwoording en limitatie	4
1 Inleiding	5
1.1 Onderwerp	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Toepassingsgebied	5
1.4 Leeshulp	5
2 Termen en definities	6
3 Beoordelingskader	7
3.1 Inleiding	7
3.2 Wettelijk kader	7
3.3 Veiligheidsfilosofie bestaande bouw	8
3.4 Beweegbare bruggen	8
4 Beoordelingsproces	9
4.1 Inleiding	9
4.2 Risicogestuurde prioritering	9
4.3 Verificatieberekening constructieve veiligheid	9
4.4 Proefbelasten	11
5 Informatie en archief	12
5.1 Inleiding	12
5.2 Archiefgegevens	12
5.3 Archiefonderzoek	12
5.4 Verificatie van gegevens	13
5.5 Onderzoek op locatie	13
6 Materiaaleigenschappen	14
6.1 Inleiding	14
6.2 Beton	14
6.3 Betonstaal	14
6.4 Voorspanstaal	14
6.5 Constructiestaal	14
6.6 Metselwerk	15
6.7 Hout	16
6.8 Ondergrond	17

7	Belastingen	18
7.1	Inleiding	18
7.2	Vigerende belastingnormen	18
7.3	Rekenwaarde van de verkeersbelastingen	18
7.4	Wisselende verkeersbelastingen (vermoeiing)	23
7.5	Alternatieve bepaling van de verkeersbelasting	24
8	Rekenmethodiek	25
8.1	Inleiding	25
8.2	Introductie voor de beheerder	25
8.3	Modelverfijningen	30
8.4	Analysemethoden	32
	Referenties	34
	Literatuur	35
	Bijlage(n)	37
	Bijlage 1 - Duurzame beschikbaarheid informatie bruggen	
	Bijlage 2 - Object Informatie Document Eisen	
	Bijlage 3 - Registratie constructieve schades	
	Bijlage 4 - Mogelijke materiaalonderzoeken	
	Bijlage 5 - Scope constructieve elementen (beweegbare) brug, viaduct en duiker	
	Bijlage 6 - Format standaardrapportage constructieve beoordeling	
	Bijlage 7 - Informatieleveringspecificatie	
	Bijlage 8 - Evaluatie betondruksterkte bruggen	
	Bijlage 9 - (Grond)waterstanden	
	Bijlage 10 - Trambelasting	
	Bijlage 11 - Stroomschema duurzame veiligheid betonconstructies	
	Bijlage 12 - Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing	
	Bijlage 13 - Principe bepaling effectieve lengte draagvlak l_{efm} brug	
	Bijlage 14 - Voorbeelden interpretatie dikte zachte schil in de tijd	

Voorwoord, verantwoording en limitatie

De CROW - CUR - Aanbeveling 124:2019 '*Constructieve veiligheid bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden*' (hierna verder te noemen de Aanbeveling). Biedt richtlijnen om bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden aantoonbaar te laten voldoen aan de eisen van de geldende regelgeving met betrekking tot constructieve veiligheid. De Aanbeveling is opgesteld door CROW-werkgroep N1099/2261.

Amsterdam beoordeeld haar brugconstructies aan de hand van de Aanbeveling. Om de beoordeling goed op de specifieke Amsterdamse situatie aan te laten sluiten is als aanvulling op de Aanbeveling het '*Toetsingskader Amsterdamse Bruggen*' (verder te noemen TAB) opgesteld. TAB geeft aanvullingen op de Aanbeveling en specificaties voor de Amsterdamse omstandigheden.

TAB volgt de hoofdstukindeling en bijlagen van de Aanbeveling. Per hoofdstuk is eventueel 'Amsterdamse' aanvullingen opgenomen. Aanvullende bijlagen zijn doorgenummerd op de bijlage van de Aanbeveling.

In TAB 3.0 zijn de resultaten van de onderzoekstrajecten van het Programma Bruggen en Kademuren geïmplementeerd en zijn de verbeteringen doorgevoerd gebaseerd op het gebruik van TAB2.0 bij het opstellen van Constructieve beoordelingen.

TAB 3.0 is opgesteld door het TAB-team bestaande uit:

- ing. Long Ha - Gemeente Amsterdam
- ir. Tom Luites - Wagemaker
- ir. Sjoerd Mannaerts - Wagemaker
- ing. Steven Molleman - Gemeente Amsterdam
- ir. Berber Renckens - Gemeente Amsterdam
- ir. Sebastiaan van Rossum - Gemeente Amsterdam
- ir. Tim Schellekens - Nebest
- dr. Maarten Soudijn - Gemeente Amsterdam
- ing. René Terpstra - Gemeente Amsterdam

TAB heeft uiteindelijk de volgende kenmerken:

- Het Kader geldt voor alle bestaande Amsterdamse wegverkeersbruggen en viaducten.
- Het Kader voldoet aan het Bouwbesluit.
- Het Kader is gecommiteerd door het Bevoegd Gezag.
- TAB heeft betrekking op de verificatieberekening zoals is omschreven in de Aanbeveling.

Indien er verschillen zijn tussen TAB en de Aanbeveling prevaleert TAB.

1 Inleiding

1.1 Onderwerp

Geen aanvullingen.

1.2 Doelstelling

Geen aanvullingen.

1.3 Toepassingsgebied

In aanvulling op de Aanbeveling dient TAB toegepast te worden bij het beoordelen van de constructieve veiligheid van bestaande (beweegbare) bruggen, viaducten en duikers die in het beheer en/of eigendom zijn van de gemeente Amsterdam. Bij een beweegbare brug betreft het hier de beschouwing van de constructieve veiligheid van het val in 'gesloten' stand.

In aanvulling op de Aanbeveling is het toepassingsgebied van TAB niet beperkt tot individuele objecten maar is deze ook bedoeld voor een areaal aan (beweegbare) bruggen, viaducten en duikers.

1.4 Leeshulp

Geen aanvullingen.

2 Termen en definities

Aanvullend op hoofdstuk 2 van de Aanbeveling zijn onderstaande termen en definities toegevoegd en gedefinieerd.

Term	Definitie
Bezwijken	Het optreden van een bezwijkmechanisme van een deel, of het geheel van een constructie waardoor het haar functies niet meer kan vervullen.
ILS	Informatie leveringsspecificatie is een overzicht van de informatie die nodig is gedurende de levenscyclus van een object. In het kader van TAB beschrijft de ILS de te leveren documenten, data en bestandsformaten bij een verificatieberekening.
Kunstwerk	(beweegbare) bruggen, viaducten en duikers.
Representatieve sondering	De representatieve sondering beschrijft de verwachte conusweerstand over de diepte voor de palen in de te toetsen brug. De representatieve sondering dient te worden beschouwd als een gemiddelde sondering over de brug. Er hoort geen conservatisme te worden opgenomen in de keuze of schematisering van de representatieve sondering. De ruimtelijke variabiliteit van de conusweerstand in het horizontale vlak, dat wil zeggen tussen de locatie van de sondering en de beschouwde paal, wordt met de factor α_{qc} gemodelleerd.
Semi-probabilistisch toetsmodel houten palen (SPTM)	Een softwaretool ontwikkeld door Deltares waarmee op basis van een steekproef paalkopmetingen (paalkopdiameter D_{pk} en houtboormonsters) de resterende draagkracht van alle houten funderingspalen onder een specifieke Amsterdamse brug berekend en getoetst wordt. De vigerende versie wordt door PBK ter beschikking gesteld om de houten funderingspalen onder een Amsterdamse brug te kunnen toetsen.
Zachte schil i	In afwijking en aanvulling op paragraaf 3.5 van de NEN 8707 is de zachte schil dat deel van de houtdoorsnede dat zeer ernstig, ernstig of matig is aangetast door microbiële erosie volgens classificatie R.K.W.M. Klaassen 2008 [b]. De dikte i dient vastgesteld te worden op basis van de opgetelde houtfracties in mm, waarbij de grenswaarde voor de druksterkte kleiner is dan 8 N/mm ² volgens principe bijlage D van de NEN 8707. De zachte schil i maakt géén deel uit van het dragende oppervlak.

3 Beoordelingskader

3.1 Inleiding

Dit is een algemeen hoofdstuk, niet specifiek gericht op het onderdeel 'verificatieberekening' waar TAB zich op richt. Het biedt wel de context, waarmee de constructieve beoordeling moet worden gemaakt.

In aanvulling op de Aanbeveling wordt naast de drie veiligheidsniveaus die in de wetgeving worden onderscheiden (a. Nieuwbouwniveau; b. Verbouwniveau; c. Afkeurniveau) ook een privaatrechtelijk veiligheidsniveau onderscheiden:

- d. Gebruiksniveau (privaatrechtelijke ondergrens, bij overschrijding van dit niveau hoeven niet direct voorzieningen te worden getroffen maar wordt geadviseerd dit te doen voordat het afkeurniveau wordt overschreden. Dit niveau bevindt zich tussen afkeur- en verbouwniveau in. In tegenstelling tot overschrijding van het afkeurniveau is er hier tijd voor een meer gedegen besluitvorming over en voorbereidingstijd voor de te treffen voorzieningen). Zie ook paragraaf 7.3.5.

3.2 Wettelijk kader

3.2.1 Algemeen

Geen aanvullingen.

3.2.2 Restlevensduur

Geen aanvullingen.

3.2.3 Rechtens verkregen niveau

Geen aanvullingen.

3.3 Veiligheidsfilosofie bestaande bouw

3.3.1 Veiligheidseisen bestaande bouw

Geen aanvullingen.

3.3.2 Kostenaspecten en menselijke veiligheid

Geen aanvullingen.

3.3.3 Beoordeling zonder dat het kunstwerk wordt veranderd

Geen aanvullingen.

3.3.4 Gedeeltelijk vernieuwen, veranderen of vergroten (verbouw) van een kunstwerk

Geen aanvullingen.

3.3.5 Gevolgklassen

In aanvulling op de Aanbeveling dient per constructief element de gevolgklasse gehanteerd te worden volgens de betreffende kolom in tabel 5.1 van bijlage 5 van TAB.

3.3.6 Toetsing

In aanvulling op de Aanbeveling is in bijlage 5 een overzicht opgenomen van alle constructieve elementen van een kunstwerk. Voor elk constructief element wordt aangegeven of een kwantitatieve toetsing dan wel een kwalitatieve beschouwing vereist is. Indien een kwantitatieve toets niet mogelijk is door ontbrekende informatie, dient een kwalitatieve beschouwing te worden uitgevoerd.

3.4 Beweegbare bruggen

Vooralsnog ligt de focus in het TAB bij de beoordeling van de constructieve veiligheid van bestaande beweegbare bruggen in de gesloten toestand onder verkeersbelastingen volgens de huidige voorschriften.

4 Beoordelingsproces

4.1 Inleiding

Dit is een algemeen hoofdstuk, niet specifiek gericht op het onderdeel 'verificatieberekening' waar TAB zich op richt. Het biedt wel de context, waarin de constructieve beoordeling wordt gemaakt.

4.2 Risicogestuurde prioritering

4.2.1 Objectrisicoanalyse

Geen aanvullingen.

4.2.2 Beoordelingsaspecten

Geen aanvullingen.

4.2.3 Risicoscore

Geen aanvullingen.

4.3 Verificatieberekening constructieve veiligheid

Ondanks wat de titel van deze paragraaf doet vermoeden, staat hierin geen enkele aanwijzing voor de werkwijze en inhoud van de verificatieberekening zelf. Hiervoor moeten de hoofdstukken 6, 7 en 8 van de Aanbeveling worden geraadpleegd.

In aanvulling op de Aanbeveling zijn de volgende tekstdelen toegevoegd:

Format standaardrapportage constructieve beoordeling

Bijzondere transporten

Format standaardrapportage constructieve beoordeling

De resultaten van de constructieve beoordeling dienen door de constructeur te worden gerapporteerd volgens de format standaardrapportage verificatieberekening, zoals beschikbaar bij het Ingenieursbureau (toegevoegd als bijlage 6). De rapportage dient te voldoen aan het gestelde in 'Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen', van COBc, versie April 2011 (verder te noemen de COBc richtlijn). Zie <https://kpcv.nl/bronnen/>, bestand COBc - Uitwerking indieningsvereisten EEM-berekeningen.

Bijzondere transporten

In het beleidskader Hoofdnetten van V&OR is aangegeven dat bijzondere transporten bij voorkeur over het hoofdnet gaan (zie paragraaf 7.3.3). De toetsing van bijzondere transporten is geen onderdeel van de Aanbeveling of TAB. Het streven is wel om de wijze van rapporteren van de berekeningsresultaten zodanig in te richten dat deze kunnen worden gebruikt bij de beoordeling van bijzonder transportaanvragen.

Hiervoor worden in een aparte paragraaf van de berekeningsrapportage (volgens bijlage 6) aanbevelingen gegeven voor eventueel zwaar transport (bijvoorbeeld welk deel wel of niet geschikt is voor zwaardere belastingen) en de aan te houden dwarskracht- en momentcapaciteit voor de toets.

4.3.1 Inleiding

Geen aanvullingen.

4.3.2 Uitgangspuntennotitie

In contracten staat de 'Uitgangspuntennotitie' soms beschreven als een Plan van Aanpak. Dit betreft in principe hetzelfde document met een andere naamgeving. De opdrachtnemer dient conform de Aanbeveling een Uitgangspuntennotitie van de Verificatieberekening aan te leveren die minimaal voldoet aan de eisen uit de COBc richtlijn.

4.3.3 Kwantificeren conservatismes

Geen aanvullingen.

4.3.4 Vervolgstappen

Geen aanvullingen.

4.4 Proefbelasten

Deze paragraaf uit de Aanbeveling valt buiten de scope van een toetsing maar kan door de toetser als aanbeveling, met onderbouwing van methode, belastingen en verwachte resultaat worden opgenomen. De door de Aanbeveling benoemde richtlijn is gepubliceerd in de vorm van het kennisdocument 'Proefbelasten' als onderdeel van de kennismodule 'Inspectie, advies, vervanging en renovatie civiele kunstwerken'.

5 Informatie en archief

5.1 Inleiding

In aanvulling op de Aanbeveling geldt het volgende:

1. De op te leveren constructieve beoordeling moet door de opdrachtgever herhaalbaar uitgevoerd kunnen worden op basis van de informatie over de gebruikte soft- en hardware en het gebruikte archiefmateriaal/de brongegevens. Het moet duidelijk zijn welke wijzigingen in de loop van de tijd hebben plaatsgehad op het aangeleverde archiefmateriaal. Ergo welke bronnen zijn gebruikt en welke informatie is opgeleverd, zodanig dat vergelijking mogelijk is.
2. De op te leveren Verificatieberekening dient op drie wijzen te worden aangeleverd:
 - a. In de originele (bewerkbare) software en (niet uitputtend beschreven) met bijvoorbeeld Excel files, maar ook met andere rekensoftware zoals Scia Engineer, Diana, etc.
 - b. In een open dataformaat dat software onafhankelijk geopend kan worden. Dit is van belang wanneer er gerekend wordt in speciaal ontwikkelde software.
 - c. In PDF/A met status inclusief revisie datum.
3. Wijze van aanleveren documenten/data:
De Verificatieberekening dient geleverd te worden conform Bijlage 7 Informatieleveringsspecificatie

5.2 Archiefgegevens

Geen aanvullingen.

5.3 Archiefonderzoek

5.3.1 Doel

Geen aanvullingen.

5.3.2 Brongegevens

Geen aanvullingen.

5.3.3 Analyse en aandachtspunten

Geen aanvullingen.

5.4 Verificatie van gegevens

Geen aanvullingen.

5.5 Onderzoek op locatie

5.5.1 Onderzoek en diepgang

Geen aanvullingen.

5.5.2 Constructieve inspectie

Geen aanvullingen.

5.5.3 Onderzoek aan de fundering

Funderingsinspectie in den natte

In aanvulling op dit tekstdeel van de Aanbeveling dient voor duikonderzoek gebruik gemaakt te worden van de 'Specificatie funderingsonderzoek bruggen met een houten paalfundering'. Deze specificatie is in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB.

Kernboringen

In afwijking op dit tekstdeel van de Aanbeveling dient paragraaf 6.7 van TAB aangehouden te worden.

6 Materiaaleigenschappen

6.1 Inleiding

Geen aanvullingen.

6.2 Beton

In aanvulling op de Aanbeveling dient de NEN 8702 toegevoegd te worden aan de 3^e kolom van Tabel 6.1 (onder 'Bepaling met') voor de parameters 'Karakteristieke kubusdruksterkte' en 'Splijttreksterkte'.

Geen gegevens bekend

Als aanvulling op dit tekstdeel van de Aanbeveling wordt het volgende gesteld:
Voor bestaande betonnen kunstwerken in Amsterdam kan op basis van het bouwjaar (na 1950) een ondergrens van C_{30/37} voor de betondruksterkte aangehouden worden. Indien het gewapend beton van voor 1950 betreft, dient materiaalonderzoek te worden uitgevoerd. Er wordt verder verwezen naar bijlage 8 van TAB, evaluatie betondruksterkte bruggen, voor achtergrondinformatie.

6.3 Betonstaal

Geen aanvullingen.

6.4 Voorspanstaal

Geen aanvullingen.

6.5 Constructiestaal

Geen aanvullingen.

6.6 Metselwerk

In aanvulling op de Aanbeveling is het volgende tekstdeel toegevoegd:

Normen en richtlijnen

Normen en richtlijnen

De huidige normen en richtlijnen voor metselwerk en metselwerkconstructies zijn gebaseerd op de nieuwbouw van gebouwen, waarbij het metselwerk doorgaans een dikte heeft van één steen. Dit komt niet overeen met de bestaande stedelijke infrastructuur die is opgebouwd uit elementen van meerlaags metselwerk.

Sinds 2022 voert de Gemeente Amsterdam, in samenwerking met de TU Delft, onderzoek uit naar het gedrag en de materiaaleigenschappen van bestaand meerlaags metselwerk. Uit deze resultaten zijn uitgangspunten afgeleid voor de te hanteren materiaaleigenschappen, welke zijn beschreven in het tekstdeel 'Geen of onvoldoende gegevens bekend'.

Indien materiaalonderzoek wordt uitgevoerd, dient het tekstgedeelte 'Materiaalonderzoek' te worden opgevolgd. Materiaaleigenschappen die zijn vastgesteld met materiaalonderzoek zijn leidend ten opzichte van de materiaaleigenschappen aangeven in tabel 6.6.1.

Geen of onvoldoende gegevens bekend

In dit tekstdeel van de Aanbeveling staat dat op basis van beschikbare gegevens, zoals materiaalgegevens van steenleveranciers, een schatting kan worden gemaakt van de minimaal verwachte druksterkte, E-modulus, (buig)treksterkte, hechtsterkte en schuifsterkte. Voor bestaand metselwerk zijn echter de materiaalgegevens van steenleveranciers over het algemeen niet beschikbaar.

Paragraaf 3.6 van NEN-EN 1996-1-1 geeft aan dat wanneer er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, de materiaaleigenschappen van metselwerk kunnen worden bepaald op basis van proeven of beschikbare proefresultaten. Op basis van onderzoek, uitgevoerd in samenwerking met de TU Delft, wordt aanbevolen om voor de materiaaleigenschappen van meerlaags bestaand metselwerk de waarden in de NPR 9998 voor metselwerk van bakstenen gebouwd vóór 1945 aan te houden, met een vermindering van 25% in de breukenergie bij drukbelasting.

De waarden beschreven in de NPR 9998 zijn gemiddelde waarden. In Tabel 6.6.1 is een overzicht gegeven van de correlerende karakteristieke waarden bepaald met een correlatiefactor volgens de gerelateerde standaard testmethode.

Tabel 6.6.1: Karakteristieke waarden bepaald aan de hand van de gemiddelde waarde conform de NPR 9998 en de correlatiefactor volgens de gerelateerde standaard testmethode

Materiaaleigenschap	Gemiddelde waarde [MPa]		Correlatiefactor	Karakteristieke waarde [MPa]		Standaard test methode
	$f_{m,a,m}$			f_k		
Druksterkte	$f_{m,a,m}$	8,5	1,20	f_k	7,1	EN 1052-1
Buigtreksterkte met het bezwijkvlak evenwijdig aan de lintvoegen	$f_{x,1,m}$	0,15	1,30	f_{xk1}	0,12	EN 1052-2
Buigtreksterkte met het bezwijkvlak loodrecht op de lintvoegen	$f_{x,2,m}$	0,55	1,30	f_{xk2}	0,42	EN 1052-3
Initiële schuifsterkte van het metselwerk	$f_{m,a,v,o}$	0,3	1,30	f_{vk0}	0,23	EN 1052-4

Voor de partiële factoren bij bestaand metselwerk geldt het volgende:

- Bestaand metselwerk moet worden ingedeeld in categorie II – steen volgens NEN-EN 1996-1-1. Deze indeling houdt in dat de betrouwbaarheid waarmee de druksterkte wordt bepaald onbekend is en dat het productiecontrolesysteem niet gecertificeerd is. Deze onzekerheid met betrekking tot de betrouwbaarheid wordt weerspiegeld in de partiële factor voor de materiaaleigenschappen.
- In tabel NB-1 van de nationale bijlage bij EN1996-1-1 worden de partiële factoren vermeld die in Nederland moeten worden toegepast. Voor metselwerk vervaardigd met categorie II stenen is dit:
 - Gevolgklasse CC1: $\gamma_M = 2,0$
 - Gevolgklasse CC2: $\gamma_M = 2,2$

Materiaalonderzoek

In afwijking op dit tekstdeel van de Aanbeveling wordt voor materiaalonderzoek bij meerlaags bestaand metselwerk verwezen naar het document 'Specificatie metselwerk materiaalonderzoek bij stedelijke infrastructuur'. Deze specificatie is in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB.

6.7 Hout

Houtsoort bekend

Aanvullend op dit tekstdeel van de Aanbeveling en aanvullend op de NEN-EN 1912 gelden per houtsoort, per land en per sterkteklasse de materiaaleigenschappen volgens de NEN-EN 339.

Materiaalonderzoek

In afwijking op dit tekstdeel van de Aanbeveling is het handboek 'Inspectie Hout' van de CUR-Aanbeveling 117 niet van toepassing voor houtonderzoek van constructie- en GWW-hout zoals funderingen bestaande uit onder andere houten funderingspalen, kespen, etc.

In aanvulling op dit tekstdeel van de Aanbeveling, en in afwijking op paragraaf 6.4.4 Fundering van de NEN 8707 en paragraaf 6.7 Specifieke bepalingen voor bruggen en viaducten van de NEN 8707, dient de houtsoort en de mate van aantasting van funderingspalen en het effect daarvan op de materiaaleigenschappen bepaald te worden op basis van houtkernboringen volgens de 'Specificatie funderingsonderzoek bruggen met een houten paalfundering'. Deze specificatie is in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB. Voor de interpretatie van de houtkernboringen en het effect daarvan op de rekenwaarde van de sterkte van de funderingspalen wordt verwezen naar paragraaf 8.2.1 van TAB.

6.8 Ondergrond

In aanvulling op de Aanbeveling dienen de materiaaleigenschappen van de grond bepaald te worden door middel van 'elektrische' sonderingen - sondeerklasse 2 volgens tabel 2 van de NEN-EN-ISO 22476-1. Indien deze sondering niet beschikbaar is, laten de geotechnisch adviseurs van Gemeente Amsterdam – IB, de elektrische sonderingen maken via het vigerende Raamcontract Geotechnische Onderzoeken.

Voor de interpretatie van de materiaaleigenschappen en het effect daarvan op de rekenwaarde van de axiale druksterkte van de funderingspalen en de draagkracht van de grond wordt verwezen naar respectievelijk paragraaf 8.2.1 en paragraaf 8.2.2 van TAB.

In aanvulling op de Aanbeveling is het volgende tekstdeel toegevoegd:

Uitgangspunten (grond)waterdrukken en/of stijghoogtes

Uitgangspunten (grond)waterdrukken en/of stijghoogtes

Karakteristieke onder- en bovengrenswaarden voor grondwaterdrukken en/of stijghoogtes zijn de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) en GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand). Deze dienen opgevraagd te worden bij de geohydrologen van de Gemeente Amsterdam - IB .

Om rekenwaarden voor de waterdruk te bepalen wordt verwezen naar de Eurocodes en de NEN 8700-serie. Voor meer informatie over de GLG en de GHG wordt verwezen naar bijlage 9.

7 Belastingen

7.1 Inleiding

In aanvulling op de laatste alinea van de Aanbeveling kent de gemeente Amsterdam generalistische beperkingen op het toegelaten verkeer in de stad (denk aan de zone in de binnenstad waar een maximaal voertuiggewicht van 7,5 t geldt) maar met het gehanteerde ontheffingsbeleid worden hier uitzonderingen op gemaakt. Voor meer informatie hierover: <https://www.amsterdam.nl/verkeer-vervoer/zwaar-verkeer/>

Door deze uitzonderingen kan er niet per definitie met een lagere rekenwaarde van de verkeersbelasting worden gerekend. Hiervoor is nader onderzoek en aanvullende informatie nodig, zie hiervoor verder paragraaf 7.5.2 en paragraaf 7.5.3 van TAB.

7.2 Vigerende belastingnormen

Geen aanvullingen.

7.3 Rekenwaarde van de verkeersbelastingen

7.3.1 Inleiding

Geen aanvullingen.

7.3.2 De belastingfactor

In aanvulling op paragraaf 3.3.5 van de Aanbeveling dient per constructief element de gevolgklasse gehanteerd te worden volgens de betreffende kolom in tabel 5.1 van bijlage 5 van TAB.

7.3.3 Aantallen vrachtwagenpassages

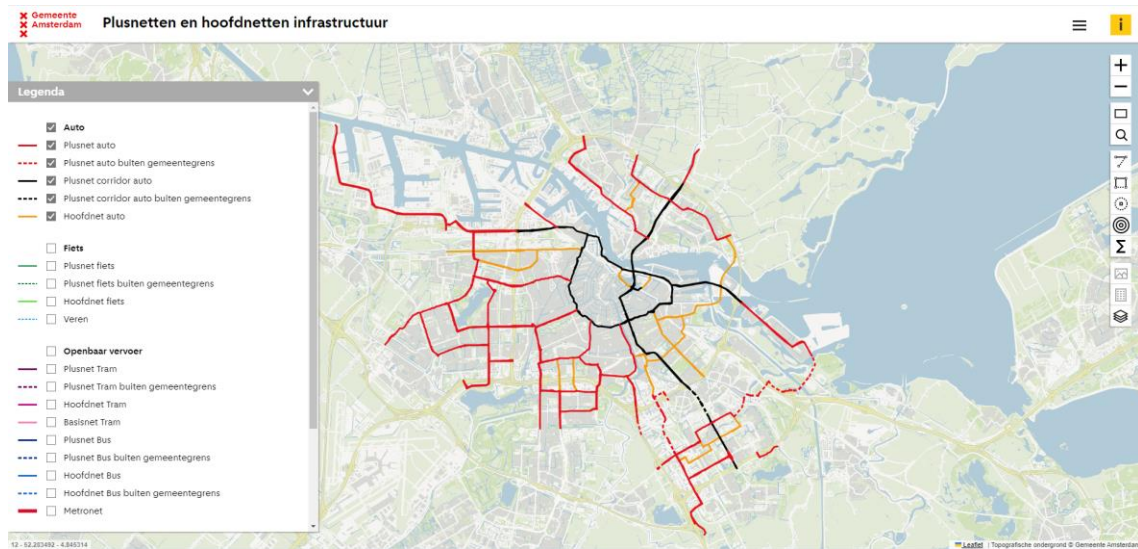
In aanvulling op de Aanbeveling moet, bij onbekendheid van het werkelijk aantal zware voertuigen per jaar, per rijstrook ten behoeve van de statische berekening met belastingmodel LM1 een verkeersintensiteit worden aangehouden van:

- $N_{obs} = 700.000$ voor het hoofdnet,
- $N_{obs} = 125.000$ voor het onderliggende Amsterdamse wegennet, met uitzondering van wegen in- en ontsluiting naar Westpoort.

Onder 'hoofdnet' wordt in deze context bedoeld de wegen die zijn aangeduid als Plusnet (auto), Plusnet Corridor (auto) en Hoofdnet (auto) zoals aangegeven op de kaart Plusnetten en hoofdnetten infrastructuur. Deze kaart is te vinden op:

<https://maps.amsterdam.nl/plushoofdnetten/?LANG=nl>.

Op het moment van publicatie van TAB is het hoofdnet ingericht zoals in figuur 7.3.1.



Figuur 7.3.1: Inrichting hoofdnet

7.3.4 Referentieperiode en trendfactor

Geen aanvullingen.

7.3.5 De rijstrookindeling

In tegenstelling tot de Aanbeveling wordt aangesloten bij de volgorde van toetsen zoals beschreven in RBK, samengevat:

- Eerst moet worden beoordeeld of de constructie geschikt is voor toekomstvast gebruik op basis van het gebruiksniveau conform NEN 8700 met theoretische rijstroken met LM1 en LM2 volgens de NEN-EN 1991-2.
- Wanneer rekenkundig niet wordt voldaan aan bovenstaande toetsing moet worden beoordeeld of de constructie geschikt is voor het werkelijk gebruik op basis van het gebruiksniveau met de werkelijk aanwezige rijstrookindeling.
- Wanneer rekenkundig niet wordt voldaan aan bovenstaande toetsing moet worden beoordeeld of de constructie geschikt is voor het werkelijk gebruik op basis van het afkeurniveau met de werkelijk aanwezige rijstrookindeling.

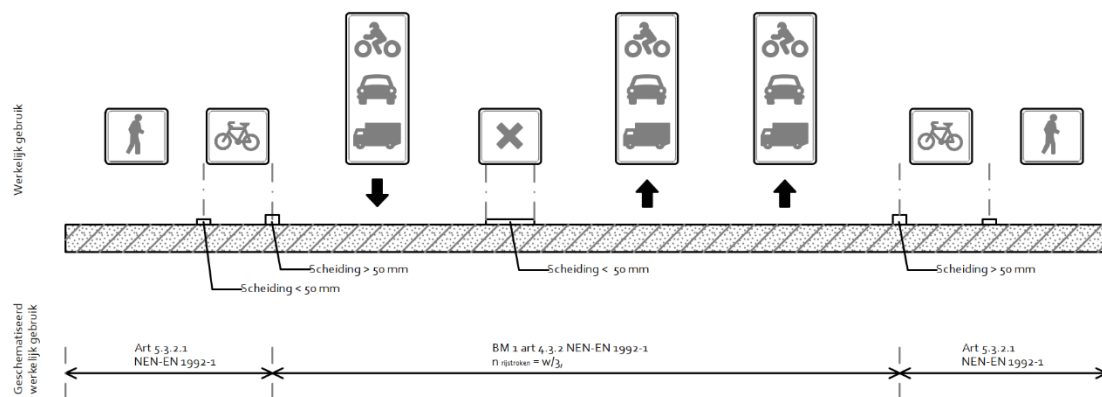
Het verschil met de Aanbeveling zit hem dus in de volgorde van hogere eisen naar lagere eisen en de toevoeging van het gebruiksniveau.

Voor de werkelijk aanwezige rijstrookindeling wordt het volgende onderscheid gehanteerd:

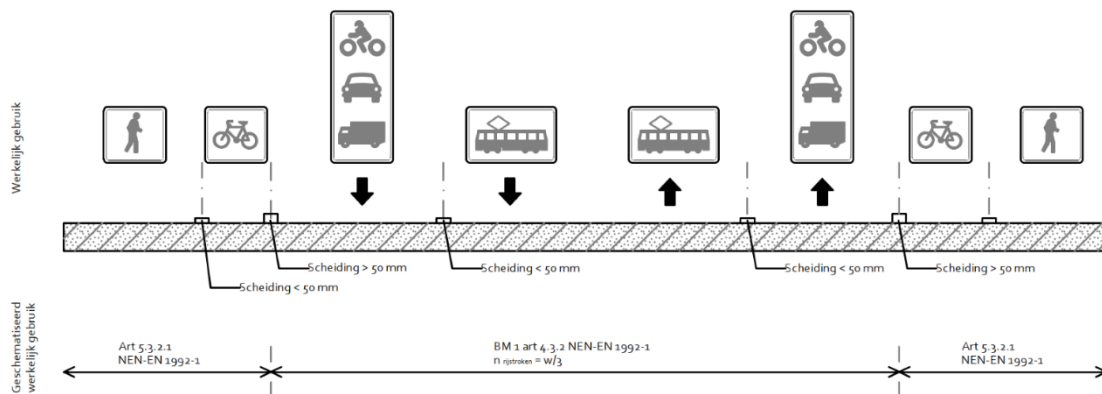
1. Werkelijke indeling tussen fysieke scheidingen hoger dan 50 mm;
2. Werkelijke indeling tussen fysieke scheidingen lager dan 50 mm of belijningen.

Bovenstaande stappen worden gezien als een verfijning binnen het begrip werkelijke rijbaanindeling. Indien aan situatie 1 niet voldaan wordt, kan getoetst worden met gebruikmaking van situatie 2.

Werkelijke indeling tussen fysieke scheidingen hoger dan 50 mm (situatie 1) sluit de aanwezigheid van zwaar verkeer, niet zijnde onbedoeld verkeer, op bepaalde zones van het kunstwerk uit. Het resterende deel tussen de scheidingen waar zich zwaar verkeer bevindt, dient te worden verdeeld in theoretische rijstroken conform NEN-EN 1991-2 art 4.2.3. In onderstaande afbeelding is deze situatie toegelicht.

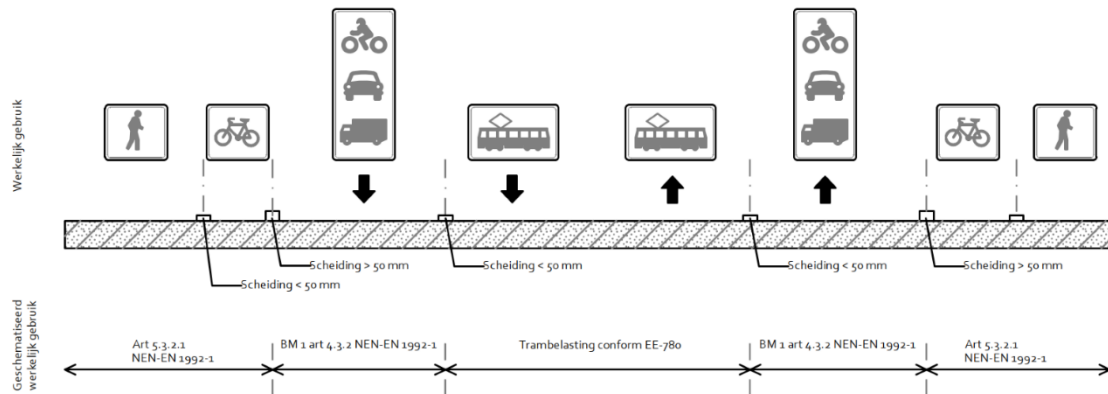


Figuur 7.3.2: Situatie 1, aanwezigheid van zwaar verkeer tussen rijbaanscheidingen > 50 mm



Figuur 7.3.3: Situatie 1, aanwezigheid van zwaar verkeer tussen rijbaanscheidingen > 50 mm bij gecombineerd gebruik

Werkelijke indeling tussen fysieke scheidingen lager dan 50 mm (situatie 2) beperkt de aanwezigheid van zwaar verkeer tot een vaste positie op het object die recht doet aan de belijning, bebording of rijstrooksignaling aangegeven aanwezige stroken. Bij werkelijke rijstroken breder dan 3,00 meter en kleiner dan 5,40 meter wordt het belastingstelsel conform NEN 8701 art 5.1.5 gepositioneerd.



Figuur 7.3.4: Situatie 2 werkelijke indeling

Fietsstraten die toegankelijk zijn voor (zwaar) verkeer, worden gelijkwaardig gezien als reguliere rijstroken voor (zwaar) verkeer.

In aanvulling op de Aanbeveling zijn de volgende tekstdelen toegevoegd:

Onbedoeld gebruik voet- en fietspaden op bruggen Trambelasting

Onbedoeld gebruik voet- en fietspaden op bruggen

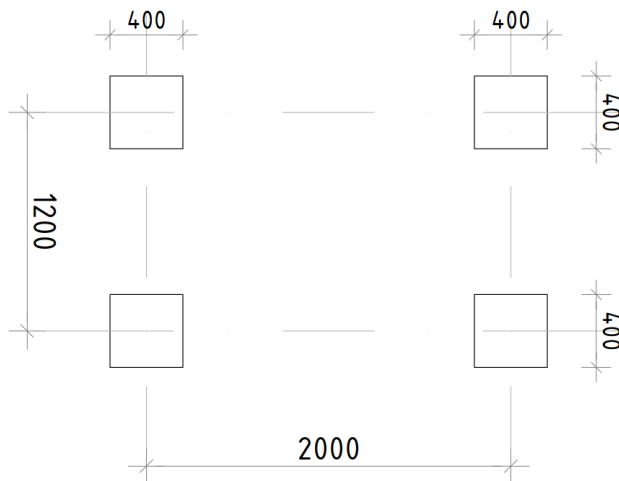
In aanvulling op de Aanbeveling moet ook worden getoetst op onbedoelde aanwezigheid van voertuigen. Hieronder wordt verstaan de aanwezigheid van voertuigen op niet rijbanen op een wegverkeersbrug (zoals voet- en fietspaden). Zie tabel 7.3.1 voor het afgeleide belastingmodel LM1 en tabel 7.3.2 voor afgeleide belastingmodel LM2. Deze dienen als vervanging van paragraaf 4.7.3.1 van de NEN-EN 1991-2 en als aanvulling op de NEN 8701, die voor situaties in het onderliggend wegennet als te optimistisch worden beschouwd.

Dit betreft daarmee een buitengewoon belastinggeval welke ook op afkeurniveau wordt getoetst. Deze toetsing kan daarom niet leiden tot afkeuren van de brug. Het is wel bedoeld om te bepalen of aanvullende maatregelen benodigd zijn ter voorkoming van deze situatie.

Tabel 7.3.1: Afgeleid LM1 belastingmodel bij onbedoeld gebruik op het onderliggend wegennet.

	Q_{rep} Tandemlast	q_{rep} verdeelde belasting	γ_{T_r} CC2	Factor trend- en referentieperiode
Afkeur, $T_{ref}=15$ jaar	$2 \cdot 170$ kN	$1,15 \cdot 9$ kN/m ²	1,10	1,0
Verbouw, $T_{ref}=30$ jaar			1,25	1,0
Nieuwbouw, $T_{ref}=50$ jaar			1,35	1,0

In figuur 7.3.5 zijn de bij het afgeleide belastingmodel behorende wielprenten opgenomen. Voor gebruiksniveau worden de waarden geldend voor verbouwniveau gebruikt.



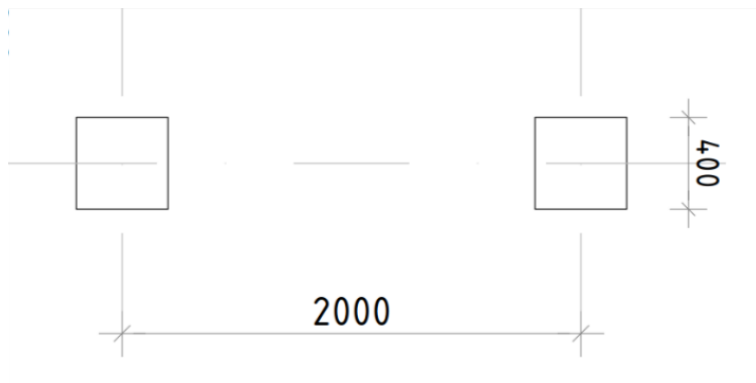
Figuur 7.3.5: Wielprenten behorend bij het afgeleide onbedoelde voertuig LM 1.

De gelijkmatig verdeelde belasting wordt over een breedte van 3,00 meter in rekening gebracht.

Tabel 7.3.2: Afgeleid LM2 belastingmodel bij onbedoeld gebruik op het onderliggend wegennet.

	Q_{rep} , enkele as	γ_{T_r} CC2	Factor trend- en referentieperiode
Afkeur, $T_{ref}=15$ jaar	240 kN	1,10	1,0
Verbouw, $T_{ref}=30$ jaar		1,25	1,0
Nieuwbouw, $T_{ref}=50$ jaar		1,35	1,0

In figuur 7.3.6 zijn de bij het belastingmodel behorende wielprenten opgenomen.



Figuur 7.3.6: Wielprenten behorend bij onbedoeld voertuig LM 1.

In het belastingmodel wordt het voet-/fietspad beschouwd als een aparte rijstrook waarvoor de aangepaste waarden uit tabel 7.3.1 en tabel 7.3.2 moeten worden toegepast. Het belastingmodel moet worden toegepast in combinatie met de partiële factoren uit NEN 8700, tevens opgenomen in tabel 7.3.1 en 7.3.2, behorende bij de verschillende gevolgklassen. Het model mag niet worden toegepast in combinatie met de factor voor trend- en referentieperiode en de reductiefactoren voor het aantal vrachtvoertuigen per jaar uit het belastingmodel onderliggend wegennet.

Het belastingmodel voor onbedoeld gebruik kent hetzelfde toepassingsgebied als het belastingmodel in Bijlage C van de NEN 8701.

Trambelasting

Voor de te hanteren karakteristieke waarden van de trambelastingen zie bijlage 10. Wanneer de tramstrook ook beschikbaar is voor normaal verkeer dient gebruik t.g.v. wegverkeer te worden beschouwd. De tram is in deze situatie niet relevant om tot het ongunstigste belastingeffect te komen.

De kunstwerken moeten worden getoetst op het volgende laststelsel:

- Trammaterieel 15G conform EE-780 (bijlage 10), waarbij gerekend moet worden met minimaal twee gekoppelde laststelsels.

7.4 Wisselende verkeersbelastingen (vermoeiing)

7.4.1 Algemeen

In aanvulling op de Aanbeveling moeten bij de toetsing op gebruiksniveau op vermoeiing de uitgangspunten aangehouden worden conform de notitie 'Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing' in bijlage 12. Hierin wordt verwezen naar de van toepassing zijnde hoofdstukken in de normen. Verder wordt aan de hand van een voorbeeld nader toegelicht hoe om te gaan met de trend op de N_{obs} en hoe om te gaan met combinaties van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken met bijbehorende N_{obs} .

7.4.2 Instandhouding op basis van inspecties

In navolging van de Aanbeveling moet de Opdrachtgever geïnformeerd worden over de kosten/baten van de in deze paragraaf beschreven beschouwing wanneer de theoretische vermoeiingslevensduur zoals bepaald conform bijlage NB.B van de NEN-EN 1991-2 is overschreden. Op basis hiervan besluit de Opdrachtgever over de uitvoering hiervan, ofwel over andere maatregelen.

Voorlopig zijn echter geen voertuigregistraties bekend. Dan moet (in plaats van bijlage NB.B van de NEN-EN 1991-2) voor de theoretische vermoeiingslevensduur worden uitgegaan van aantallen en belastingen conform NEN 8700 art 4.1.4 en de NEN 8701 art 5.2; zie ook paragraaf 8.2.1.

7.5 Alternatieve bepaling van de verkeersbelasting

7.5.1 Inleiding

Geen aanvullingen.

7.5.2 Verkeersbelastingmodel voor bruggen met een ontheffingsbeperking

In aanvulling op de Aanbeveling moeten de bepalingen in NEN 8701+A1 bijlage C inclusief alle voorwaarden onverkort worden meegenomen in de beoordeling of een brug voldoet aan het afkeurniveau en/of het gebruiksniveau.

7.5.3 Ontwerpwaarde afgeleid van belastingmetingen

Gemeente Amsterdam ontwikkelt op basis van WIM-ROAD belastingmetingen gecombineerd met lokale verkeerstellingen gebied specifieke verkeersmodellen. Indien verfijning van de verkeersbelasting noodzakelijk is bij de constructieve beoordeling kan hiervan gebruik worden gemaakt. Deze gebied specifieke verkeersmodellen zijn in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB en de Gemeente Amsterdam - V&OR.

8 Rekenmethodiek

8.1 Inleiding

De Aanbeveling meldt: 'Met het oog op de beheerder is daarnaast in paragraaf 8.2 een toelichting gegeven op verificatieberekeningen en modelleren in het algemeen en verfijningsmogelijkheden die daarbij mogelijk zijn'. Paragraaf 8.2 is echter voldoende diepgaand om ook aanwijzingen voor de toetsende constructeur te geven, en dient als zodanig te worden aangehouden.

8.2 Introductie voor de beheerder

8.2.1 Berekenen en toetsen

In deze paragraaf meldt de Aanbeveling: 'Bij het beoordelen van de constructieve veiligheid van een bestaande constructie volgens NEN 8700 behoeft de bruikbaarheidsgrenstoestand niet te worden beoordeeld. Voorwaarde is wel dat de sterkte van de constructie gedurende de restlevensduur van de constructie niet (verder) afneemt, bijvoorbeeld door chemische of mechanische degradatie'.

Bij de beoordeling van de uiterste grenstoestand moet echter rekening worden gehouden met de te verwachten verminderde conditie van de brug aan het eind van de restlevensduur. De voorwaarde uit de Aanbeveling dat de sterkte van de constructie niet (verder) afneemt is daarmee iets te streng. Dit wordt relevant bij de beoordeling op het gebruiksniveau, met een langere restlevensduur dan het afkeurniveau. Om rekening te kunnen houden met de te verwachten verminderde conditie van gewapend betonnen bouwdelen van het object moet gebruik worden gemaakt van het stroomschema zoals opgenomen in bijlage 11. Deze gaan uit van de huidige toestand, evt. uitgevoerde nadere onderzoeken en een verwachting van de reststerkte gedurende de restlevensduur o.b.v. de resultaten uit de verificatieberekening (UGT). De bruikbaarheidsgrenstoestand (bijvoorbeeld waar het de scheurbeheersing betreft in betonnen constructies, zie NEN 8702) blijft onverminderd van kracht en speelt tevens een rol in het stroomschema.

Het stroomschema resulteert in een afwegingskader voor beheer en onderhoud. Hier zal de afweging gemaakt worden tussen risico, investeringsmogelijkheden en constructieve prestatie.

Het resultaat van de verificatieberekening t.a.v. duurzame veiligheid beslaat:

- Per onderdeel een risico inschatting o.b.v. de resultaten van de verificatieberekening;
- Advies t.a.v. afwegingskader beheer en onderhoud;
- Aangepast risico profiel o.b.v. beheer(s) maatregel(en)

In aanvulling op de Aanbeveling gelden de volgende aandachtspunten:

- Rekenregels uit de RBK mogen worden toegepast, daar waar géén conclusies worden getrokken over materiaalkwaliteiten in kunstwerken specifiek in beheer bij RWS. De dwarskrachttoets van betondoorsnedes mag bijvoorbeeld volgens paragraaf 2.6, artikel 6.2.1 (2) t/m (11) worden uitgevoerd.
- De resultaten van de verificatieberekeningen dienen per bezwijkmechanisme uitgedrukt te worden in een UC.
- Bezijken door wisselende belastingen (vermoeiing) of andere tijdsafhankelijke effecten.

In aanvulling op de Aanbeveling is het volgende tekstdeel toegevoegd:

Berekenen en toetsen houten funderingspalen

Berekenen en toetsen houten funderingspalen

Voor het berekenen en toetsen van houten funderingspalen dient gebruik gemaakt te worden van het Semi-probabilistisch toetsmodel houten palen (SPTM).

De berekening en toetsing dient uitgevoerd te worden door de constructeur. De geotechnisch specialist is verantwoordelijk voor aanlevering van de volgende input:

- Het minimale paalpuntniveau;
- De representatieve sondering (GEF- of CSV-bestand);
- De grondopbouw van de representatieve sondering;
- Per grondsoort de schachtwrijving α_s .

Bepaling uit te middelen palen

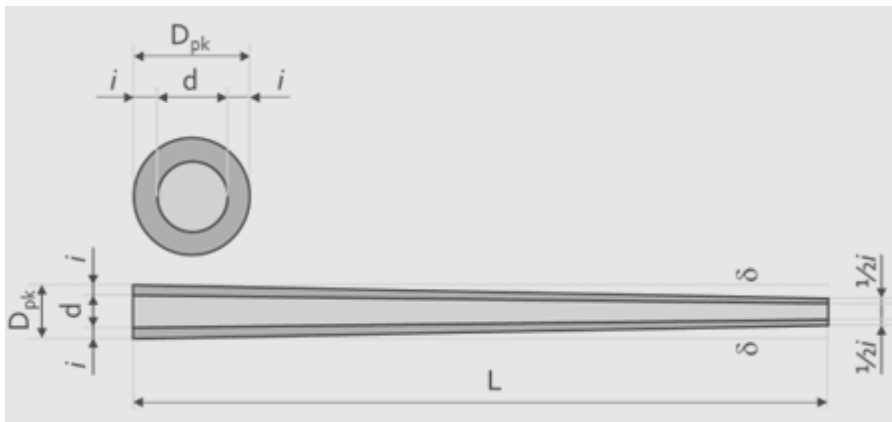
Het SPTM biedt de mogelijkheid paalkrachten uit te middelen vanwege herverdelingscapaciteit van de bovenliggende constructieve elementen (brugdek, wand). In bijlage 13 is het principe opgenomen voor de bepaling van de effectieve lengte van het draagvlak l_{efm} in langs- en dwarsrichting ter onderbouwing van het aantal uit te middelen palen. Voor bruggen opgebouwd uit gemetselde wanden gelden hierbij de volgende uitgangspunten:

- In langsrichting en dwarsrichting van de brug bedraagt de spreidingshoek voor bestaand metselwerk 60° ten opzichte van het horizontale vlak.
- De constructeur dient op basis van een (funderings)inspectie en/of (aanvullend) materiaalonderzoek te bepalen of scheurvorming en/of een dilatatie in het bestaande metselwerk invloed heeft op l_{efm} en daarmee het aantal uit te middelen palen.
- Voor de maximale paalbelasting F_d mag een gemiddelde waarde worden aangehouden voor het aantal uitgemiddelde palen.

Uitgangspunten berekening en toetsing

Voor de berekening en toetsing van de axiale druksterkte van de houten funderingspalen en de draagkracht van de grond gelden de volgende uitgangspunten:

- De invoerparameters paalkopdiameter D_{pk} en de dikte van de zachte schil i (enkelzijdig) dienen bepaald te worden op basis van uitgevoerde houtkernboringen volgens paragraaf 6.7.
- De dragende diameter d betreft de gemeten diameter van de paalkop D_{pk} minus de dikte van de zachte schil i , zie figuur 8.2.1. Het SPTM hanteert deze modellering.



Figuur 8.2.1: Principe dragende diameter paalddoorsnede over de lengte L van de funderingspaal

- In afwijking op paragraaf 3.5 lid (6) van de NEN 8707 dient bij de toename van de bacteriële aantasting (=zachte schil i) in de tijd het volgende aangehouden te worden:
 - Bij grenen funderingspalen geldt lid (6) met de afwijking dat de toename van de bacteriële aantasting in de tijd stopt na bereiken van het kernhout met uitzondering van de houtfracties met een druksterkte kleiner dan 8 N/mm^2 .
 - Bij dennen funderingspalen geldt lid (6).
 - Bij vuren funderingspalen waarbij een scherpe overgang is waar te nemen tussen 1. ernstig aangetast hout en 4. gezond hout volgens classificatie Klaassen 2008 [b] en/of een verschil in druksterkte is waar te nemen tussen de fracties groter dan 8 N/mm^2 kan gesteld worden dat hier de grens spinhout / kernhout ligt. In dat geval geldt lid (6) met de afwijking dat de toename van de bacteriële aantasting in de tijd stopt na bereiken van het kernhout.
 - Bij vuren funderingspalen waarbij géén scherpe overgang is waar te nemen tussen 1. ernstig aangetast hout en 4. gezond hout volgens classificatie Klaassen 2008 [b] is de grens spinhout / kernhout niet goed waar te nemen. In dat geval geldt lid (6).

Er bestaan in Nederland vooralsnog twee partijen die van houtkernboringen uit houten palen (rondhout) de laboratoriumanalyse uitvoeren naar de houtsoort en de mate van aantasting, te weten: Stichting Houtresearch (SHR) en Nebest B.V. SHR hanteert hierbij de benaming voor de classificatie van de bacteriële aantasting volgens Klaassen 2008, zie tabel 8.2.1. Nebest B.V. hanteert dezelfde classificatie maar past een alternatieve benaming toe, zie tabel 8.2.1.

Tabel 8.2.1: Benaming classificatie mate van aantasting volgens Klaassen 2008 (links) en Nebest B.V. (rechts)

Benaming classificatie Klaassen 2008	Alternatieve benaming Nebest B.V.
1. Ernstige aantasting	Zeer ernstig aangetast of ernstig aangetast
2. Matige aantasting	Matig aangetast
3. Weinig aantasting	Licht aangetast
4. Gezond hout	Niet aangetast

In bijlage 14 zijn voorbeelden opgenomen van de interpretatie van de zachte schil i op tijdstip $t=0$ en tijdstip $t=30$ jaar van vuren en grenen funderingspalen.

- In afwijking op paragraaf 3.5 lid (7) van de NEN 8707 dient de houtspanning getoetst te worden ter plaatse van de paalkop en op de kritische doorsnede (daar waar de houtspanning in de funderingspaal het hoogst is). Het SPTM berekent deze twee toetscriteria.
- In afwijking op paragraaf 6.1 lid (5) van de NEN 8707 dient voor het paalpuntniveau minimaal twee tochten (=50 cm) onder bovenzijde eerste zandlaag aangehouden te worden. Indien rekenkundig niet wordt voldaan aan de geotechnische draagkracht mag het paalpuntniveau geoptimaliseerd worden op basis van de representatieve sondering. Het SPTM beschouwt een variatie in paalpuntniveau.
- Bacteriële aantasting (=zachte schil i) heeft géén invloed op de rekenkundige bepaling van de draagkracht van de grond. Voor de dragende diameter geldt D , zie figuur 8.2.1. Het SPTM hanteert deze modellering.
- In afwijking op paragraaf 7.3.2.2 van de NEN-EN 9997-1 dient er géén neerwaartse belasting (negatieve kleeft) in rekening gebracht te worden. Voorwaarde hierbij is dat de huidige situatie van het object ongewijzigd blijft.
- In afwijking op paragraaf 7.6.2.3 lid (10)(c) van de NEN-EN 9997-1 geldt voor de lengte van het deel van de paal waarover schachtwrijving in rekening gebracht mag worden ΔL : de volledige paallengte (vanaf waterbodem tot paalpuntniveau).
- In aanvulling op paragraaf 7.6.2.3 tabel 7.d van de NEN-EN 9997-1 geldt voor de grondsoort klei een minimale waarde van α_s van 0,02.
- In afwijking op paragraaf 7.6.2.3 lid (10) (i) en figuur 7.j van de NEN-EN 9997-1 dient gerekend te worden met de werkelijk gemeten conusweerstand (q_c) volgens het q_c -diagram. Het SPTM hanteert dit uitgangspunt.

8.2.2 Modellering

Modelverfijningen

Volumemodellen (niveau 4 en 8) en probabilistische analyse (niveau 9) vallen niet binnen de reguliere werkzaamheden, maar kunnen wel als aanbeveling, met onderbouwing van de verwachte effectiviteit, worden geadviseerd.

Verfijningen in analysemethode

Om een brug niet onterecht af te keuren of onterecht goed te keuren wordt van de constructeur verwacht, dat hij de analysemethode opschakelt en de bijbehorende modelverfijning toepast waar dit uitkomst biedt.

In aanvulling op de Aanbeveling zijn de volgende tekstdelen toegevoegd:

Modellering houten paalfundering

Modellering boogbruggen

Modellering houten paalfundering

Voor de bepaling van de maximale krachtwerking in de houten funderingspalen dienen bij de modellering van de houten paalfundering de volgende uitgangspunten gehanteerd te worden:

- De paal-kespverbinding dient als scharnier gemodelleerd te zijn.

- Voor de houten funderingspalen dient een paaldiameter aangehouden te worden van 250 mm die constant is en niet verloopt over de paallengte. Afmetingen van de overige constructieve elementen (dekplanken, kessen en/of langsliggers) volgen uit de funderingsinspectie en/of archiefgegevens.
- Voor de materiaaleigenschappen dient C24 aangehouden te worden volgens de NEN-EN 338.
- Op basis van de representatieve sondering dient een paalpuntniveau aangehouden te worden van twee tochten (=50 cm) onder bovenzijde eerste zandlaag. Indien er géén sonderingen of archiefgegevens beschikbaar zijn dient de grondopbouw volgens tabel 8.2.2 aangehouden te worden.
- Per funderingspaal dient een verticale beddingsconstante aangehouden te worden van 30 MN/m².
- Indien er géén sonderingen beschikbaar zijn dient voor de horizontale beddingconstanten een grondopbouw aangehouden te worden volgens tabel 8.2.2.

Tabel 8.2.2. De horizontale beddingconstanten van een gemiddeld grondprofiel

Grondlaag	Boven-/onderzijde laag [m NAP]	Dikte laag [m]	$k_{h,rep}$ [kN/m ³]	$k_{h,d}$ [kN/m ³]
Klei en veen	0,0 / - 4,0	4,0	2000	1480
Wad afzettingen	- 4,0 / - 9,0	5,0	4000	2960
Zandhoudende klei	- 9,0 / - 11,0	2,0	6000	4440
Klei en veen	- 11,0 / - 12,5	1,5	1600	1190
1 ^e zandlaag	- 12,5 / verder	Variabel	36000	26670

Modellering boogbruggen:

Binnen het grondgebied van de gemeente Amsterdam zijn diverse boogbruggen aanwezig, die ingedeeld kunnen worden in drie hoofdcategorieën:

- Categorie 1: Betonconstructie met drukboogwerking, eventueel afgewerkt met metselwerk. Voor het modelleren van de drukboogwerking bij dit type is een schijfmodel (niveau 2) of volumemodel (niveau 4) vereist.
- Categorie 2: Betonconstructie zonder drukboogwerking, afgewerkt met metselwerk in boogvorm.
Het wordt aanbevolen om de constructie van dit type te modelleren als plaat- of schaalmodel (niveau 3), met de veronderstelling dat er geen interne drukboog aanwezig is.
- Categorie 3: Boogvormige metselwerkconstructie met drukboogwerking.
Voor dit type, waarbij de capaciteit vooral afkomstig is van de drukboogwerking door de metselwerkdoorsnede, wordt het gebruik van gespecialiseerde software/modellen voor metselwerkboogconstructies aanbevolen, zoals LimitState:RING.

Aandachtspunten voor modellering:

- Voor de modellering van categorie 1 en 3 is de spreidingsbreedte een kritieke parameter. De totale spreidingsbreedte omvat zowel de directe belastingspreiding door een spreidingshoek tot aan het hart van de constructie als de indirecte spreiding door de meewerkende breedte van de niet direct belaste delen:
 - Een volumemodel (niveau 4) biedt een nauwkeurige benadering van de indirecte belastingspreiding.

- Bij het gebruik van een schijfmodel (niveau 2) moet de constructeur aannames doen, waarbij de totale spreidingsbreedte (direct + indirect) niet groter mag zijn dan de breedte van de rijbaan. Indien er meer spreiding wordt verwacht, dient dit aangetoond te worden met een volumemodel.
- Materialisatie en dikte van de vulling op de boogconstructie tussen de constructie en verharding, zijn erg van belang voor de sterkte, krachtswerking, mate van spreiding en belasting.
- Schades die van invloed zijn op de krachtswerking.

8.2.3 Aanvangsniveau

In aanvulling op de Aanbeveling: Door te beginnen met een hoog verfijningsniveau kan vaak veel onnodig werk en een langere doorlooptijd van het beoordelingsproces worden voorkomen.

8.2.4 Conservatismes

Geen aanvullingen.

8.3 Modelverfijningen

8.3.1 Inleiding

In aanvulling op de Aanbeveling zijn op Tabel 8.3.1 op de volgende pagina in **rood** de aanvullingen toegevoegd.

Onder de kolom 'Toepassing' zijn bij 'Niveau 3 (LE) plaat- of schaalmodel berekeningen ook Verbundträger brugdekken toegevoegd.

Verbundträger brugdekken bestaan uit samengestelde staalbetonliggers, die zowel met als (gedeeltelijk) zonder afschuifverbindingen voorkomen. Voor het beoordelen van een Verbundträger brugdek waarbij geen afschuifverbindingen en buigtrekwapening zijn toegepast moet het document 'Werkinstructie rekenmodel beoordeling constructieve veiligheid Verbundträger brugdek' worden gevolgd. De werkinstructie bevat een stappenplan voor het opstellen van een niet-lineair balkroostermodel om de krachtsafdracht voor dit type brugdek te modelleren met SCIA Engineer. Het document is in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB.

Tabel 8.3.1: Toelichting op stroomschema berekeningswijzen verificatieberekeningen (Figuur 8-1 Aanbeveling)

Modelleerniveau	Geschiktheid	Toepassing	Verfijning / Opmerking
Niveau 1 (LE) Ligger- of staafmodel	Bijna elke (deel)constructie. De dwarsdoorsnede van ieder element is uitgedrukt in een doorsnedegrootheid.	Prefab Liggers, T-liggers, plaatvelden, balkroosters, één- of meercellige kokers, tunneldoorsnedes, onderdoorgangen, duikers, metselwerkberekeningen.	Verfijning mogelijk voor geometrie, belasting, oplegging. Verfijning mogelijk door quasi niet-lineair rekenen.
Niveau 2 (LE) Schijfmodel (vlakke vervormings- of spanningstoestand)	Zie niveau 1 maar nu met een realistische hoogte en eventueel een variabele van de elementen. Hiermee wordt een meer realistische krachtsverdeling over de hoogte van de constructie bewerkstelligd.	Zie niveau 1, met name indien een meer realistische krachtsverdeling over de hoogte is gewenst zoals bij geometrische variaties in de dwarsdoorsnede en/of de aanwezigheid van voorspanning.	Verfijning mogelijk bij belasting en oplegging. Specifiek geschikt voor gedrongen (deel)constructies, zoals consoles of onderslagbalken, tand/nok detail. Verfijning mogelijk door quasi niet-lineair rekenen.
Niveau 3 (LE) Plaat- of schaalmodel	Naast de krachtsverdeling in lengterichting van de constructie wordt ook het buigend moment en de dwarskracht in breedterichting meegenomen	Slanke plaatconstructies, balkroosters, één- of meercellige koker constructies, tunnelmoten, duikerlengte, onderdoorganglengte, landhoofden, pijlers, kademuren en Verbundträger brugdekken.	Verfijning mogelijk bij geometrie, belasting en oplegging. Aansluiting plaatveld met langs- en dwarsliggers of aansluiting lijf-flens één- of meercellige kokerconstructies verdienen aandacht Verfijning mogelijk door quasi niet-lineair rekenen.
Niveau 4 (LE) Volumemodel	Geometrie constructie wordt zo realistisch mogelijk meegenomen	Elke betonconstructie en daar waar het betondeel volumineus is ten opzichte van andere constructiedelen, zoals bij staal-betonbruggen	Zie niveau 3
Niveau 5 (NL) Liggermodel	Zie niveau 1	Zie niveau 1	Bij niet voldoen aan eisen bij corresponderend lineaire niveau. Modelverfijning zijn binnen het corresponderende lineair elastische niveau verwerkt.
Niveau 6 (NL) Schijfmodel	Zie niveau 2	Zie niveau 2	
Niveau 7 (NL) Plaat- of schaalmodel	Zie niveau 3	Zie niveau 3	
Niveau 8 (NL) Volumemodel	Zie niveau 4	Zie niveau 4	
Niveau 9 Probabilistische analyse	Directe bepaling van de betrouwbaarheidsindex aan de hand van een model van de constructie waarbij het stochastische karakter van het gedrag wordt meegenomen in het model door uit te gaan van verdelingsfuncties voor de verschillende invoerparameters. Deze kunnen betrekking hebben op de geometrie, de belasting en de sterkte.		

8.3.2 Modeltype

Geen aanvullingen.

8.3.3 Geometrie

Geen aanvullingen.

8.3.4 Materiaalmodellering

Geen aanvullingen.

8.3.5 Belastingen

Geen aanvullingen.

8.3.6 Opleggingen

Geen aanvullingen.

8.3.7 Schade

Geen aanvullingen.

8.4 Analysemethoden

8.4.1 Inleiding

Geen aanvullingen.

8.4.2 Fysisch niet-lineair gedrag

Constitutief model

In aanvulling op de laatste alinea van dit tekstdeel geldt: 'Indien het risico op bros bezwijken bij constructies met een (laag) wapeningspercentage wordt geconstateerd bij een verificatieberekening, dient dit nadrukkelijk gerapporteerd te worden bij de conclusies van de verificatieberekening'.

In aanvulling op dit tekstdeel geldt bij te toetsen metselwerk het volgende:

Voor afzonderlijke bruggen worden met betrekking tot metselwerk landhoofden en pijlers geen constitutieve modellen gemaakt. Onderzoeken om de constructieve veiligheid van deze constructie(onderdelen) te bepalen, zijn gaande. Paragraaf 3.3.6 (Bijlage 5) van TAB, waarin wordt aangegeven welke toetsingen vereist zijn per constructief element, blijft onverminderd van toepassing.

8.4.3 Geometrisch niet-lineair gedrag

Geen aanvullingen.

8.4.4 Tijdsafhankelijk gedrag

Geen aanvullingen.

8.4.5 Probabilistische analysemethode

Geen aanvullingen.

Referenties

In aanvulling op de Aanbeveling zijn onderstaande vigerende normen toegevoegd:

NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren – Belastingen
NEN 8702	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Betonconstructies
NEN 8707	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Geotechnische constructies
RBK	Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken van Rijkswaterstaat: beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand kunstwerk bij verbouw, gebruik en afkeur

Literatuur

- [a] Brinch-Hansen, J. and N. H. Christensen, 1961 "The Ultimate Resistance of Rigid Piles Against Transversal Forces." Brinch-Hansen, J. and Christensen, N.H.; The Ultimate Resistance of Rigid Piles Against Transversal Forces, Bulletin no. 12 of the Geoteknisk Institute, 1961.
- [b] Klaassen, R.K.W.M. (2008). Bacterial decay in wooden foundation piles—Patterns and causes: A study of historical pile foundations in the Netherlands International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 61, Issue 1, January 2008, Pages 45-60.

Bijlage(n)

In aanvulling op de Aanbeveling zijn de bijlagen 5 tot en met 14 toegevoegd. Zie ook onderstaand overzicht:

Bijlage 1 - Duurzame beschikbaarheid informatie bruggen

Bijlage 2 - Object Informatie Document Eisen

Bijlage 3 - Registratie constructieve schades

Bijlage 4 - Mogelijke materiaalonderzoeken

Bijlage 5 - Scope constructieve elementen (beweegbare) brug, viaduct en duiker

Bijlage 6 - Format standaardrapportage constructieve beoordeling

Bijlage 7 - Informatieleveringspecificatie

Bijlage 8 - Evaluatie betondruksterkte bruggen

Bijlage 9 - (grond)waterstanden

Bijlage 10 - Trambelasting

Bijlage 11 - Stroomschema duurzame veiligheid betonconstructies

Bijlage 12 - Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing

Bijlage 13 - Principe bepaling effectieve lengte draagvlak l_{efm} brug

Bijlage 14 - Voorbeelden interpretatie dikte zachte schil in de tijd

Bijlage 1 - Duurzame beschikbaarheid informatie bruggen

Geen aanvullingen.

Bijlage 2 - Object Informatie Document Eisen

Geen aanvullingen.

Bijlage 3 - Registratie constructieve schades

In afwijking op bijlage 3 van de Aanbeveling geldt bij het onderdeel '4. Hout' het volgende:

Voor de vastlegging, benodigdheden en gewenst resultaat voor de constructieve beoordeling van de bacteriële aantasting van houten funderingspalen dient de bacteriële aantasting bepaald te worden op basis van de 'Specificatie funderingsonderzoek bruggen op houten paalfundering'.

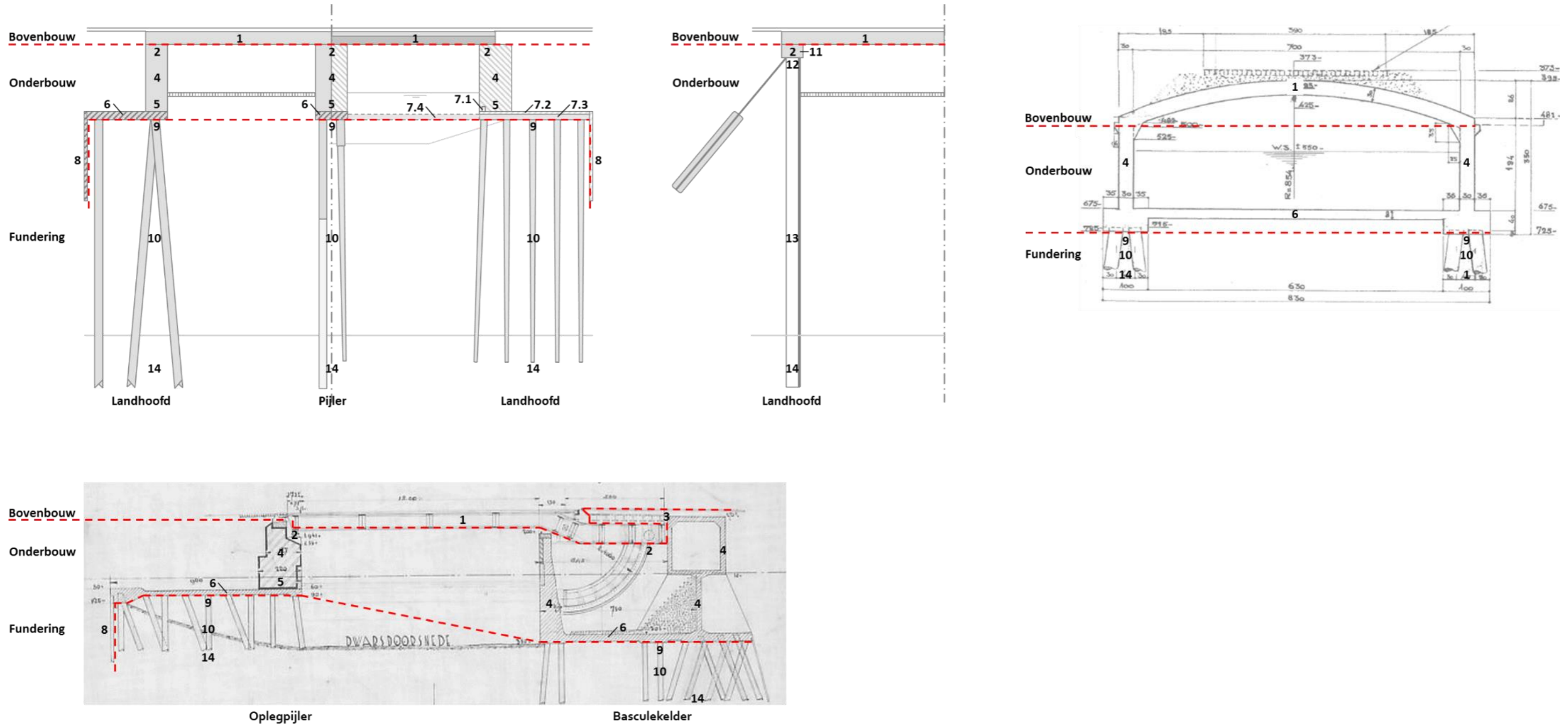
Deze specificatie is in beheer bij het Platform Constructieve Kennis van de Gemeente Amsterdam - IB.

Bijlage 4 - Mogelijke materiaalonderzoeken

In afwijking op bijlage 4 van de Aanbeveling geldt bij het materiaal '4. Hout' het volgende:

- De indringingsmeting (pilodyn, specht) en het dichtheidsprofiel (resistograaf) zijn niet van toepassing. Hiervoor geldt paragraaf 6.7 van TAB.
- De materiaalafname per locatie als gevolg van schimmels/bacteriën, de interne aantasting (afname dichtheid en type aantasting), de dikte van niet zichtbare delen, de houtsoort en vochtgehalte dient onder water bepaald te worden op basis van houtkernboringen volgens paragraaf 6.7 van TAB.

Bijlage 5 - Scope constructieve elementen (beweegbare) brug, viaduct en duiker



- - - Scheiding elementgroepen

Figuur B5.1: Langdoorsnede van een (beweegbare) brug, viaduct en duiker met een nummering die verwijst naar de constructieve elementen in tabel B5.1.

Tabel B5.1:

	Constructief element	Kwantitatief	Kwalitatief	Gevolgklasse	Aandachtpunten
1	Brugdek	J	N	CC2	<ul style="list-style-type: none"> Toetsing vindt plaats van de hoofdraagconstructie (inclusief bijbehorende verbindingen) in zowel de langsrichting als de dwarsrichting. De volgende aspecten dienen <u>niet</u> kwantitatief getoetst te worden: <ul style="list-style-type: none"> Vermoeiing bij het veiligheidsniveau 'Afkeuren'. Detailering van wapeningsstaal voor beton (verankeringen en/of overlappingslassen). Bij de toetsing van een onverdeuvelde staal/betondek (Verbundträger) dient gebruik gemaakt te worden van de 'Werkinstructie rekenmodel beoordeling constructieve veiligheid Verbundträger brugdek'.
2	Verbinding brugdek met onderbouw	J	N	CC2	Afhankelijk van de schematisatie. Indien blijkt dat horizontale krachten worden overgebracht van het brugdek naar de onderbouw dient de verbinding kwantitatief getoetst te worden.
3	Dak	J	N	CC2	Zie 1. Brugdek.
4	(Vleugel)wanden	J	N	CC2	<ul style="list-style-type: none"> Voor toetsing van wanden van metselwerk is het volgende van toepassing: <ul style="list-style-type: none"> De NEN-EN 1996-1-1 (ook van toepassing voor meerlaagse wanden (in de diepte)). Materiaaleigenschappen volgens paragraaf 6.6 van TAB. In langsrichting en dwarsrichting van de brug bedraagt de spreidingshoek voor bestaand metselwerk 60° (uit horizontaal vlak). De kantelstabiliteit dient getoetst te worden.
5	Verbinding wand met vloer/poer	J	N	CC2	Afhankelijk van de schematisatie. Indien blijkt dat horizontale krachten worden overgebracht van de wand naar de vloer/poer dient de verbinding kwantitatief getoetst te worden.
6	(Prefab) betonnen vloer/poer	J	N	CC2	
7.1	Houten afschuifhout	N	J	-	Indien zichtbaar/bereikbaar is een kwalitatieve beschouwing vereist.
7.2	Houten vloerplanken	N	N	-	Wordt niet beschouwd als constructief element.
7.3	Houten kesp en/of langsliggers	N	J	-	Op basis van de funderingsinspectie is een kwalitatieve beschouwing vereist. Hierbij ligt de nadruk op de krachtoverdracht uit de onderbouw via de kesp en/of langsliggers naar de houten funderingspaal.
7.4	Koppelbalken	J	N	-	Houten koppelbalken worden niet beschouwd als constructief element.
8	Onderloopsheidscherm	N	N	-	Wordt niet beschouwd als constructief element.
9	Verbinding vloer/kespen/langsliggers met funderingspaal	J	N	CC2	Bij houten funderingspalen met een betonnen oplanger dient de verbinding + de betonnen oplanger niet getoetst te worden.
10	Funderingspalen	J	N	CC2/ CC1b	<ul style="list-style-type: none"> Afhankelijk van het type funderingspaal en het bezwijkmechanisme mag de gevolgklasse afgeschaald worden naar CC1b. Bij houten funderingspalen dient enkel de axiale druksterkte getoetst te worden. Hiervoor dient gebruik gemaakt te worden van het SPTM.
11	Deksloof	J	N	CC2	
12	Verbinding deksloof met damwand	J	N	CC2	
13	(Verankerde) damwand	J	N	CC2	
14	Grond	J	N	CC1b	Voor toetsing van de geotechnische draagkracht bij houten funderingspalen dient gebruik gemaakt te worden van het SPTM.

Bijlage 6 - Format standaardrapportage constructieve beoordeling

Constructieve beoordeling van Brug @@@@

Verificatieberekening van bestaande brug conform de NEN 8700-serie en de Eurocodes op gebruiks-/afkeurniveau¹

Auteur(s)

@@@

Opdrachtgever

Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR)

Contactpersoon

@@@

Kenmerk

@@@

DISCLAIMER:

Alle tekst en figuren in dit standaard document zijn bedoeld als voorbeeld. Waarden dienen per project opnieuw te worden vastgesteld, en figuren opnieuw worden gemaakt.

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
@@@	@@@		

¹ Weghalen wat niet van toepassing is

Verzamelblad

Dit verzamelblad is bedoeld als "managementtoelichting" bij de uitgevoerde verificatieberekeningen en als basis voor de risico-analyse voor het instandhoudingsdossier. Voor de verwerking van de resultaten in het inspectieportaal en de ARB, zie hoofdstuk H5 van TAB.

Brugnaam: @@@		
Brugno: @@@		
Bouwjaar	Fundering	: 1970
	Betonnen brugdek	: 1970, verbouwd in 2002
	Stalen brugdek	: 1970, versterkt in 2002
Belastingen volgens NEN-EN 1991-2 en NEN 8700 en 8701		
Toetsniveau:	Gebruiks-/afkeurniveau ² , restlevensduur 1 jaar/15 jaar ³ ,	
referentieperiode 15 jaar		
Getoetste wegindeling:	(bestaand/ beoogd/ vrij)	
Toetsers(s):		
<i>Constructeur (onderdeel)</i>		
<i>Ingenieursbureau</i>		
Gebreken en schades die zijn geconstateerd bij de constructieve visuele beoordeling:		
<i>Per onderdeel beschreven</i>		
Uitgevoerde materiaalonderzoeken en de resultaten die al dan niet zijn opgenomen in de verificatieberekening:		
<i>Per onderdeel beschreven</i>		
Aannames (bijvoorbeeld materiaalsterkten, asfaltdiktes, hoeveelheid betonstaal, wijze van modellering e.d.) van niet bekende materiaaleigenschappen en afmetingen:		
<i>Per onderdeel beschreven</i>		

² Weghalen wat niet van toepassing is.

³ Weghalen wat niet van toepassing is.

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Projectomschrijving	4
1.2	Leeswijzer	6
2	Basisinformatie en uitgangspunten	7
2.1	Algemene basisinformatie	7
2.2	Normen en richtlijnen	7
2.3	Computerprogrammatuur	8
2.4	Materialen	8
2.5	Verkeersbelasting	9
2.6	Waterpeil	9
3	Beschrijving constructie en modellering	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Geotechniek	10
3.3	Brugdek	11
3.4	Onderbouw en fundering	13
4	Belastinggevallen en – combinaties	15
4.1	Belastinggevallen op brugdek	15
4.2	Belastinggevallen op onderbouw	17
4.3	Belastingsfactoren	18
4.4	Belastingscombinaties	20
5	Berekeningsresultaten en toetsing	22
5.1	Resultaten en toetsing brugdek	22
5.2	Resultaten en toetsing landhoofd	22
6	Conclusies en aanbevelingen	24
6.1	Brugdek	24
6.2	Landhoofd	24

Bijlage(n)

Bijlage 1 – Verkeersbelasting, spreiding, correctiefactoren

Bijlage 2 – Modelleringstekeningen/ maatvoeringen

Bijlage 3 – Engineering report brugdek

Bijlage 4 – Capaciteitsbepaling brugdek

Bijlage 5 – Engineering report onderbouw

Bijlage 6 – Capaciteitsbepaling onderbouw

1 Inleiding

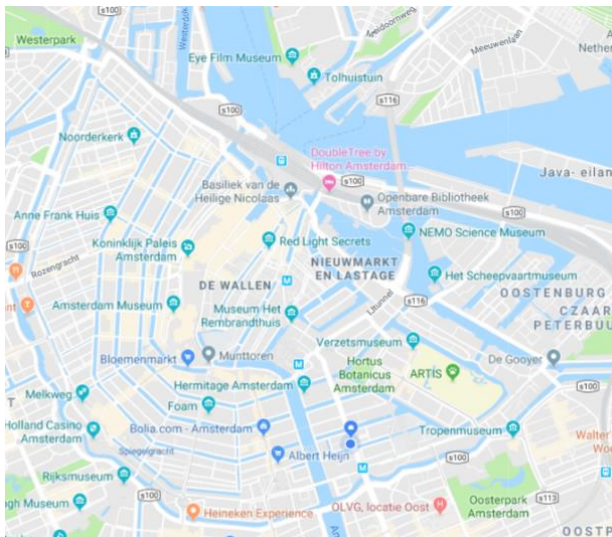
1.1 Projectomschrijving

@@@@ is gevraagd een verificatieberekening te doen van de Brug @@@. Met de verificatieberekening moet worden aangetoond of de brug constructief voldoende veilig is.

Dit rapport beschrijft de verificatieberekening, welke wordt uitgevoerd aan de hand van de Eurocodes [I-IX], de NEN 8700 serie [X-XI], het TAB [XII] en de RBK 1.1 [XIII].

De constructie wordt ingedeeld in gevolgklasse 2 (CC2) en wordt getoetst op het gebruiks-/afkeurniveau⁴. Volgens [X] moet voor het afkeurniveau een restlevensduur van 1 jaar en een referentieperiode van 15 jaar worden gehanteerd. Voor het gebruiksniveau wordt een restlevensduur en een referentieperiode van 15 jaar gehanteerd. In deze berekening zullen de brugdekken en de onderbouw aan bod komen.

In het kader van [XII] dient Brug @@@ beoordeeld te worden conform de vigerende regelgeving omdat er een vermoeden van onvoldoende sterkte van de bouwconstructie is (verhoging normbelastingen t.o.v. ontwerpbelastingen)

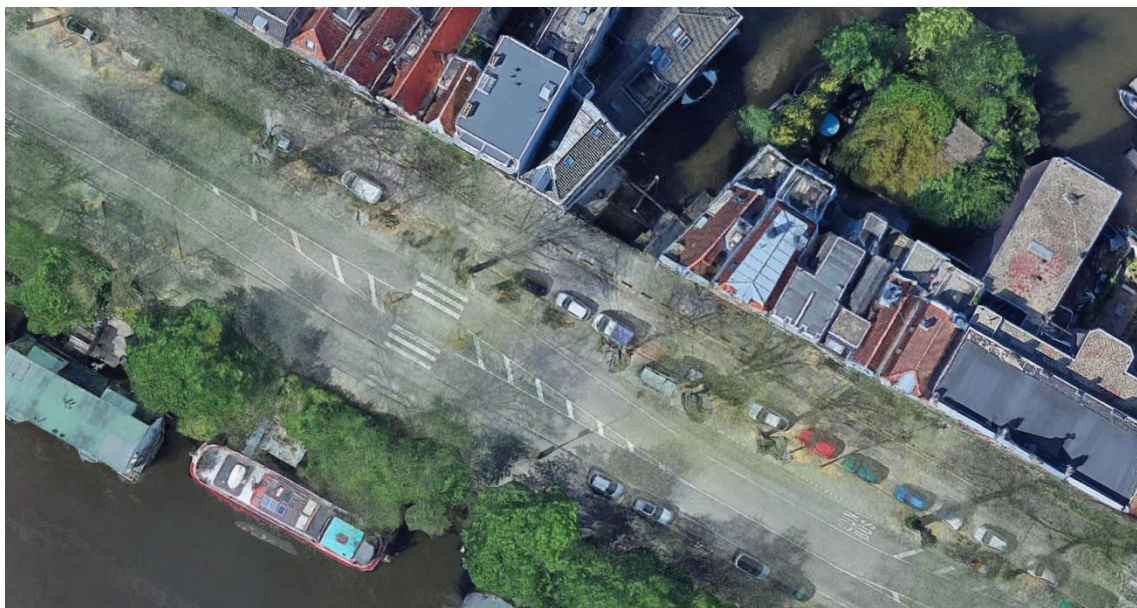


Figuur 1 – Locatie Brug @@@ (duidelijk figuur uit maps toevoegen met pin of pijl bij brug)

⁴Keuze maken, bij keuze afkeurniveau moet duidelijk zijn dat het gebruiksniveau niet haalbaar is of niet is gehaald bij toetsing op het afgestemde rekenniveau.



Figuur 2 – Aanzicht brugdek



Figuur 3 – Bovenaanzicht brug

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de basisinformatie en de uitgangspunten genoemd die van belang zijn voor de verificatieberekening.

In hoofdstuk 3 wordt de bestaande constructie omschreven en wordt de wijze van modelleren toegelicht, waarna in hoofdstuk 4 de gehanteerde belastinggevallen en -combinaties gegeven worden. In hoofdstuk 5 volgen de resultaten en toetsingen van de constructie.

Ten slotte zijn in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen opgenomen.

Verder zullen verwijzingen naar normen en richtlijnen gedaan worden aan de hand van Romeinse cijfers [I-XIV] en verwijzingen naar de basisinformatie aan de hand van cijfers [1-4].

2 Basisinformatie en uitgangspunten

2.1 Algemene basisinformatie

Tabel 1 – Algemene basisinformatie

Bron	Type	Datum
1.	Tekening	
2.		
3.		
4.		

2.2 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn gehanteerd:

Tabel 2 – Normen en richtlijnen

Norm / richtlijn	Titel	Jaar	Revisie
I. NEN-EN 1990 (+NB)	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp	2011	A1 + A1/C2
II. NEN-EN 1991-1-1 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Algemene belastingen	2011	C1
III. NEN-EN 1991-1-4 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	2011	A1+C2
IV. NEN-EN 1991-1-5 (+NB)	Belastingen op constructies – Deel 1-5: Thermische belasting	2011	C1
V. NEN-EN 1991-2 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Verkeersbelasting op bruggen	2011	C1
VI. NEN-EN 1992-1-1 (+NB)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Algemene regels	2011	C2
VII. NEN-EN 1992-2 (+NB)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Bruggen	2011	C1
VIII. NEN-EN 1993-1-1 (+NB)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Algemene regels	2011	C2
IX. NEN-EN 1994-1-1 (+NB)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Algemene regels	2012	C1
X. NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen	2011	
XI. NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Belastingen	2011	

Norm / richtlijn	Titel	Jaar	Revisie
XII. TAB	Toetsingkader Amsterdamse Bruggen	2019	@
XIII. RBK	Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken	2013	1.1
XIV. TD.001	Metro en Tram – Belasting door railvoertuigen	2016	Definitief
XV. CROW / CUR - Aanbeveling 124	Constructieve veiligheid kunstwerken decentrale overheden.	2019	@

2.3 Computerprogrammatuur

Tabel 3 - Computerprogrammatuur

Programma	Toepassing	Versie
@@@	EEM-berekeningen	@@
Microsoft Word	Rapportage	2010
Microsoft Excel	Rekensheet@@@	2013
Autocad	Modelleringschetsen/maatbepaling	2016

2.4 Materialen

Materiaal (toepassing)	Kwaliteit (=Eurocode equivalent)	Soortelijk gewicht [kN/m ³]
Beton		25
Betonstaal		78,5
Constructiestaal (liggers)		78,5
Grenen/vuren (palen)		5,4/4,6
Overlagingen (vulbeton, tegels, asfalt, etc)		23,0
Metselwerk boven water		20
Metselwerk onder water		23

2.4.1 Beton

De betonsterkteklasse is @@@

2.4.2 Betonstaal

De staalkwaliteit @@@

2.4.3 Constructiestaal

De staalkwaliteit van het constructiestaal @@@

2.4.4 Metselwerk

De eigenschappen van het metselwerk zijn:

- @@@

2.5 Verkeersbelasting

- Conform [XII]] wordt een verkeersintensiteit (N_{obs}) van @@@ vrachtwagens per jaar aangehouden.

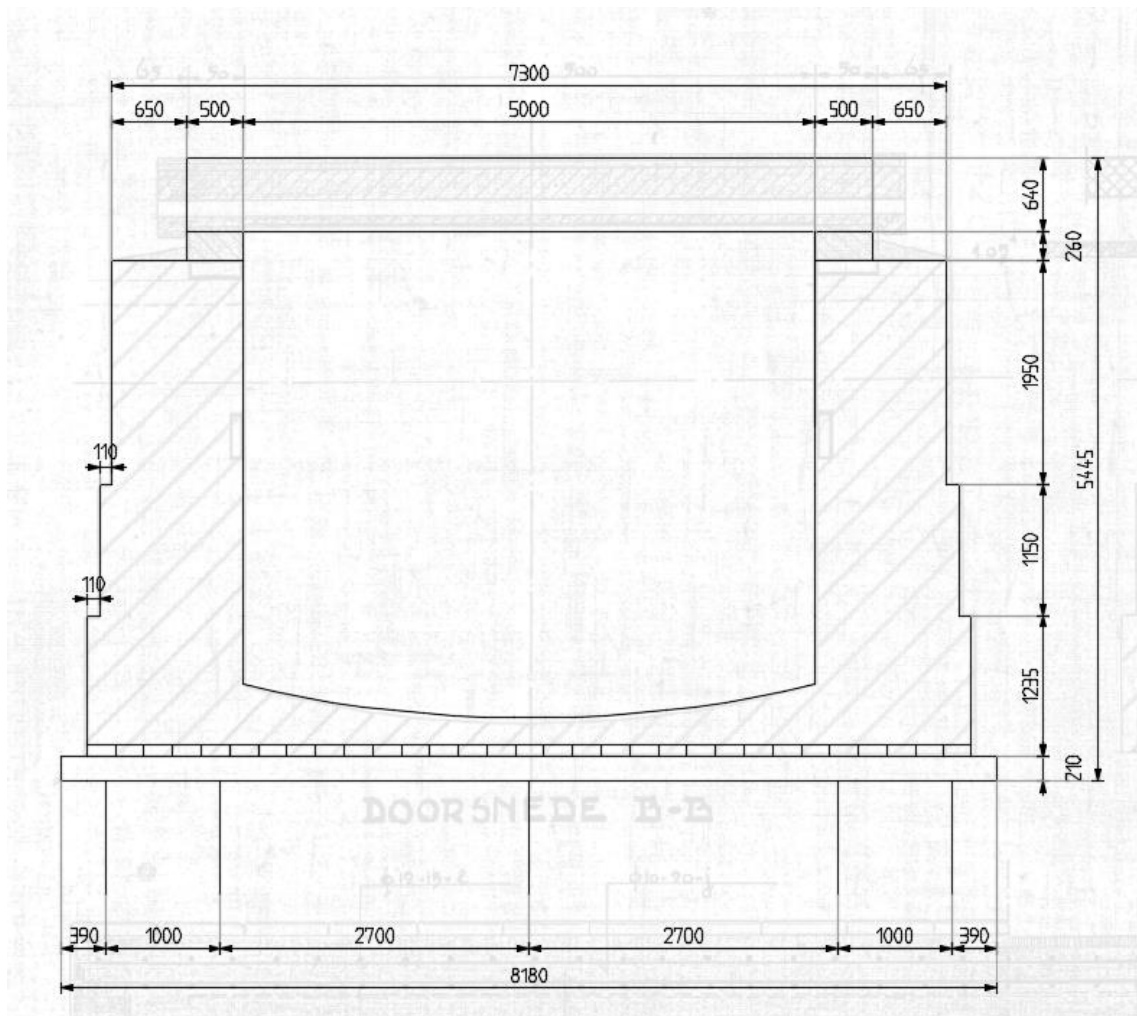
2.6 Waterpeil

Het waterpeil ligt op NAP – @, @ m. Dit is ook uitgangspunt in de berekening.

3 Beschrijving constructie en modellering

3.1 Algemeen

Brug @@@ is @@@



Figuur 4 - Langsdoorsneden Brug @@@

3.2 Geotechniek

De palen @@@

De palen worden ondersteund door horizontale beddingen langs de paalschacht en een verticale veer op de paalpunt. Voor de horizontale beddingen zijn de beddingsconstanten opgenomen in

Tabel 4. Deze zijn gebaseerd op een gemiddeld grondprofiel zoals gevonden in het centrum van Amsterdam.

Tabel 4 - Beddingsconstantes

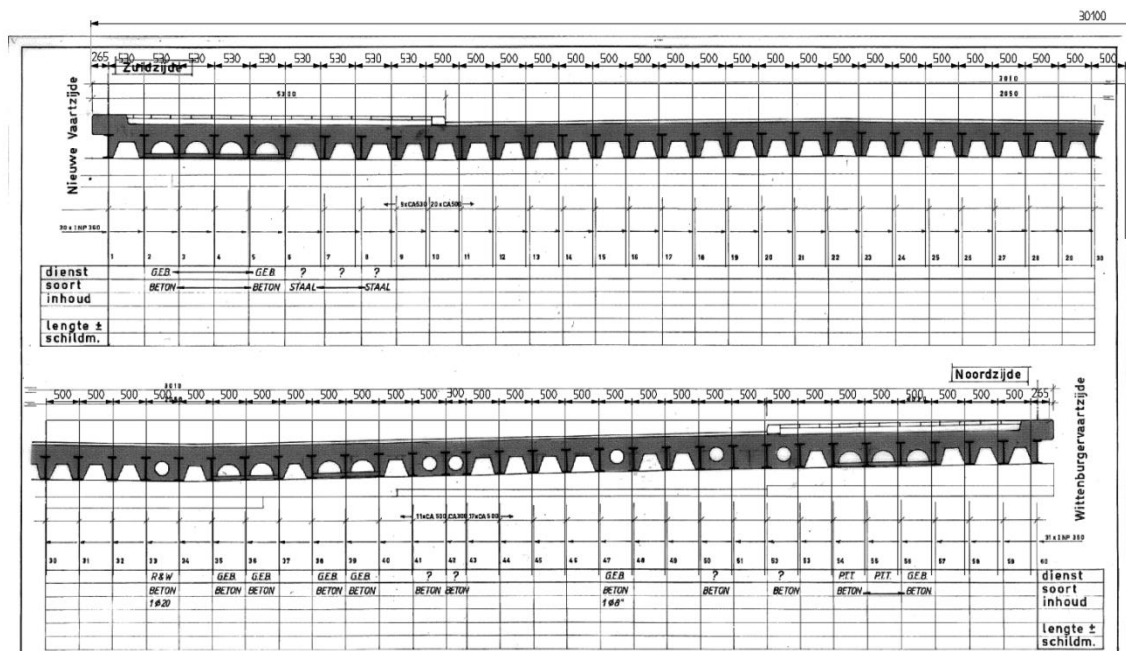
Grondlaag	Boven-/onderzijde laag [NAP + m]	Dikte laag	$k_{h,rep}$ [kN/m ³]	$k_{h,d}$ @ [kN/m ³]
Klei en veen	0,0/-4,0	4,0	2000	1500
Wadafzettingen	-4,0/-9,0	5,0	4000	3000
Zandhoudende klei	-9,0/-11,0	2,0	6000	4500
Klei en veen	-11,0/-12,6	1,6	1600	1200
1 ^{ste} Zandlaag	-12,6/verder	-	36000	27000

Voor de verticale veer onder de paal is een veerconstante gelijk aan @@@ MN/m aangehouden.

3.3 Brugdek

3.3.1 Beschrijving brugdek

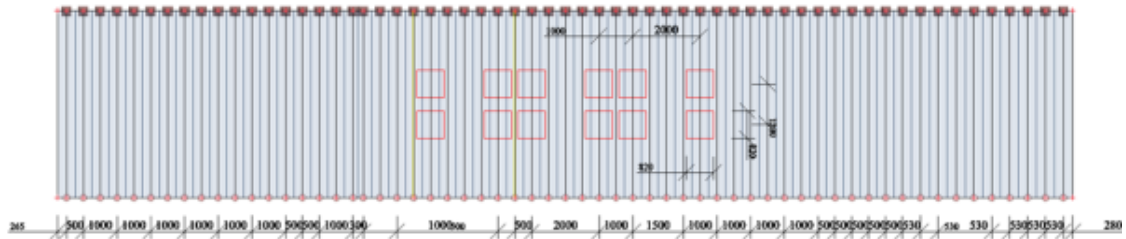
Het brugdek is @@@



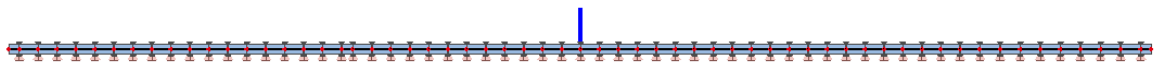
Figuur 5 – Doorsnede brugdek

3.3.2 Modelling brugdek

Het brugdek is gemodelleerd met behulp van het computerprogramma @@@@. In dit eindige-elementen-programma is een driedimensionaal rekenmodel van het brugdek gemaakt en doorgerekend. Voor de grafische weergave van het rekenmodel in @@@@, zie Figuur 6. Het dek is gemodelleerd als @@@.



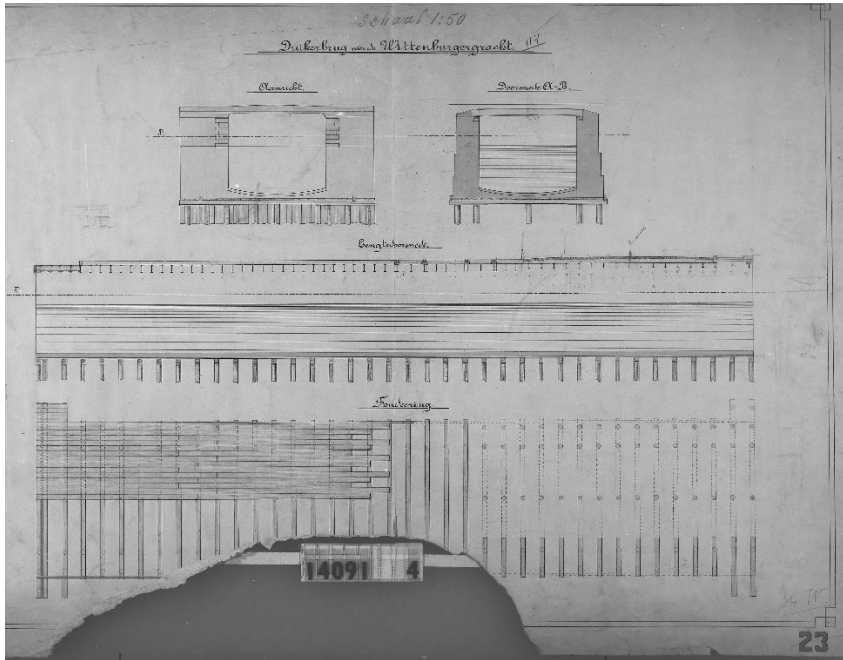
Figuur 6 – Bovenkant model brugdek



Figuur 7 – Dwarsdoorsnede brugdek in model

3.4 Onderbouw en fundering

3.4.1 Beschrijving onderbouw en fundering

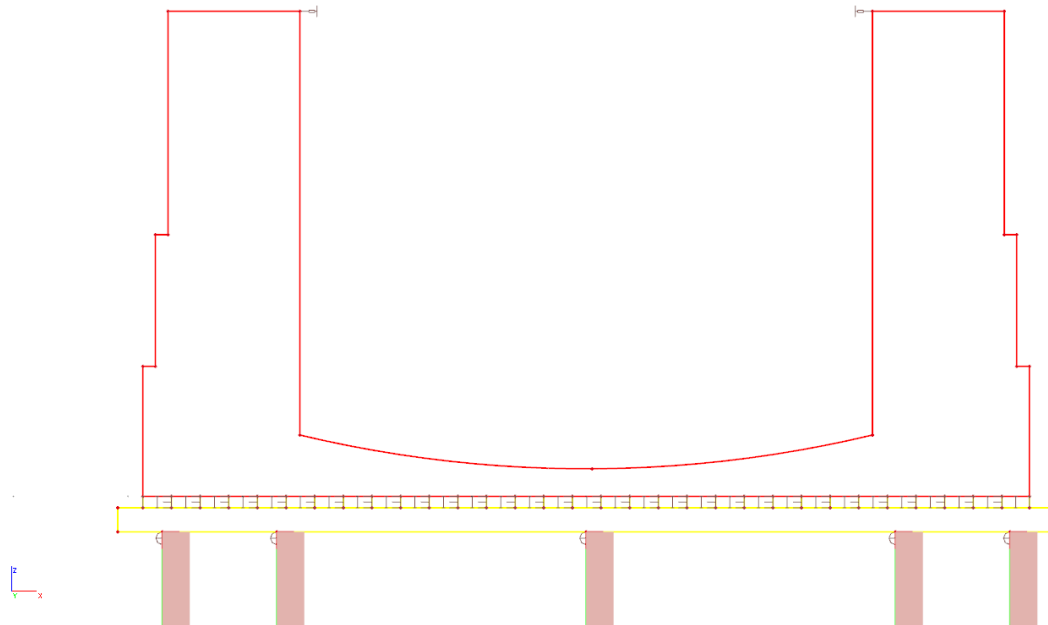


Figuur 8 – Doorsnede en palenplan landhoofd

@@@@

3.4.2 Modelling onderbouw

@@@



Figuur 9 - Modelling onderbouw

@@@@ (beschrijving model)

4 Belastinggevallen en – combinaties

Voor de belastingen op het brugdek wordt onder andere uitgegaan van de verkeersbelasting zoals voorgeschreven in de Eurocodes. De berekening wordt uitgevoerd voor een restlevensduur van 1 jaar en een referentieperiode van 15 jaar, conform het afkeurniveau.

Voor de belastinggevallen op het brugdek is uitgegaan van [werkelijke wegingdeling/theoretische wegingdeling]. Alle correctie- en trendfactoren worden samen met de belastingfactoren verwerkt in de belastingcombinaties. Zie hiervoor hoofdstuk 4.4.

4.1 Belastinggevallen op brugdek

Correctiefactoren en trendfactoren worden verwerkt in de belastingcombinaties.

4.1.1 Permanente belastingen

Eigen gewicht constructie

@@@

Rustende belastingen uit verharding en asfalt

@@@

4.1.2 Veranderlijke belastingen

TS

- @@

Correctiefactoren, trendfactoren en referentieperiodefactoren worden verwerkt in belastingcombinaties. Veranderingen hierin zijn daardoor in de toekomst (wanneer beoordeling voor een langere periode gewenst is) makkelijker te verwerken.

UDL

De volgende gelijkmatig verdeelde lasten worden gehanteerd per rijstrook:

- Rijstrook 1: **9,0 kN/m²**
- Rijstrook 2: **2,5 kN/m²**
- Rijstrook 3: **2,5 kN/m²**
- Reststrook: **2,5 kN/m²**

Correctiefactoren, trendfactoren en referentieperiodefactoren worden verwerkt in belastingcombinaties.

Enkele as

@@

Horizontale belasting

De horizontale verkeersbelastingen op deze brug bestaan uit de rem- en versnellingskrachten (dus geen centrifugaalkrachten, de brug heeft immers geen kromming), welke gelijk zijn maar een tegengestelde richting hebben. Deze kracht grijpt aan in de as van een willekeurige rijstrook.

De rem/versnellingskracht zijn:

- @@@

Correctiefactoren, trendfactoren en referentieperiodefactoren worden verwerkt in belastingcombinaties.

Voetpaden

@@@

Mensenmenigte

@@@

Bijzondere voertuigen

@@@

Wind F_{wk}

Windbelasting is verwaarloosd.

Temperatuur

@@@

Sneeuw

Sneeuwbelasting wordt niet maatgevend geacht en daarom niet meegenomen.

Impact op of onder de brug

@@@

Aardbevingsbelasting

Het betreft hier geen aardbevingsgebied. Deze belasting wordt dus niet meegenomen.

4.2 Belastinggevallen op onderbouw

4.2.1 Permanente belastingen onderbouw

Eigen gewicht

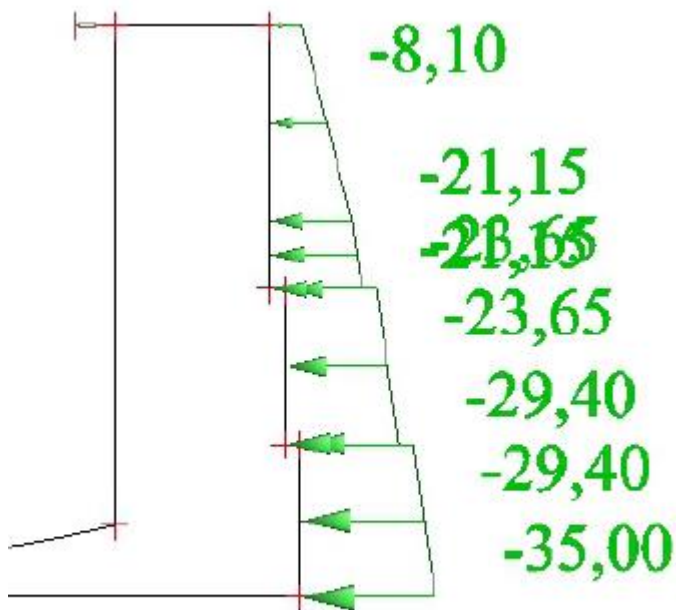
@@@

Opwaartse waterdruk

@@@

Grondbelasting

De grondbelasting is ingevoerd zoals in Figuur 10. Zie Bijlage 2 voor een gedetailleerde weergave inclusief de hoogtes.



Figuur 10 - Gronddruk

Brugdek en overlagingen

@@

4.2.2 Veranderlijke belastingen onderbouw

TS

@@@

UDL

@@@

Rem-/versnellingskrachten

@@@

Verkeer achter landhoofd

@@@

Om te zorgen dat het belastinggeval met verkeersbelasting op het kunstwerk niet gelijktijdig optreedt met de extra horizontale gronddruk, is deze bovenbelasting in een aparte belastingcombinatie beschouwd.

Windbelasting

De windbelasting wordt in verband met de verdiepte ligging van de onderbouw en de zware aard van de constructie verwaarloosd.

4.3 Belastingsfactoren

Tabel 5 – Belastingsfactoren bij gevolgklasse 2 bij afkeuren

Belastingsfactoren bij afkeuren					
Belastings-combinatie	Blijvende belastingen		Verkeer	Wind	Overige variabele belasting
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,00	0,90	1,00	1,10	1,05
Gevolgklasse 2	1,10	0,90	1,10	1,30	1,15
Gevolgklasse 3	1,25	0,90	1,25	1,50	1,30
(Vgl. 6.10b)	$\xi \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{T,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,00	0,90	1,00	1,10	1,05
Gevolgklasse 2	1,10	0,90	1,10	1,30	1,15
Gevolgklasse 3	1,15 (1,10)	0,90	1,25	1,50	1,30

De waarden tussen haakjes mogen alleen zijn toegepast bij bruggen waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor.

Tabel 6 – Belastingsfactoren voor de blijvende belasting voor het gebruiksniveau

Belastingscombinatie	Blijvende belasting	
	Ongunstig	Gunstig
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$
Gevolgklasse 1a/b	1,05	0,9
Gevolgklasse 2	1,15	0,9
Gevolgklasse 3	1,25	0,9
(Vgl. 6.10b)	$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup}$	$\xi \cdot \gamma_{Gj,inf}$
Gevolgklasse 1a/b	1,05	0,9
Gevolgklasse 2 ^a	1,15 (1,10)	0,9
Gevolgklasse 3	1,15	0,9
^a de waarde () geldt uitsluitend voor bouwwerken waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder het Bouwbesluit 2003 of in voorgaande jaren.		

$$\left\{ \begin{aligned} & \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10a) \\ & \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} & (6.10b) \end{aligned} \right.$$

Figuur 11 – Formule 6.10a en 6.10b Volgens [1]

4.4 Belastingscombinaties

Tabel 7 – Ψ -waarden voor belastingscombinaties STR gebaseerd op uitdrukking (6.10) volgens Tabel NB.16 [1]

Belasting	Belastingscombinaties												
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W ^b		T ^b		S	A1 ^{a,b}	
TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	1	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0	0,32	0,32
Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bijzondere voertuigen	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Wind ^c	F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
	F_w^*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0	0	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring.

^b Bij deze combinaties is in eerste kolom $gr1a \times \Psi_0$ en de tweede kolom $gr2 \times \Psi_0$. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1.

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F_w^* in plaats van F_{wk} .

In het model zijn de belastingsfactoren, correctiefactoren, referentieperiodefactoren en de Ψ -waarden met elkaar vermenigvuldigd om in de belastingscombinaties tot de juiste factoren te komen. De relevante belastingcombinaties worden weergegeven in Tabel 8. De waarde van de factoren voor de verkeersbelastingen en de bepalingmethode is weergegeven in Bijlage 1.

Gronddrukken ten gevolge van de bovenbelasting worden in dezelfde soort belastinggevallen geplaatst als de verkeersbelastingen, maar niet gecombineerd met verkeersbelastingen op de brug zelf.

Tabel 8 – Resultaat vermenigvuldiging belastingsfactoren met Ψ -waarden, correctiefactoren en trendreductiefactoren **VOORBEELD**

Belasting	Belastingscombinaties		
	gr1a	gr2	Verkeer als bovenbelasting achter landhoofd
E.G. en permanent	1,1	1,1	1,1
Permanent gunstig	0,9	0,9	0,9
Waterdruk opwaarts (variabel ongunstig)	1,1	1,1	1,1
TS ⁵	1,02	0,82	0
UDL	1,02	0,82	0
UDLrest	0,95	0,76	0
Horizontale verkeersbelasting	0,82	1,02	0
Bovenbelasting achter landhoofd	0	0	1,1

⁵ Voorbeeldberekening voor het TS in gr1a: $\alpha_Q * \alpha_{trend} * \psi_{refperiode} * \gamma_{Q,1} = 0,97 * 0,98 * 0,98 * 1,1 = 1,02$

5 Berekeningsresultaten en toetsing

5.1 Resultaten en toetsing brugdek

5.1.1 Stalen liggers

Tabel 9 – Toets stalen liggers

Onderdeel		Optredend		Capaciteit		UC	
Randligger	My		[kNm]		[kNm]	0,67	√
Middenligger	My		[kNm]		[kNm]	0,51	√

De stalen liggers voldoen **wel/niet**.

5.1.2 Betonnen dek

Het betonnen dek is getoetst op moment in dwarsrichting en met de volgende eigenschappen:

- Dikte @@@ mm
- Dekking bovenzijde: @@@ mm
- Dekking onderzijde: @@@ mm
- Beton: C@@@/@@@
- Wapening: Ø@@-@@@ in rijrichting (x-richting) boven en onder
- Wapening: Ø@@-@@@ in dwarsrichting (y-richting) boven
- Wapening: Ø@@-@@@ in dwarsrichting (y-richting) onder

Tabel 10 – Toetsing betonnen plaat

Onderdeel		Optredend		Capaciteit		UC	
Moment dwarsrichting boven	myD+		[kNm]		[kNm]	0,69	√
Moment dwarsrichting onder	myD-		[kNm]		[kNm]	1,20	x

Het betonnen dek voldoet **wel/niet**.

5.2 Resultaten en toetsing landhoofd

5.2.1 Stabiliteitstoets

@@@

5.2.2 Paalkrachten

@@@

Tabel 11 – Toets geotechnisch draagvermogen

Onderdeel		Optredend		Capaciteit		UC	
Paalpuntkracht @@@	R _z	@@	[kN]	@@	[kN]	1,80	X
Paalpuntkracht @@@	R _z	@@	[kN]	@@	[kN]	1,68	X
Paalpuntkracht @@@	R _z	@@	[kN]	@@	[kN]	1,58	X

De palen onder het landhoofd voldoen **wel/ niet**.

6 Conclusies en aanbevelingen

Uit voorliggende verificatieberekening van Brug @@, welke is uitgevoerd op afkeurniveau, wat betekent dat er getoetst moet worden met een restlevensduur van 1 jaar en een referentieperiode van 15 jaar, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

6.1 Brugdek

6.1.1 Stalen liggers

De stalen liggers @@@

6.1.2 Betonnen dek

Uit de toetsing volgt dat het betonnen dek @@@.

6.2 Landhoofd

6.2.1 Metselwerk

Uit de stabiliteitstoets volgt @@@

6.2.2 Funderingspalen

De palen @@@.

Bijlage(n)

Bijlage 1 – Verkeersbelasting, spreiding, correctiefactoren

Bijlage 2 – Modellingstekeningen/ maatvoeringen

Bijlage 3 – Engineering report brugdek

Bijlage 4 – Capaciteitsbepaling brugdek

Bijlage 5 – Engineering report onderbouw

Bijlage 6 – Capaciteitsbepaling onderbouw

Bijlage 7 - Informatieleveringspecificatie

Informatieleveringsspecificatie

	Vastelegging	map	vorm	niveau
4 Constructieve Veiligheid				
Plan van Aanpak Herberekening	DMS	nader in te vullen	Word	Object
Dossier Constructieve Herberekening	DMS	nader in te vullen	map	Object
SCIA Rekenmodel (EEM)	DMS	nader in te vullen	.scia	Object
Berekeningsrapportage	DMS	nader in te vullen	Word	Object
Dossier constructieve herbeoordeling	DMS	nader in te vullen	map	Object

Bijlage 8 - Evaluatie betondruksterkte bruggen

Evaluatie betondruksterktes betonbruggen gemeente Amsterdam

Baseline: 2019-01-11, Ane de Boer
Wijziging t.b.v. TAB 3.0 08-02-2024

Inleiding

Naar aanleiding van het feit dat er een aantal bruggen met gewapend beton beboord zijn op druksterkte en treksterkte is het raadzaam de karakteristieke waarde van deze betondruksterktes te beschouwen, om op die manier, indien mogelijk, default waardes voor betondruksterktes te bepalen.

Bij een voldoende aantal beoordeelde bruggen kan men dan, zonder te gaan boren, de constructies deze default waarde van betonsterkte meegeven bij de beoordeling van de constructieve veiligheid. Wanneer het aantal constructies voorsnog niet voldoende is, kan er in elk geval indicatieve default waardes opgesteld worden. Dit kan en zal in de toekomst de nodige financiën gemoeid met het boren beperken. Het beperkt in geringe mate de vermindering van sterkte bij beoordeelde constructies én het beperkt de hinder voor de omgeving bij het gebruik maken van een constructie, die beboord moet worden, i.v.m. de benodigde verkeersmaatregelen.

Ten behoeve van de CUR2261 commissie is indertijd een set van beoordeelde constructies vanuit de gemeente Amsterdam aangeleverd, om deze vervolgens te gebruiken voor default waardes voor beton over heel Nederland t.b.v. de decentrale overheid. Methode A en B vanuit onderzoek bij RWS en TNO (zie Cement 8 2011) zijn hierbij gebruikt om een karakteristieke waarde te bepalen. Het resultaat was echter zodanig slecht dat besloten is om geen landelijk default waarde in de aanbeveling voor de decentrale overheid op te nemen.

Dezelfde set, opgesteld in mei 2018, is in bijlage 9-I weergegeven. In totaal waren dat een 24-tal constructies. Aangezien hierbij sprake is van verschillende typen constructies worden de relevante gewapend betonconstructies geselecteerd. Er zijn helaas te weinig constructies met voorgespannen beton beboord, kortom hiervan is dan ook geen enkele acceptabele default waarde te bepalen.

De gewapend betonconstructies zijn onder te verdelen in gewapend beton bruggen en de betonbrugdekken van de Verbundträger bruggen.

Gewapend beton bruggen

In de aangeleverde set bruggen van mei 2018 bevinden zich 7 gewapende betonbruggen, waarvan een 6-tal bruikbare meetdata bevatten. Deze subset is opgenomen in bijlage 9-II.

In zijn algemeenheid kan opgemerkt worden, dat het aantal boorkernen per constructie minimaal is, namelijk minder dan 6 boorkernen per constructie. Dit betekent dat er een reductiefactor van toepassing is, bij het bepalen van de karakteristieke ondergrens default waarde van de betondruksterkte volgens de vigerende norm. Het is duidelijk dat de berekende betondruksterkte een indicatief karakter kent vanwege het beperkte aantal van 6 bruikbare constructies.

De stichtingsjaren van deze subset constructies liggen tussen 1941 en 1970. De berekende waarde van 1941 ligt duidelijk lager dan de gemiddelde waarde van alle 6 constructies, kortom of er nog onderscheid gemaakt moet worden voor stichtingsjaar periodes voor WO-II, gedurende WO-II tot

1950 en daarna is op basis van deze gegevens niet in te schatten. Wel is duidelijk dat de periode van na 1950 het gemiddelde rond de 52MPa ligt, waarmee de karakteristieke ondergrens waarde op een betonklasse C30/37 komt, vergelijkbaar met de karakteristieke ondergrens waarde van de RBK. Ook de standaard afwijking, zijnde afgerond 9,1 Mpa, ligt in de orde van de RBK.

Voor deze categorie bruggen geldt uiteraard, dat er afhankelijk van het totaal aantal gewapend betonbruggen in het areaal(900 bruggen) van de gemeente Amsterdam, meer betonbruggen beboord moeten worden om een acceptabele karakteristieke ondergrens default waarde vast te stellen.

Betonbrugdekken Verbundträger bruggen

Binnen deze categorie vallen 12 beboorde bruggen. Ook bij deze subset, opgenomen in bijlage 9-III, bevinden zich brugdekken met een beperkt aantal boringen, dus ook hier is sprake van een reductiefactor volgens de vigerende norm om te komen tot een karakteristieke ondergrens default waarde van de betondruksterkte. Bovendien laten de resultaten van de 12 constructies zien, dat er onderscheid gemaakt moet worden tussen constructies gebouwd vóór 1895 en ná 1895.

De constructies gebouwd voor 1895 (met geel gemarkeerd) laten zien dat de betondruksterkte aanzienlijk lager ligt dan de betondruksterkte bij constructies gebouwd vanaf 1895. De twee constructies met een stichtingsjaar van 1895 laten een hoge én een lage waarde van de gemiddelde betondruksterkte zien, kortom dit is een lastige grensindeling op stichtingsjaar. Vooralnog is voor een eenvoudige indelingsgrens gekozen van 1900 als stichtingsjaar, aangezien er voor de categorie, gebouwd na 1900 vanuit deze set, wel een redelijk éénduidig beeld in karakteristieke waarde berekend is.

Ook voor deze beide subindelingen geldt dat er te weinig constructies beboord zijn, kortom de default waardes gelden als indicatieve waardes. Voor beide subcategorieën geldt dat ze lager liggen dan de hiervoor beschreven categorie van de gewapende bruggen. Het gemiddelde van de betondruksterkte verwerkt na 1900 valt terug van 52Mpa naar 44 Mpa, terwijl gebouwd van voor 1900 zelfs naar 33Mpa. Er zit in deze laatste categorie zelfs een constructie met een betondruksterkte van 9Mpa, kortom meer constructies met minimaal 6 boorkernen zal in deze categorie uitsluitel moeten geven wat de default waardes zouden moeten worden.

Het totale aantal van deze categorie Verbundträger bruggen wordt geschat op meer dan 200, oftewel de 12 constructies, die tot mei 2018 beboord zijn, zal in aantal nog uitgebreid moeten worden, om een acceptabele default waarde te verkrijgen.

Conclusie & Aanbevelingen

- 1) Het is wenselijk om het aantal boorkernen bij constructies, die nog beboord moeten worden op te schalen naar minimaal 7 (6 ter voorkoming van de reductiefactor en 1 als reserve);
- 2) Aanvullingen van beboorde constructies zijn wenselijk i.v.m. het totale areaal van 900 bruggen; de gebruikte set is opgesteld in mei 2018. Waarschijnlijk zijn er meer constructies beboord en in berekeningsrapporten terecht gekomen als bijlage en nog niet ontsloten in het technisch archief óf zijn na mei 2018 alsnog beboord en dus in deze oorspronkelijke set niet opgenomen;
- 3) Een indicatieve default waarde van de karakteristieke betondruksterkte van gewapende beton bruggen, gebouwd na 1950, ligt bij een betonklasse van C30/37; gewapend betonconstructies gebouwd voor 1950 dienen beboord te worden om de actuele betondruksterkte vast te stellen;

- 4) Uit onderzoek bij RWS en TNO is gebleken dat de druksterkte bepaling voldoende is i.p.v. ook boorkernen te beproeven op druksterkte én treksterkte;
- 5) Voor de Verbundträger bruggen kan nog geen default waarde voor de betondruksterkte afgegeven worden i.v.m. een te laag aantal beoorde constructies; dit is overigens vooralsnog wel de categorie met het hoogste risico op niet voldoen aan de constructieve veiligheid op basis van het huidige verkeersbeeld en conditie van de fundering.

Bijlage 9-I: Overzicht beoorde constructies vanuit de CUR2261 commissie mei 2018

Bijlage 9-II: Overzicht beoorde gewapende betonconstructies uit set mei 2018

Bijlage 9-III: Beoorde betonbrugdekken van Verbundträgerbruggen uit set mei 2018

Bijlage 9-I: Overzicht beoordeelde constructies vanuit de CUR2261 commissie mei 2018

Tabel B9.1:

ObjNo	Ligging in	Brugtype	Bouwjaar	Constr	ZT-S route	Beoordeling Gemeente Amsterdam	Opmerkingen	No Nebest	No Cipro Baars	Bestek aanw.	Zoeken in bestek Stadsarchief 15-3-2016	Cement-gehalte	Extra info
BRU0135	Clercqstraat, De	Vaste brug	1902	Stalen liggers, gew-beton			DEF. Rapport aanwezig; zowel beton, hout als staal						
BRU0137	Ruysdaelstr.	Vaste brug	1909	Stalen liggers, gew-beton		2010	DEF. Rapport aanwezig; boorkernen bevatten wapeningstaal er blijven maar 3 van de 4 over	B5926		nee	zoeken op: 5180 / inv. 11295: / bestek 1909 / 57	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0157	Meester Visserplein	Tunnel	1970	Gew. Beton		overzicht/resume van geleverde rapportages t/m 2012	Concept Rapport aanwezig	B15575		nee	gecheckt: niet gevonden in archief		
BRU0158	Meester Visserplein	Tunnel	1970	Gew. Beton		overzicht/resume van geleverde rapportages t/m 2012	Concept Rapport aanwezig gecheckt:	B15575		nee	niet gevonden in archief		
BRU0167	Clercqstraat, De	Vaste brug	1892	Stalen liggers, gew-beton		2011 Dek voldoet, fundering niet	DEF. Rapport aanwezig; Nassaukadezijde wel expliciet weergegeven, Rozengrachtzijde niet		11p014	nee	zoeken op: 5180 / inv. 11265 en 11266: / bestek 1892 / 28	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0400	Amsteldijk	Vaste brug	1921	Stalen liggers, gew-beton	S110	2014 geheel vernieuwd	Def.rapport aanwezig; axiaal geeft geen goede weergave van de teksterkte	B15529		nee	j a (nagegaan 11/03: zie foto op directory)	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0456	Gooiseweg	Viadukt	1959	Gew. Beton	S112	2009 met aannames i.v.m. weinig gegevens. Materiaalonderzoek vereist	DEF. Rapport aanwezig	B15573		ja		350 kg/m3 Portland A	
BRU0458	Kruislaan	Viadukt	1959	Gew. Beton	S112	2009 met aannames i.v.m. weinig gegevens. Materiaalonderzoek vereist	DEF. Rapport aanwezig	B15571		nee	filmnr. 32? Evt. nog uit te zoeken		
BRU0427	Wibautstraat	Vaste brug	1941	Gew. Beton	S112		Concept Rapport aanwezig	B15572		nee	filmnr. 8? Evt. nog uit te zoeken		
BRU0933	Leeuwarderweg, Nieuwe	Viadukt	1968	Gew. Beton	S116	2009 – niet gecheckt; materiaalonderzoek nodig	Concept Rapport aanwezig						
BRU0462	Flevoweg	Onderdoorgang	1971	Gew. Beton			DEF. Rapport aanwezig						
BRU0415	Parnassusweg	Vaste brug	1940	Stalen liggers, gew-beton			Def.rapport aanwezig						
BRU0265	Alexanderplein	Vaste brug	2010	Stalen liggers, gew-beton			DEF. Rapport aanwezig; axiaal geeft geen goede weergave van de teksterkte en is niet meer gewenst	B15545		ja			B22,5
BRU0117	Rozengracht	Vaste brug	1890	Stalen liggers, gew-beton		2012 – dek en liggers voldoen – fundering niet	DEF. Rapport aanwezig		11p014	nee	zoeken op: 5180 /inv. 11262: / bestek 1890 / 32	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0058	Prins Hendrikkade	Vaste brug	1972	Stalen liggers, gew-beton		2013 – voldoet 22372	DEF. Rapport aanwezig			ja		375 kg/m3 Portland A	
BRU0022	Raadhuisstraat	Vaste brug	1827	Stalen liggers, gew-beton		2011 – Rijdek voldoet niet/ fundering voldoet niet	DEF. Rapport aanwezig		11p014	nee	zoeken op: 5180 /inv. 11268: / bestek 1894 / 37	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory

BRU0008	Raadhuisstraat	Vaste brug	1894	Stalen liggers, gew-beton		2011 – Rijdek voldoet niet/ fundering voldoet niet	DEF. Rapport aanwezig		11p014	nee	zoeken op: 5180 /inv. 11268: / bestek 1894 / 37	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0007	Hendrikstraat, Frederik	Vaste brug	1894	Stalen liggers, gew-beton							zoeken op: 5180 / inv. 11268: / bestek 1894 / 35	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0116	Ceintuurbaan	Vaste brug	2015	Vgs prefabbeton, gew-beton		2015	DEF. Rapport aanwezig	B15290		nee	Bestek moet er zijn: werk afgerond 2016 (Albert Jongsma)		
BRU0108	Clercqstraat, De	Vaste brug	1895	Stalen liggers, gew-beton			DEF. Rapport aanwezig						
BRU0106	Westermarkt	Vaste brug	1895	Stalen liggers, gew-beton		2011 – Betondek en fundering voldoen niet	DEF. Rapport aanwezig		11p014	nee	zoeken op: 5180 / inv. 11269: / bestek 1895 / 32-34	Portland cementmortel	zie omschrijving bij foto's directory
BRU0095	Haarlemmer Houttuinen	Viadukt	1972	Vgs prefabbeton, gew-beton		27480	DEF. Rapport aanwezig			ja		375 kg/m3 Portland A	
BRU0953	Ijdoornlaan	Viadukt	1969	Vgs prefabbeton, gew-beton	S115								

Bijlage 9-II: Overzicht beoordelede gewapende betonconstructies uit set mei 2018

amsterdam											fc	stdev fc	n			
BRU0157:1970	80,8	71,8	60,5	64							69,28	9,02	4	53,24		
	4,39	4,27	4,10	4,16							4,23	0,13	4	49,44	49,44	
BRU0158:1970	geen rapportage ontvangen															
BRU0456:1959	66,1	62,5	57,1	61,1							61,70	3,72	4	45,93	45,93	
	4,19	4,14	4,04	4,11							4,12	0,06	4	52,62		
BRU0458:1959	71,9	82	82,5	83							79,85	5,32	4	63,52	63,52	
	4,28	4,41	4,41	4,42							4,38	0,07	4	66,62		
BRU0427:1941	50,6	66,5	58,4	54,2							57,43	6,84	4	41,83	41,83	
	3,92	4,20	4,07	3,99							4,05	0,12	4	42,23		
BRU0933:1968	64,7	66,6	72,9	74,4							69,65	4,72	4	53,60	53,60	
	4,17	4,20	4,29	4,31							4,24	0,07	4	58,26		
BRU0462:1971	82,7	79,3	82,8	75,3	81,1	77,4	76,9	76,6	80,5	77,8	79,04	3,01	10	63,64	63,64	
	4,42	4,37	4,42	4,32	4,40	4,35	4,34	4,34	4,39	4,35	4,37	0,04	10	73,48		
											gemiddelde			52,99	Se	
											standaard afwijking			9,07		
											karakteristiek			38,11		

Bijlage 9-III: Beoorde betonbrugdekken van Verbundträgerbruggen uit set mei 2018

						fcM	stdev fcM	n												
amsterdam																				
brug022:1827	<table border="1"> <tr><td>54,4</td><td>49,1</td><td>48</td><td>44,9</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>3,89</td><td>3,87</td><td>3,80</td></tr> </table>					54,4	49,1	48	44,9	4,00	3,89	3,87	3,80	49,10	3,96	4	33,93	33,93		
54,4	49,1	48	44,9																	
4,00	3,89	3,87	3,80																	
						3,89	0,08	4	39,84											
brug117:1890	<table border="1"> <tr><td>57,8</td><td>39,8</td><td>55,8</td><td>68,9</td></tr> <tr><td>4,06</td><td>3,68</td><td>4,02</td><td>4,23</td></tr> </table>					57,8	39,8	55,8	68,9	4,06	3,68	4,02	4,23	55,58	11,99	4	37,59			
57,8	39,8	55,8	68,9																	
4,06	3,68	4,02	4,23																	
						4,00	0,23	4	30,42	30,42										
brug167:1892	<table border="1"> <tr><td>60,8</td><td>55,9</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>4,11</td><td>4,02</td><td>3,24</td></tr> </table>					60,8	55,9	25,5	4,11	4,02	3,24	47,40	19,12	3	22,72					
60,8	55,9	25,5																		
4,11	4,02	3,24																		
						3,79	0,48	3	9,42	9,42										
brug008:1894	<table border="1"> <tr><td>48,4</td><td>54,5</td><td>31,1</td><td>38,9</td></tr> <tr><td>3,88</td><td>4,00</td><td>3,44</td><td>3,66</td></tr> </table>					48,4	54,5	31,1	38,9	3,88	4,00	3,44	3,66	43,23	10,32	4	28,07			
48,4	54,5	31,1	38,9																	
3,88	4,00	3,44	3,66																	
						3,74	0,25	4	22,55	22,55										
brug007:1894	geen waarden in rapportage gevonden																			
brug106:1895	<table border="1"> <tr><td>35,7</td><td>34,9</td><td>49,1</td><td>36,9</td></tr> <tr><td>3,58</td><td>3,55</td><td>3,89</td><td>3,61</td></tr> </table>					35,7	34,9	49,1	36,9	3,58	3,55	3,89	3,61	39,15	6,68	4	24,69	24,69		
35,7	34,9	49,1	36,9																	
3,58	3,55	3,89	3,61																	
						3,66	0,16	4	25,76											
brug108:1895	setA	<table border="1"> <tr><td>73,4</td><td>77,7</td><td>58,6</td><td>81,4</td><td>67,9</td></tr> <tr><td>4,30</td><td>4,35</td><td>4,07</td><td>4,40</td><td>4,22</td></tr> </table>				73,4	77,7	58,6	81,4	67,9	4,30	4,35	4,07	4,40	4,22	71,80	8,93	5	55,97	
73,4	77,7	58,6	81,4	67,9																
4,30	4,35	4,07	4,40	4,22																
						4,27	0,13	5	53,13	53,13										
	setB	<table border="1"> <tr><td>85,3</td><td>74,8</td><td>62,9</td><td>70</td><td>76,2</td></tr> <tr><td>4,45</td><td>4,31</td><td>4,14</td><td>4,25</td><td>4,33</td></tr> </table>				85,3	74,8	62,9	70	76,2	4,45	4,31	4,14	4,25	4,33	73,84	8,25	5	57,96	
85,3	74,8	62,9	70	76,2																
4,45	4,31	4,14	4,25	4,33																
						4,30	0,11	5	56,82	56,82										
brug135:1902	<table border="1"> <tr><td>72,8</td><td>44,9</td><td>71,4</td><td>58,8</td><td>85,1</td></tr> <tr><td>4,29</td><td>3,80</td><td>4,27</td><td>4,07</td><td>4,44</td></tr> </table>					72,8	44,9	71,4	58,8	85,1	4,29	3,80	4,27	4,07	4,44	66,60	15,29	5	44,32	
72,8	44,9	71,4	58,8	85,1																
4,29	3,80	4,27	4,07	4,44																
						4,18	0,25	5	37,55	37,55										
brug137:1909	<table border="1"> <tr><td>62,8</td><td>58,2</td><td>68</td></tr> <tr><td>4,14</td><td>4,06</td><td>4,22</td></tr> </table>					62,8	58,2	68	4,14	4,06	4,22	62,93	4,91	3	46,67	46,67				
62,8	58,2	68																		
4,14	4,06	4,22																		
						4,14	0,08	3	48,40											
brug400:1921	<table border="1"> <tr><td>66,4</td><td>70,3</td><td>69,4</td><td>54,7</td></tr> <tr><td>4,20</td><td>4,25</td><td>4,24</td><td>4,00</td></tr> </table>					66,4	70,3	69,4	54,7	4,20	4,25	4,24	4,00	65,20	7,20	4	49,30			
66,4	70,3	69,4	54,7																	
4,20	4,25	4,24	4,00																	
						4,17	0,12	4	48,02	48,02										
brug 415:1940	geen waarden in rapportage gevonden																			
brug058:1972	<table border="1"> <tr><td>58</td><td>60,3</td><td>65,1</td></tr> <tr><td>4,06</td><td>4,10</td><td>4,18</td></tr> </table>					58	60,3	65,1	4,06	4,10	4,18	61,13	3,62	3	44,94	44,94				
58	60,3	65,1																		
4,06	4,10	4,18																		
						4,11	0,06	3	50,15											
brug 265:2010	<table border="1"> <tr><td>79,5</td><td>68,7</td><td>55,1</td><td>73,6</td></tr> <tr><td>4,38</td><td>4,23</td><td>4,01</td><td>4,30</td></tr> </table>					79,5	68,7	55,1	73,6	4,38	4,23	4,01	4,30	69,23	10,40	4	52,64			
79,5	68,7	55,1	73,6																	
4,38	4,23	4,01	4,30																	
						4,23	0,16	4	45,73	45,73										
								gemiddelde	37,82											
									12											
								< 1900 gemiddelde	32,99											
								> 1900 gemiddelde	44,58											

Bijlage 9 - (Grond)waterstanden



Notitie

Aan PTO t.a.v. Ronald Damstra
Van S. van Rossum, Ingenieursbureau
Kopie aan TAB 3.0 team
Datum 8 augustus 2023

Onderwerp Achtergrond bij TAB 3.0
(Grond)waterstanden

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
S. van Rossum			

Inhoud

1.	Inleiding	1
2.	Te hanteren (grond)waterstanden in het freatisch vlak en stijghoogtes in watervoerende pakketten	2
2.1.	NEN 9997-1.....	2
2.2.	GHG, GLG en hun bepalingmethode	2
3.	Te hanteren belastingfactoren	3
4.	Aanbevelingen.....	3
5.	Literatuur	3

1. Inleiding

Deze notitie geeft een achtergrond bij (grond)waterstanden die gehanteerd dienen te worden. Voor sterkteberekeningen van constructies t.g.v. optredende waterdrukken en opbarstberekeningen zijn deze (grond)waterstanden relevant.

De volgende zaken te onderscheiden:

- Te hanteren (grond)waterstand in het freatisch vlak
- Stijghoogtes in watervoerende pakketten
- Te hanteren belastingfactoren t.b.v. sterkteberekening

Voor een opbarstberekening zijn bovenstaande zaken ook van belang. Omdat opbarsten geen rol speelt bij bestaande constructies, wordt dit verder niet beschouwd.

Deze notitie geeft een korte onderbouwing voor de te hanteren (grond)waterstanden (freatisch grondwater en stijghoogtes in watervoerende pakketten) (H₂) en de te hanteren belastingsfactoren (H₃).

2. Te hanteren (grond)waterstanden in het freatisch vlak en stijghoogtes in watervoerende pakketten

2.1. NEN 9997-1

De NEN 9997-1 geeft het volgende aan in hoofdstuk "2.4.5.3 – Karakteristieke waarden van geometrische gegeven":

(1)P Karakteristieke waarden van niveaus van ondergrond, grondwater en vrij water moeten gemeten waarden, nominale waarden of geschatte boven- of ondergrenswaarden zijn.

De norm geeft daarmee de vrijheid om dit per geval te bepalen. In de verdere notitie zal worden onderbouwd wat een goede manier is om dit te bepalen.

2.2. GHG, GLG en hun bepalingmethode

Een waarde die goed past binnen de "geschatte boven- of ondergrenswaarden" die volgens de NEN 9997-1 kan worden gehanteerd als karakteristieke waarden is de GHG en de GLG. De klassieke bepaling hiervan wordt door Edelman, D.H. (2009) uitgelegd als:

- "De grondwatermeetreeks dient te bestaan uit 2 metingen per maand, gemeten op de 14^e en de 28^e van de maand. Dit resulteert in 24 metingen per jaar.
- De te gebruiken meetreeks dient minimaal 8, maar liefst minimaal 10 jaar lang te zijn.
- Per hydrologisch jaar (wat loopt van 1 april tot 31 maart) wordt het gemiddelde bepaald van de 3 hoogst gemeten grondwaterstanden. Dit gemiddelde wordt de GH₃ genoemd.
- De GHG is de gemiddelde waarde van de GH₃'s van de meetreeks.
- De bepaling van de GLG wordt op dezelfde wijze uitgevoerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van de 3 laagste gemeten grondwaterstanden per hydrologisch jaar."

Hierdoor komen de GLG en GHG volgens Edelman, D.H. (2009) gemiddeld circa overeen met de 15%-fractiel en de 85%-fractiel. Alhoewel er hierbij vanuit wordt gegaan dat het om 3 à 4 opeenvolgende perioden zijn waarbinnen de GH₃ valt en de laagste waarde waaruit het gemiddelde is bepaald niet veel lager is dan de GH₃-waarde. Er is dus een wat hogere betrouwbaarheid (komt circa overeen met de 6%-fractiel en de 93%-fractiel) wanneer het geen opeenvolgende perioden betreft en/of de laagste waarde lager is dan de GH₃-waarde. Daarnaast zijn ook een MLG (Maatgevend Laag Grondwater) en MHG (Maatgevend Hoog Grondwater) gedefinieerd. Dit komt overeen met respectievelijk de 2,3%-fractiel en de 97,7%-fractiel.

Op basis van deze constatering heeft Edelman, D.H. (2009) een alternatieve bepalingmethode voor de GHG en GLG voorgesteld waarvan hij aangeeft dat deze al sinds 1981 wordt toegepast binnen de ecologie. Deze methode past zowel bij meetreeksen met veel meer metingen (waar men geen metingen verloren wil laten gaan door alleen de metingen op de 14^e en 28^e van de maand te gebruiken), als bij meetreeksen met veel minder metingen of ontbrekende metingen, waardoor de GH₃ niet goed bepaald kan worden.

--	--	--

Ter vergelijking m.b.t. de fractiel-waarden: voor materiaaleigenschappen wordt de 5%-fractiel en de 95%-fractiel gebruikt als karakteristieke onder-/ bovengrenswaarde; en voor belastingen – b.v.b. verkeersbelasting waar een 1000 jaar herhalingsperiode wordt gebruikt – kunnen hier nogal eens afwijkende fractielen of waarden voor worden gebruikt in de norm. Voor waterstanden wordt dit in de norm niet bepaald, maar geeft de GHG en GLG wel waarden voor onder-/bovengrenzen waarmee men bekend is met het gebruik. De MHG en MLG zou vanwege de relatief hoge/lage fractiel-waarden kunnen leiden tot (voor bestaande constructies) te conservatieve uitgangspunten.

De GLG en GHG is daarom een goede indicatie voor de karakteristieke boven- of ondergrenswaarden van de (grond)waterstand.

3. Te hanteren belastingsfactoren

De norm geeft belastingsfactoren waarmee gerekend dient te worden. Op basis van het gelijkwaardigheidsbeginsel zou hiervan af kunnen worden geweken. Voor dit doel is de inzet om niet af te wijken van de norm. Dus om rekenwaarden voor de waterdruk te bepalen wordt verwezen naar de Eurocodes en de NEN 870x-serie.

4. Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om voor constructies waar dit relevant is een GHG en een GLG op te vragen bij geohydrologen van het IB. In samenspraak met de geohydrologen van het IB is te overwegen om voor deze waardes de 5%-fractiel en de 95%-fractiel te definiëren/gebruiken om beter aan te sluiten op de gebruikelijke onder- en bovengrenzen in constructieve berekeningen.

Dit betekent in elk geval dat voor bruggen met basculekelders een GLG en GHG meegegeven moet worden in de IHA (Instandhoudingsadvies) contracten voor de betreffende bruggen.

5. Literatuur

Edelman, D. H. (2009). *Een alternatieve GHG analyse*. Nederlandse Hydrologische Vereniging. Geraadpleegd van https://www.nhv.nu/uploads/fileservice/stromingen/attachment/2009-3_Een%20alternatieve%20GHG%20analyse.pdf

--	--	--

Bijlage 10 - Trambelasting

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 14 020
amsterdam.nl/ingenieursbureau

Notitie

Aan Steven Molleman
Van Long Ha, Ingenieursbureau, o622412416, L.Ha@amsterdam.nl
Kopie aan -
Datum 6 februari 2024
Ons kenmerk NOT-Trambelastingen op bestaande bruggen
Bijlage(n)

Onderwerp Trambelastingen op bestaande bruggen

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
L. Ha			

1. Inleiding

Voor de constructieve beoordeling van bestaande bruggen in Amsterdam is de behoefte om duidelijkheid te creëren welke trambelastingen hiervoor gehanteerd dienen te worden.

Tabel 1 – Normen en richtlijnen

Norm / richtlijn	Titel	Jaar	Revisie
I. NEN-EN 1990 (+NB)	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp	2019	A1 + A1/C2
II. NEN-EN 1991-1-1 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Algemene belastingen	2019	C1+C11
III. NEN-EN 1991-2 (+NB)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Verkeersbelasting op bruggen	2019	C1
IV. NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen	2020	A1
V. NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Belastingen	2020	A1

Omdat in de notitie veel wordt verwezen naar de normen, wordt bovenstaande tabel met Romeinse cijfers aangegeven welke normen het betreft.

De belastingen door weg- en spoorwegverkeer moeten worden ontleend aan:[II]. Deze geeft waarden voor belastingen door spoorverkeer, maar dit betreft treinverkeer ('heavy rail').

In artikel 6.1 (3)P van [III] wordt aangegeven dat de gegeven waarden voor de belastingen uit spoorverkeer niet gelden voor metro- en tramlijnen, en dat deze nader vastgesteld moeten worden.

De belastinggevallen, belastingcombinaties en momentaanfactoren moeten ontleend worden aan de desbetreffende tabellen en beschrijvingen in de Eurocode(s) en NEN8700 serie voor constructies belast door spoorwegverkeer, waarbij het belastinggeval/laststelsel LM71 en SW/o vervangen dienen te worden door de maatgevende laststelsels voor trammaterieel vlg. tekening TD 001 belastingen door railvoertuigen; Dienstst Metro en Tram d.d 12-10-2016 [Bijlage 1].

In samenwerking met assetmanagement van de railinfrastructuur (GVB) en assetmanagement van het beheer van de bruggen (V&OR) wordt in deze notitie omschreven wat deze betreffende trambelastingen zijn en de daaraan gerelateerde belasting en de karakteristieke waarden. Verder wordt een werkwijze gegeven hoe de trambelastingen beschouwd moeten worden in de constructieve beoordeling.

2. Werkwijze constructieve beoordeling

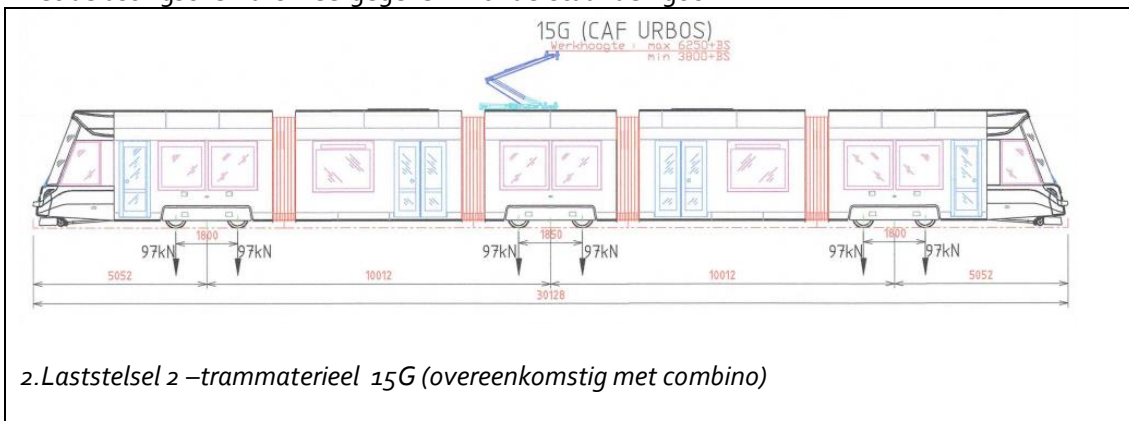
De kunstwerken moeten worden getoetst op het volgende laststelsel:

1. Trammaterieel 15G conform EE-780 , waarbij gerekend moet worden op minimaal twee gekoppelde laststelsels

3. Belastinggevallen

3.1 Verticale belastingen – karakteristieke waarden

Het belastingschema is weergegeven in onderstaande figuur.



3.2 Dynamische factor

De bepaling van de dynamische effecten worden gegeven in [III] par. 6.4. De aan te houden ontwerpsnelheid is gelijk aan weergegeven snelheden in onderstaande tabel, verhoogd met een factor 1,1.

Ontwerpsnelheid t.b.v. dynamische effecten:

Laststelsel Ontwerpsnelheid

Trammaterieel	70 km/uur
Metro	70 km/uur
Grindtrein 1	40 km/uur
Grindtrein 2	40 km/uur

3.3 Centrifugaal krachten

Waar het spoor in een boog ligt, moet een centrifugale kracht in rekening gebracht worden. De bepaling van de centrifugaal krachten wordt gegeven in [III] § 6.5.1.

In afwijking van het bovengenoemd artikel grijpt de centrifugaal kracht aan op 1,70 m boven bovenkant spoor.

3.4 Zijdelingse stoot

Zijdelingse stoot volgens [III] § 6.5.2..

Karakteristieke waarde van de zijdelingse stoot $Q_{sk} = 40 \text{ kN}$. Deze grijpt aan op een hoogte van 1,70 m boven bovenkant spoor.

3.5 Rem- en aanzetkrachten

Rem- en aanzetkrachten voor spoorwegverkeer, volgens [III] § 6.5.3, dienen vervangen te worden door de rem- en aanzetkrachten, berekend op basis van onderstaande beschreven vertragingen en versnellingen conform EE-780 en de eerder beschreven verticale belastingen voor de as-lasten en laststelsels.

Voor de laststelsels Trammaterieel, moet de rem- en aanzetkrachten worden berekend op basis van onderstaande remvertragingen en aanzet versnelling:

$a_{\text{rem;bedrijf}} =$	3 m/s ²
$a_{\text{noodremming}} =$	4,5 m/s ²
$a_{\text{aanzet gem}} =$	1.2 m/s ²

Deze waarden betreffen de gemiddelde waarden van remmen en aanzetten zoals beschreven op EE-780. Voor normaal gebruik zijn dit bovengrenswaarden.

4. Belastinggroepen en gelijktijdig optreden van belastingen

4.1 Belastinggroepen en gelijktijdig optreden van belastingen door spoorwegverkeer

- (1) Voor het bepalen van belastinggroepen is tabel 6.11 uit de [III] onverkort van toepassing, waarin de laststelsels LM7₁, SW/0 en SW/2, vervangen dienen te worden door respectievelijke de laststelsels 1 t/m 3 en 4 en 5, conform beschreven in §3.1, waarbij het laststelsel HSLM (A&B) buiten beschouwing mag blijven.
- (2) Voor de rem- en aanzetkrachten, moet de in § 3.5 van dit document, beschreven belastingen gehanteerd te worden;
- (3) Voor de centrifugaal krachten moet de in § 3.3 van dit document, beschreven bepaling gehanteerd te worden;
- (4) Voor de zijdelingse stootkrachten moet de in § 3.4 van dit document, beschreven belasting en bepaling gehanteerd te worden;
- (5) Voor de Reguliere belastingcombinaties (UGT en BGT), moet de bedrijfsrembelasting (o.b.v. $a_{rem,gem}$), worden gehanteerd. In het geval van Bijzondere belastingcombinaties moet de noodrembelasting (o.b.v. $a_{noodremming}$) worden gehanteerd.
- (6) De uitzonderingen zoals beschreven in de indices 2 en 3 van tabel 6.11, zijn niet van toepassing. De vervangende laststelsels dienen volledig in rekening te worden gebracht.
- (7) In aanvulling op tabel 6.11, dienen bij twee of meer sporen, de rem- en aanzetkrachten]¹, alsmede de in kolom 6.5.3 bepaalde combinatiefactoren, tevens tegengesteld van elkaar beschouwd te worden. De maatgevende situatie dient als toetsingscriterium gehanteerd te worden.
- (8) De belastinggroepen, samengesteld op basis van tabel 6.11 dienen als afzonderlijke karakteristieke veranderlijke belasting te worden beschouwd binnen de te beschouwen belastingcombinaties.

¹ Twee tegengestelde rembelastingen behoeven niet beschouwd te worden.

4.2 Belastingcombinaties belastingen uit spoorverkeer en overig verkeer

Belastingfactoren dienen ontleend te worden aan [IV]. Belastingcombinaties volgens [I] aangevuld met artikel A2.2.4 combinatieregels voor spoorwegbruggen. Momентаan factoren moeten worden ontleend aan [I] tabel A2.3 – aanbevolen waarden voor psi-factoren voor spoorwegbruggen zijn bindend van toepassing.

- (1) In een situatie, waarbij rail- en wegverkeer, dan wel langzaamverkeer op fiets-, voet- inspectiepaden en perrons, van de zelfde constructie gebruik maken (gemengd gebruik), moet in aanvulling op [III] § 6.8.2, punt (1) wel gerekend worden op gelijktijdig voorkomen van railverkeer en voorgenoemde weg- en langzaamverkeer, conform gedefinieerd in de [III] en Vraagspecificatie.
- (2) In voorgenoemde situatie moet binnen de combinatie spoorwegverkeer en wegverkeer, voor de belasting uit wegverkeer, de rijstrookindeling en belasting op de betreffende rijstroken, conform hoofdstuk 4 NEN-EN 1991-2 gehanteerd te worden.
- (3) In voorgenoemde situatie moeten de belastinggroepen railverkeer gecombineerd worden met de hiervoor beschreven belastingen weg- en langzaamverkeer, waarbij een momentaanwaarde $\psi=0,8$ moet worden gehanteerd indien de betreffende belastingen ongunstig werken en een momentaanwaarde $\psi=0$, indien één van de belastingen gunstig werken

5. Vermoeiingsbelastingen

Voor de vermoeiingsbelastingen van de trams dienen onderstaande uitgangspunten gehanteerd te worden.

5.1 Verticale belastingen

	Aslast vermoeiing
Laststelsel 2	87 kN

Gewoonlijk mogen zijdelingse stoot en verkeersbelastingen in langsrichting zijn verwaarloosd bij de vermoeiingsbeoordeling.

5.2 Aantal wisselingen

Het aantal wisselingen van de trams varieert per brug en is afhankelijk van het aantal tramlijnen wat over de brug rijdt. In onderstaande tabel wordt het aantal passages weergegeven bij verschillende aantal tramlijnen die over de brug rijden.

	N _{obs}
1 tramlijn	105.000
2 tramlijnen	210.000
3 tramlijnen	315.000

Voor wat betreft de gelijktijdigheid kan een percentage van 20% worden gehanteerd, analoog aan NEN1991-2 art 4.6.1. Dit houdt in dat in twintig procent van de gevallen beide tramsporen zijn bezet met tegenliggend tramverkeer.

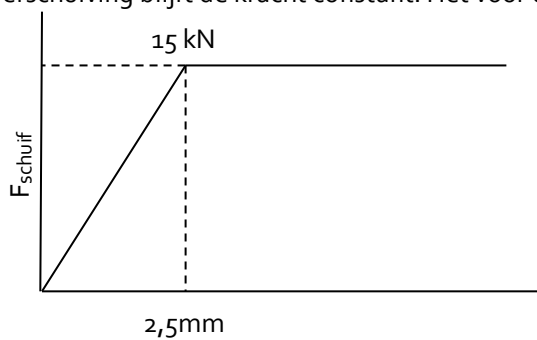
0-1

6. Interactie tussen spoorstaven en kunstwerk

Door krachten in langsrichting op het spoor, of door temperatuurverschillen tussen dek en spoorstaven, kan een krachtswerking ontstaan die spanningen veroorzaakt in de spoorstaaf, de verbinding en het kunstwerk, conform [III] § 6.5.4.

6.1 Schuifweerstand van het spoor bij directe railbevestiging

Bij de krachten die optreden als gevolg van temperatuurverschillen dient bij directe railbevestiging uitgegaan te worden van een doorschuifkracht van 15 kN per oplegging (per staaf). Deze kracht treedt op bij een (verschil)verschuiving tussen rail en viaduct van 2,5 mm. Bij een grotere verschuiving blijft de kracht constant. Het voor de spoorstaaf aan te houden profiel is S49.



Figuur o-2. Veer karakteristiek bevestiging spoorstaaf

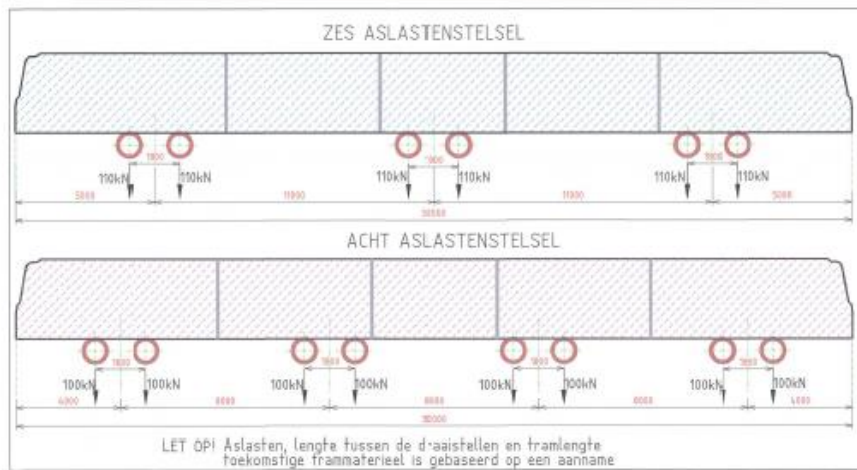


Gemeente Amsterdam

SCHEMA BELASTINGEN VAN DE HUIDIG RAILVOERTUIGEN TRAMMATERIEEL



SCHEMA BELASTINGEN VAN DE TOEKOMSTIGE RAILVOERTUIGEN TRAMMATERIEEL



LET OP! Aslasten, lengte tussen de d-aanstellen en tramlengte toekomstige trammaterieel is gebaseerd op een aanname

BELASTINGEN HUIDIG TRAMMATERIEEL

VERTICALE KRACHTEN

- Leeggewicht tram: 40 ton
- Aslast leeg voertuig, $P_{leeg} = 65.4 \text{ kN}$ (6.67 tf)
- Eis gewicht: 2 ton per meter voertuiglengte
- Aslast t.b.v. vermoedingsbelasting, $P_{verm.} = 87 \text{ kN}$
- Maximale aslast, $P_{max} = 97 \text{ kN}$

HORIZONTALE KRACHTEN

- Gemiddelde remvertraging = 1.3 m/s^2 van 70 naar 0 km/u
- Gemiddelde remkracht, $T_{rem,gen.} = 77 \text{ kN}$
- Zware remvertraging = 3.5 m/s^2
- Zware remkracht, $T_{rem,zwaar} = 208 \text{ kN}$
- Maximale noodremvertraging = 4.5 m/s^2 (vlak voor het tot stilstand komen van de tram)
- Maximale noodremkracht $T_{rem,max} = 267 \text{ kN}$
- Gemiddelde aanzetversnelling is 1.2 m/s^2 tot 25 km/u
- Gemiddelde aanzetkracht, $T_{aanzet} = 71 \text{ kN}$
- Zijdelingse stootkracht, $Y = 40 \text{ kN}$
- Gemiddelde totale horizontale kracht = 166.5 kN (resultante van rem-/aanzetkracht en stootkracht)
- Piekwaarde totale horizontale kracht = 250 kN (resultante van rem-/aanzetkracht en stootkracht)

BELASTINGEN ALGEMEEN

- Snelheid conform DVNS Tram infrastructuur
- Aantal gekoppelde aslaststelsels: twee stuks
- Dynamische belasting, conform NEN-EN 1991-2:2003+C1:2015+MB:2019
- Aanrijdbelasting, aanrijding onderbouw wand frontaal en zijwaarts conform NEN-EN 1991-1-7, bijlage C met werkelijke berekeningen van 3e stootbelasting.
- Windbelasting op materieel: conform NEN-EN 1991-1-4 met een materieel hoogte van 3.5m en waarbij in plaats van verkeersband BS dient te zijn aangehouden.
- Belastingcombinaties: rekening houden met noodremvertraging op één spoor en aanzetversnelling op het andere spoor.

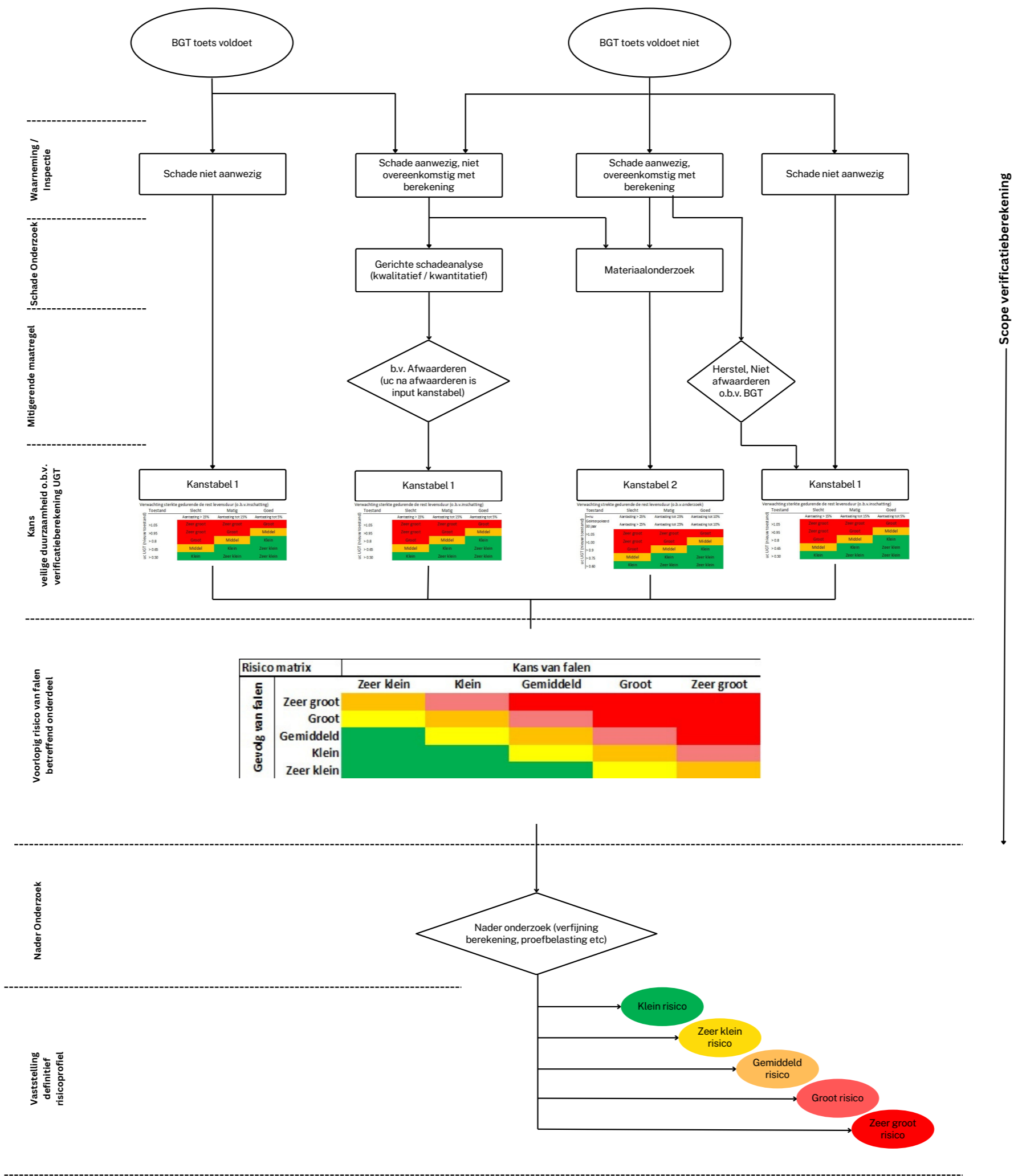
GVB				GVB Infra BV, Poebus 2131 1000 CC Amsterdam Tel: 020-490 6666	
Behandeld	Beoordeld	Akkoord	Datum	SET nummer	
H. Sahlgren	Martin Sijpe	<i>[Handwritten Signature]</i>	09/01/2022	12-1-2022	
Taalkader	N. van Rijn	<i>[Handwritten Signature]</i>	12-1-2022	12-1-2022	
Projectleider	Joske van Dijk	<i>[Handwritten Signature]</i>	12-1-2022	Plan nummer	
Asset manager	J. Ter	<i>[Handwritten Signature]</i>	12-1-2022	WSE nummer	
Discipline					
Onderdeel	TRAM				
Project	Belastingen van Railvoertuigen Trammaterieel Schema aslasten				
Tekeningnummer	EE-780	Wijziging	Blad	Van	Forensif AZ
			1 van 1		Schaal 1:100

Print: 20-10-2022 15:31:01 Maat: 244x349px

Het Ingenieursbureau is bereikbaar met metro 51, 53 en 54 of met tramlijn 1, 7 en 19, halte Weesperplein.

Een routebeschrijving vindt u op www.amsterdam.nl/ingenieursbureau

Bijlage 11 - Stroomschema duurzame veiligheid betonconstructies





Notitie

Aan Steven Molleman
Van Sjoerd Mannaerts
Kopie aan Ronald Damstra
Datum 12 april 2024
Ons kenmerk TAB 3.0 wijziging - Veilige restlevensduur betonconstructies
Bijlage(n) n.v.t.

Onderwerp Handleiding stroomschema
Veilige restlevensduur betonconstructies

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
S. Mannaerts			

1. Inleiding

Voorliggende notitie betreft een beschrijving van het stroomschema om een uitspraak te doen over de veilige restlevensduur van betonnen constructies. Dit document is tot stand gekomen naar aanleiding van de testfase van het stroomschema bij twee marktpartijen.

Dit stroomschema maakt onderdeel uit van het TAB.

2. Opbouw

Het schema is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Input/ start schema;
- Waarneming/ inspectie;
- Nader onderzoek;
- Mitigerende maatregel;
- Vaststelling kans van falen;
- Risico matrix o.b.v. kans en gevolg van falen;
- Beheersmaatregelen;
- Risicoprofiel horend bij keuze beheer.

2.1 Input/ start schema

De start van het schema wordt gevormd door het resultaat van de BGT-scheurwijdte toets. Indien deze voldoet wordt het scenario aan de linkerkzijde van het schema doorlopen. Indien deze niet voldoet wordt de rechterzijde van het schema doorlopen.

2.2 Waarneming/ inspectie

De volgende stap in het schema zijn de waarnemingen in het veld. Hierbij wordt in het stroomschema een keuze gemaakt of er schade aanwezig is en of deze overeenkomt met de resultaten van de scheurwijdte toets.

Er zijn drie opties opgenomen in het stroomschema:

- Schade niet aanwezig;
- Schade aanwezig, niet overeenkomend met berekening;
- Schade aanwezig, overeenkomstig met berekening.

De optie "Schade aanwezig, overeenkomstig met berekening" is niet mogelijk na "BGT-toets voldoet". Deze toets voldoet immers.

Vanuit de optie "Schade niet aanwezig" worden twee stappen in het schema overgeslagen en wordt doorverwezen naar de kans matrix.

2.3 Schade onderzoek

De stap tot nader onderzoek volgt uit de constatering dat de constructie beschadigd is. Deze kan bestaan uit een gerichte schade analyse waarbij de schade verklaard wordt anders dan de BGT-toetsing. Het doel van de analyse is het vaststellen van de oorzaak van de schades en het effect welke deze hebben op de constructieve prestatie. Deze stap kan niet genomen worden vanuit "Schade aanwezig, overeenkomstig met berekening" omdat dan de oorzaak is vastgesteld. De tweede optie tot nader onderzoek is het materiaalonderzoek. Het doel hierbij is de vaststelling of de toestand van het materiaal (bijvoorbeeld carbonatatie of chlorideindringing) de geconstateerde schades kan verklaren.

2.4 Mitigerende maatregel

De mitigerende maatregelen zijn erop gericht om na vaststelling van de bron van de schades deze te stoppen, te herstellen of te voorkomen.

- Stoppen van schades, bijvoorbeeld invloed van dooizouten stoppen door aanbrengen membraan;
- Herstellen van schades, bijvoorbeeld afgedrukte dekking t.g.v. wapeningscorrosie herstellen;
- Voorkomen van schades, bijvoorbeeld afwaarderen van constructie.

Afwaarderen van de constructie kan alleen gekozen worden indien de bron van de schade bepaald is en niet voldaan wordt aan de eisen die gelden voor de UGT. Een constructie wordt niet afgewaardeerd op alleen een BGT-scheurwijdte toets die niet voldoet.

2.5 Vaststelling kans van falen

In deze stap wordt de kans matrix ingevuld. De kans tabel geeft een verwachting van falen op de lange termijn. Er zijn twee kans matrixen beschikbaar:

- Kans matrix 1, waarbij op basis van inschatting van de toestand ($t= nu$) en de restcapaciteit op sterkte (UGT) een uitspraak wordt gedaan over de verwachte veiligheid gedurende de restlevensduur;
- Kans matrix 2, waarbij op basis van onderzoek naar de toestand ($t= nu$) en de restcapaciteit op sterkte (UGT) een uitspraak wordt gedaan over de verwachte veiligheid gedurende de restlevensduur;

De algemene gedachte voor beide tabellen is dat bij een gegeven restcapaciteit het nog mogelijk is een mate van toekomstige materiaaldegradatie toe te laten zonder dat de constructieve veiligheid, dus betrekking hebbend op de UGT, gelijk in het geding komt.

Kans matrix 1

In onderstaande afbeelding is kans matrix 1 opgenomen.

Verwachting sterkte gedurende de rest levensduur (o.b.v. inschatting)

Toestand	Slecht	Matig	Goed
	Aantasting > 15%	Aantasting tot 15%	Aantasting tot 5%
uc UGT nieuw toestand >1.05	Zeergroot	Zeergroot	Groot
>0.95	Zeergroot	Groot	Middel
> 0.8	Groot	Middel	Klein
> 0.65	Middel	Klein	Zeergroot
> 0.50	Klein	Zeergroot	Zeergroot

Figuur: Kansmatrix1

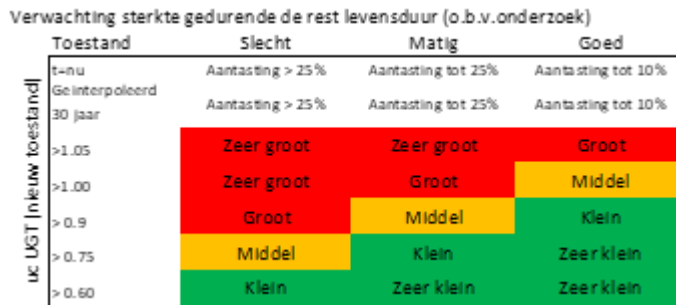
De toestand op $t= nu$ heeft betrekking op al wat direct van invloed is op de draagcapaciteit van de constructie. Bijvoorbeeld aantasting van de wapening ter plaatse van de maatgevende snedekrachten.

De unity check in UGT geeft de restcapaciteit aan/ de mate waarin degradatie kan voortschrijden gedurende de restlevensduur.

De uitkomst is een kans van falen van de constructie aan het einde van de beoogde restlevensduur. Deze wordt uitgedrukt op een 5 punt schaal, die direct als input dient voor de risico matrix.

Kans matrix 2

In onderstaande afbeelding is kans matrix 2 opgenomen.



Figuur: Kansmatrix 2

De werking van de tabel is gelijk aan tabel 1. Het verschil zit hem in een extra regel waarbij op basis van materiaalonderzoek de toestand op einde van de beoogde restlevensduur geïnterpoleerd kan worden. Dit geeft een hogere mate van zekerheid t.a.v. de verwachte toestand. Beide toestanden, t= nu en t= einde beoogde levensduur, zijn opgenomen om inzichtelijk te maken dat "een sprong" tussen de kolommen wordt voorzien.

De veronderstelde nauwkeurigheid leidt tevens tot hogere toelaatbare unity checks in UGT, t.o.v. kans matrix 1, bij een gelijkblijvende kans

2.6 Risico matrix o.b.v. kans en gevolg van falen (voorlopig risicoprofiel)

In onderstaande afbeelding is de risicomatrix opgenomen.



Figuur: Risico matrix

De input is de faalkans op basis van de kans matrix en een inschatting van het gevolg van falen. Het gevolg van falen moet gezien worden in het licht van het functioneren van het gehele object i.r.t. het falen van het beschouwde onderdeel.

De output is het vaststellen van het voorlopig risico t.a.v. de constructieve veiligheid gedurende de beoogde restlevensduur.

2.7 Nader onderzoek

Dit onderdeel dient in de verificatieberekening opgenomen te worden als advies, evt. in overleg met de asset manager/ beheerder.

Het beoogde doel is om, indien het voorlopig risico te groot is en niet voldoende beheerst kan worden, op basis van nader onderzoek het risico te verkleinen. Nader onderzoek kan bestaan uit bijvoorbeeld een verfijning in de berekening, het uitvoeren van proefbelasting etc. Bij inzet van nader onderzoek dienen kosten en baten met elkaar te worden afgewogen.

2.8 Definitief Risicoprofiel horend bij keuze beheer

Indien nader onderzoek wordt uitgevoerd is de laatste stap het vaststellen van het definitieve risicoprofiel. Uiteindelijk maakt de beheerder een keuze in wat een acceptabel risicoprofiel is voor het object. Dit is een afweging tussen financiële middelen, ambitieniveau (gewenste prestatie) en het risico. Hieraan kunnen keuzes ten grondslag liggen die buiten het kader van de verificatieberekening reiken. Eventueel kan hier door de constructeur wel in geadviseerd worden. Onderhoudsprogramma's en dergelijke kunnen worden afgestemd op de keuze die uiteindelijk wordt gemaakt.

Bijlage 12 - Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing



Notitie

Aan Steven Molleman
Van Long Ha, Ingenieursbureau, o622412416, L.Ha@amsterdam.nl
Kopie aan Ronald Damstra; Andrew Quansah
Datum 8 januari 2024
Ons kenmerk TAB 3.0 wijziging - Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing
Bijlage(n) 1 - Tabellen uit NEN-EN1991-2 en NEN8701
2 - Uitwerking voorbeeldberekening trend totaal N_{obs}
3 - Combinatie van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken
4 - N_{obs} historisch (Informatief)
5 - Trend belastinggrootte (Informatief)

Onderwerp Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
L. Ha			

Inleiding

Voor de verificatieberekening dient de hoofddraagconstructie en vermoeiingsgevoelige details ook getoetst te worden op vermoeiing volgens de NEN 8700:2011 artikel 4.1.4 en de NEN 8701:2011 artikel 5.2. De uitgangspunten voor deze vermoeiingsbelasting worden in deze notitie nader toegelicht.

Uitgangspunten

NEN-EN 1991-2; Hst 4.6 - Belastingsmodellen voor vermoeiing

Tabel NB.5 – 4.5(n) Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer. Bepaal op basis van de locatie van de brug welke N_{obs} aangehouden moet worden.

- $N_{obs} = 500.000$ voor het hoofdnet/plusnet (Verkeerscategorie 2)
- $N_{obs} = 125.000$ voor het onderliggende Amsterdamse wegennet. (Verkeerscategorie 3)

Hst 4.6.5

Voor stalen constructies FM4a

4.6.5.1 Belastingmodel 4a – verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens

Voor gewapend betonnen constructies FM4b

4.6.5.2 Belastingmodel 4b – verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens

NEN 8701; Hst 5.2 - Veranderlijke belasting in verband met vermoeiingsberekening

Conform lid 1 van NEN8701 - 5.2 heeft de trend invloed op het aantal wisselingen en op de belastinggrootte van de vermoeiingsbelasting. Voor de vermoeiingsberekening wordt initieel alleen de trend op de N_{obs} meegenomen.

N_{obs} totaal

Het totaal aantal wisselingen voor de vermoeiingsberekening voor een bestaande brug moet conform onderstaande voorbeeld worden bepaald.

Voorbeeldberekening totale N_{obs} t.b.v. vermoeiingsberekening.

Bouwjaar:	1927
Referentiejaar :	2050
Beschouwde periode:	123 jaar (=n)
Verkeerscategorie:	3 cf. tabel NB.5- 4.5
N _{obs} 2050:	125.000 cf. tabel NB.5- 4.5(n); cf. NEN8701 – 5.2 lid 1
Trend:	0,5% toename (r=1,005)

Met onderstaande vergelijking kan het aantal wisselingen bepaald worden in het eerste jaar van de brug (n=1).

Formule voor de n-de term:

$$a_n = a \times r^{(n-1)}$$

a kan bepaald worden met de vergelijking dat in het jaar 2050 het aantal 125.000 moet zijn.

$$\Rightarrow 125.000 = a \times 1,005^{(123-1)} \Rightarrow a = 125.000 / 1,005^{(123-1)} = \mathbf{68.022}$$

Door dat het aantal op n=1 bekend is, kan het totaal worden berekend met:

Formule voor de som S van de eerst n termen: eindige meetkundige reeks

$$S = a \times (1-r^n)/(1-r) \quad (\text{Voor } r \neq 1)$$

$$S = 68.022 \times (1-1,005^{123})/(1-1,005) = \mathbf{11.520.566}$$

In Bijlage 2 is de uitwerking van het voorbeeld toegevoegd en het totaal N_{obs} op twee manieren bepaald.

1. Met terugwerkende kracht het aantal per jaar bepalen en deze te sommeren.
2. Met de eindige meetkundige reeks

Hieruit komt naar voren dat het totaal N_{obs} hetzelfde is. Daarmee kan de eindige meetkundige reeks gebruikt worden om het totaal N_{obs} eenvoudig te kunnen bepalen.

Combinatie van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken

Voor de bepaling van de vermoeiingsspanningen dient voor de bepaling van de optredende spanning ook rekening gehouden te worden met gelijktijdigheid van optreden op naast elkaar gelegen rijstroken. In Bijlage 3 is dit met het voorbeeld nader uitgewerkt om tot de aantallen per vrachtwagens te komen die input zijn voor de bepaling van het schadegetal.

NEN-EN 1991-2 hst 4.6.1 lid 3

Bij verkeer in dezelfde richting moet naast de belasting op de rijstrook voor zwaar verkeer een belasting op de naastgelegen rijstrook voor overig verkeer in rekening zijn gebracht. Deze belasting treedt gelijktijdig op bij één op de tien passages van een vrachtwagen op de rijstrook voor zwaar verkeer. Voor het aantal zware vrachtwagens op de rijstrook voor zwaar verkeer moet $N_{obs,a,sl}$ volgens tabel NB.5 – 4.5(n) zijn aangehouden; voor het aantal zware vrachtwagens op de naastgelegen rijstrook moet $N_{obs,a,f} = 0,1 N_{obs,a,sl}$ zijn aangehouden. Aangenomen mag zijn dat op beide rijstroken dezelfde vrachtwagens gelijktijdig voorkomen.

Met bovenstaande toelichting wordt bedoeld dat bij de bepaling van een vermoeiingsspanning in een snede onder rijstrook 1; 90% van de $N_{obs,a,sl}$ over rijstrook 1 rijdt en 10% van de $N_{obs,a,sl}$ gelijktijdig op rijstrook 1 en de naastgelegen rijstrook rijdt. Dus de beschouwde snede zal in 10% van het aantal belast worden met een hogere vermoeiingsbelasting (2 rijstroken naast elkaar tegelijk belast).

Voor FM4a (5 voertuigen) betekent dit dat er (minimaal) 10 belastinggevallen opgesteld moeten worden om de spanning op 1 snede onder rijstrook 1 af te kunnen lezen.

- 5 belastinggevallen van een enkel voertuig
- 5 belastinggevallen met een dubbel voertuig (gelijktijdig op 2 rijstroken).

Voor FM4b (7 voertuigen) betekent dit dat er (minimaal) 14 belastinggevallen opgesteld moeten worden om de spanning op 1 snede onder rijstrook 1 af te kunnen lezen.

- 7 belastinggevallen van een enkel voertuig
- 7 belastinggevallen met een dubbel voertuig (gelijktijdig op 2 rijstroken).

Op bruggen met twee rijstroken waar het verkeer in tegengestelde richting rijdt, moet op beide rijstroken het aantal zware vrachtwagens $N_{obs,a,sl}$ volgens tabel NB.5 – 4.5(n) zijn aangehouden. In 20 % van de gevallen komt zwaar verkeer tegelijkertijd op beide rijstroken voor, $N_{obs,a,f} = 0,2 N_{obs,a,sl}$. Aangenomen mag zijn dat voor die 20 % op beide rijstroken dezelfde vrachtwagens gelijktijdig voorkomen.

Hetzelfde principe geldt net als hierboven benoemd, maar met andere percentages.

Bijlage 1 – Tabellen belastingsmodellen voor vermoeiing**NEN-EN 1991-2; Hst 4.6 - Belastingsmodellen voor vermoeiing**

Tabel NB.5 – 4.5(n) Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer.

- (3) Voor de verkeerscategorieën en het aantal zware voertuigen per jaar moet tabel NB.5 – 4.5(n) zijn toegepast. Elke theoretische rijstrook moet zijn beschouwd als een rijstrook voor zwaar verkeer, tenzij in de projectspecificatie anders is omschreven.

Tabel NB.5 – 4.5(n) — Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer

Verkeerscategorie	$N_{obs,a,sl}$ per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer
1 Autosnelwegen (A-wegen) en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	$2,0 \times 10^6$
2 (Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	$0,5 \times 10^6$
3 Wegen met weinig vrachtverkeer	$0,125 \times 10^6$
4 Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	$0,05 \times 10^6$

Opmerking

De aantallen zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer $N_{obs,a,sl}$ zijn inclusief de trend.

NEN 8701; Hst 5.2 - Veranderlijke belasting in verband met vermoeiingsberekening**5.2 Veranderlijke belasting in verband met vermoeiingsberekening**

- (1) Een bestaande constructie heeft op het moment van herberekenen al een geschiedenis achter de rug. Die geschiedenis moet zijn vertaald naar opgetreden belastingswisselingen. De voor de hand liggende methode daarbij is dat, bij gebrek aan feitelijke informatie, gedaan is alsof vanaf het tijdstip van ingebruikneming van het bouwwerk, ieder jaar de van toepassing zijnde aantallen wisselingen uit tabel 4.5 van NEN-EN 1991-2+C1 in werkelijkheid zijn opgetreden. Hierbij mogen de gemiddelde trends zijn verdisconteerd, waardoor de in rekening te brengen belastingen uit het verleden lager, en die in de toekomst hoger zijn dan nu theoretisch het geval is.

Bij toepassing van de belastingsmodellen 1 t/m 4 mag men voor de trendberekening in de belastingsgrootte over een periode van 50 jaar gebruik maken van tabel 2. Voor de trend in de aantallen wisselingen mag men, indien een meer nauwkeurige analyse ontbreekt, uitgaan van een stijging van 0,5 % per jaar. De aantallen in de Eurocode worden geacht de waarde in het jaar 2050 weer te geven. Reducties van belastingen uit het verleden moeten zijn gebaseerd op een trend van 0,2 % per jaar.

- (2) Indien door meting aannemelijk gemaakt is dat belastingen en aantallen wisselingen daadwerkelijk lager zijn dan waarvan is uitgegaan in deze norm, dan mogen deze lagere waarden worden aangehouden.
- (3) Voor betonnen constructies of onderdelen daarvan moet gebruik zijn gemaakt van de belastingsmodellen voor vermoeiing 1, 4b of 5. Voor stalen constructies of onderdelen daarvan moet gebruik zijn gemaakt van de belastingsmodellen voor vermoeiing 4a, 5 of van het nader gedetailleerde belastingsmodel voor vermoeiing als weergegeven in [bijlage A](#).
- (4) Bij toepassing van lastbeperking door bord C07 "Gesloten voor vrachtoertuigen" mag voor bijkomende vermoeiingsschade, het aantal vrachtwagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer $N_{obs} = 0$ zijn gekozen.

Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing

Bijlage 2 – Uitwerking bepaling trend N_{Obs}

Nobs 2050		125000		
Belastinggroot 2050		100%		
referentiejaar		2050 ref jaar		
stichtingsjaar brug		1927 bouwjaar		
n =		123 te beschouwen jaren		meetkundige reeks formule
r1 = toename Nobs per jaar vanaf n1 = 0,5% => 1,005		1,005 toename Nobs		
r2 = toename belastinggrootte per jaar vanaf n1 = 0,2% => 1,002		1,002 toename belastinggrootte	S	11520566 totaal Nobs in het jaar 2050
jaar	n	Nobs trend	Belastinggrootte (informatief)	"= a"
1928	1	68022		78,4%
1929	2	68362		78,5%
1930	3	68704		78,7%
1931	4	69048		78,8%
1932	5	69393		79,0%
1933	6	69740		79,2%
1934	7	70089		79,3%
1935	8	70439		79,5%
1936	9	70791		79,6%
1937	10	71145		79,8%
1938	11	71501		79,9%
1939	12	71858		80,1%
1940	13	72218		80,3%
1941	14	72579		80,4%
1942	15	72942		80,6%
1943	16	73306		80,8%
1944	17	73673		80,9%
1945	18	74041		81,1%
1946	19	74411		81,2%
1947	20	74783		81,4%
1948	21	75157		81,6%
1949	22	75533		81,7%
1950	23	75911		81,9%
1951	24	76290		82,1%
1952	25	76672		82,2%
1953	26	77055		82,4%
1954	27	77440		82,5%
1955	28	77828		82,7%
1956	29	78217		82,8%
1957	30	78608		83,0%
1958	31	79001		83,2%
1959	32	79396		83,4%
1960	33	79793		83,5%
1961	34	80192		83,7%
1962	35	80593		83,9%
1963	36	80996		84,0%
1964	37	81401		84,2%
1965	38	81808		84,4%
1966	39	82217		84,5%
1967	40	82628		84,7%
1968	41	83041		84,9%
1969	42	83456		85,1%
1970	43	83874		85,2%
1971	44	84293		85,4%
1972	45	84714		85,6%
1973	46	85138		85,7%
1974	47	85564		85,9%
1975	48	85991		86,1%
1976	49	86421		86,3%
1977	50	86854		86,4%
1978	51	87288		86,6%
1979	52	87724		86,8%
1980	53	88163		86,9%
1981	54	88604		87,1%
1982	55	89047		87,3%
1983	56	89492		87,5%
1984	57	89939		87,6%
1985	58	90389		87,8%
1986	59	90841		88,0%
1987	60	91295		88,2%
1988	61	91752		88,3%
1989	62	92210		88,5%
1990	63	92672		88,7%
1991	64	93135		88,8%
1992	65	93601		89,1%
1993	66	94069		89,2%
1994	67	94539		89,4%
1995	68	95012		89,6%
1996	69	95487		89,8%
1997	70	95964		90,0%
1998	71	96444		90,1%
1999	72	96926		90,3%
2000	73	97411		90,5%
2001	74	97898		90,7%
2002	75	98387		90,9%
2003	76	98879		91,0%
2004	77	99374		91,2%
2005	78	99871		91,4%
2006	79	100370		91,6%
2007	80	100872		91,8%
2008	81	101376		92,0%
2009	82	101883		92,1%
2010	83	102392		92,3%
2011	84	102904		92,5%
2012	85	103419		92,7%
2013	86	103936		92,8%
2014	87	104456		93,1%
2015	88	104978		93,2%
2016	89	105503		93,4%
2017	90	106030		93,6%
2018	91	106560		93,8%
2019	92	107093		94,0%
2020	93	107629		94,2%
2021	94	108167		94,4%
2022	95	108708		94,6%
2023	96	109251		94,7%
2024	97	109797		94,9%
2025	98	110346		95,1%
2026	99	110898		95,3%
2027	100	111453		95,5%
2028	101	112010		95,7%
2029	102	112570		95,9%
2030	103	113133		96,1%
2031	104	113699		96,3%
2032	105	114267		96,5%
2033	106	114838		96,7%
2034	107	115413		96,9%
2035	108	115990		97,0%
2036	109	116570		97,2%
2037	110	117152		97,4%
2038	111	117738		97,6%
2039	112	118327		97,8%
2040	113	118918		98,0%
2041	114	119513		98,2%
2042	115	120111		98,4%
2043	116	120711		98,6%
2044	117	121315		98,8%
2045	118	121921		99,0%
2046	119	122531		99,2%
2047	120	123144		99,4%
2048	121	123759		99,6%
2049	122	124378		99,8%
2050	123	125000		100,0%
Totaal Nobs in 2050		11520566		
Totaal belastinggrootte 2050		10916,1%		

Formule voor de n-de term:
 Als a de eerste term van de reeks is en r de reden (het getal waarmee elke term wordt vermenigvuldigd om de volgende term te krijgen), dan is de n-de term a_n gegeven door:

$$a_n = a \times r^{(n-1)}$$

Formule voor de som S van de eerste n termen:
 1. **Eindige meetkundige reeks:** Als de reeks een eindig aantal n termen heeft, dan is de som S van deze termen:

$$S = a \times \frac{1 - r^n}{1 - r} \quad (\text{voor } r \neq 1)$$

 Als $r = 1$, dan is de som simpelweg $S = a \times n$.

2. **Ooneindige meetkundige reeks:** Als de reeks oneindig is en $|r| < 1$, dan convergeert de reeks naar:

$$S = \frac{a}{1 - r}$$






 Voor $|r| \geq 1$ convergeert de som van een oneindige meetkundige reeks niet.

Ri hoop dat dit je een duidelijk beeld geeft van de formules die gebruikt worden bij meetkundige reeksen. Heb je nog meer vragen of wil je een voorbeeld zien?

Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeiing

Bijlage 3 – Combinatie van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken




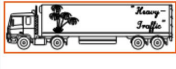



Tabel NB.6 – 4.7 — Verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens voor belastingsmodel 4a

Type voertuig Afbeelding van de vrachtwagen	Verkeerstype					Wiel- type
	Afstand tussen de assen	Gelijkwaardige aslast	Lange afstand	Middellange afstand	Lokaal verkeer	
	m	kN	% ^a	% ^a	% ^a	
	4,5	70 130	20,0	50,0	80,0	A B
	4,20 1,30	70 120 120	5,0	5,0	5,0	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90	40,0	20,0	5,0	A B C C
	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	25,0	15,0	5,0	A B C C
	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	10,0	5,0	A B C C

^a Percentage vrachtwagens.

Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeing

Tabel NB.8 — Verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens voor belastingsmodel 4b

Type voertuig	Verkeerstype					Wiel- type	
	Afbeelding van de vrachtwagen	Afstand tussen de assen	Gelijkwaardige aslast	Lange afstand	Middellange afstand		Lokaal verkeer
		m	kN	% a	% a	% a	
		4,5	70 130	20,0	50,0	80,0	A B
		1,50 2,40 1,30	70 120 120 120	7,0	4,0	4,0	A C B B
		3,20 5,20 1,30 1,30	70 130 100 100 90	37,0	20,0	5,0	A B C C C
		3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	20,0	12,0	4,0	A B C C
		4,80 3,60 4,40 1,30	70 150 80 80 70	10,0	10,0	5,0	A B C C C
		3,20 1,30 4,40 1,80 1,80	80 160 100 100 100 100	4,5	3,0	1,5	A B C C C C
		3,20 1,40 4,40 1,30 1,30 1,30	70 180 170 80 80 80 90	1,5	1,0	0,5	A B C C C C

Uitgangspunten voor verificatieberekening vermoeding

Table with columns for 'Naam', 'WV1', 'WV2', 'WV3', 'WV4', 'WV5', 'WV6', 'WV7', 'WV8', 'WV9', 'WV10', 'WV11', 'WV12', 'WV13', 'WV14', 'WV15', 'WV16', 'WV17', 'WV18', 'WV19', 'WV20', 'WV21', 'WV22', 'WV23', 'WV24', 'WV25', 'WV26', 'WV27', 'WV28', 'WV29', 'WV30', 'WV31', 'WV32', 'WV33', 'WV34', 'WV35', 'WV36', 'WV37', 'WV38', 'WV39', 'WV40', 'WV41', 'WV42', 'WV43', 'WV44', 'WV45', 'WV46', 'WV47', 'WV48', 'WV49', 'WV50'. The table contains a large grid of numerical data points.

Bijlage 4 – N_{obs} historisch (Informatief)

N_{obs} in het verleden

Mocht er uit de vermoeiingberekening een schadegetal > 1,0 uitkomen, is er nog een mogelijkheid om het totale N_{obs} aan te passen. Door methode 1 te gebruiken kan per jaartal het N_{obs} bepaald worden op basis van de trend. De methode is omslachtig maar biedt wel mogelijkheden om het N_{obs} aan te passen per jaartal. De ervaring leert dat de berekende N_{obs} op basis van de trend, nog aan de conservatieve kant is en dat het N_{obs} aangepast kan worden op basis van historische gegevens.

Als we het voorbeeld er weer bij pakken komt naar voren dat in het jaar 1928, 68.022 wisselingen aanwezig waren. In dat jaar waren bij lange na niet zo veel vrachtwagens geregistreerd bij de RDW, waardoor we kunnen aannemen dat het N_{obs} bij de brug ook aanzienlijk lager zou zijn. Om hier een betere inschatting van te kunnen maken is naar de volgende bronnen gekeken die iets kunnen zeggen over het N_{obs} in het verleden gerelateerd aan bepaalde periodes.





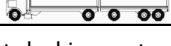
CBS – Geregistreeerde motorvoertuigen vanaf 1927

Op basis van deze data proberen we een correlatie te leggen tussen de geregistreeerde zware motorvoertuigen > 3,5 ton en het N_{obs} wat we aanhouden voor de vermoeiingsberekening. Het belangrijkste wat we uit deze dataset kunnen halen is de trend van het gemotoriseerd verkeer en dat in de periode van de tweede wereldoorlog (1941-1945) er veel lagere aantal geregistreeerde voertuigen rondreden (los van de Duitse voertuigen). Bij de berekening volgens de trend wordt hier geen rekening mee gehouden.

Duitse Richtlijn voor de herberekening van bestaande verkeersbruggen

In deze Richtlijn is een tabel gegeven voor de N_{obs} per jaartal verkeerscategorie 3 – lokaal verkeer.

Tabelle 10.7 Modifiziertes Ermüdungslastmodell 4 für Verkehrskategorie 3 („Ortsverkehr“)

1	2	3	4	5	6
Zeitraum	bis 1950	1950 - 1970	1970 - 1990	1990 - 2010	ab 2010
N _{obs} je Jahr für Fahrstreifen 1	0,05 · 10 ⁶	0,1 · 10 ⁶	0,25 · 10 ⁶	0,5 · 10 ⁶	0,6 · 10 ⁶
Verkehrszusammensetzung in %					
	90	90	90	80	80
	5	5	5	5	5
	-	-	-	5	5
	-	-	-	5	5
	5	5	5	5	5

De tabel is van toepassing voor de Duitse verkeerscategorie 3, maar ook hier kunnen we een correlatie leggen tussen de N_{obs} (600.000) van Duitsland en de N_{obs} (125.000) van Nederland. Hier zit een verhouding tussen van een factor 4,8. Het doel is om het conservatisme in de N_{obs} trend in de jaren voor 1950 eruit te halen om te komen tot realistischere N_{obs}. In eerste instantie dient dus uit te worden gegaan van N_{obs} trend; waarna vervolgens met een gevoeligheidsanalyse bepaald worden wat de impact van de N_{obs} is op het schadegetal van de vermoeiingsberekening.

Bijlage 5 - Trend belastinggrootte (informatief)

De NEN8701 – 5.2 lid 1; schrijft voor dat de belastingen uit het verleden moeten zijn gebaseerd op een trend van 0,2% per jaar. Om deze trend in te voeren in een rekenprogramma kost het per belastinggeval per jaar ontzettend veel tijd. Om wel inzicht te krijgen over hoeveel procent de belastinggrootte lager is, kan met onderstaande voorbeeld dit worden berekend.

Voorbeeldberekening gewogen reductie belastinggrootte t.b.v. vermoeiingsberekening.

Bouwjaar: 1927
Referentiejaar : 2050
Beschouwde periode: 123 jaar (=n)
Trend: 0,2% toename (r=1,002)

De belastinggrootte wordt geacht in 2050 100% te zijn van de opgegeven vermoeiingsbelasting cf. NEN-EN 1991-2.

Met onderstaande vergelijking kan het de belastinggrootte bepaald worden in het eerste jaar van de brug (n=1).

Formule voor de n-de term:

$$a_n = a \times r^{(n-1)}$$

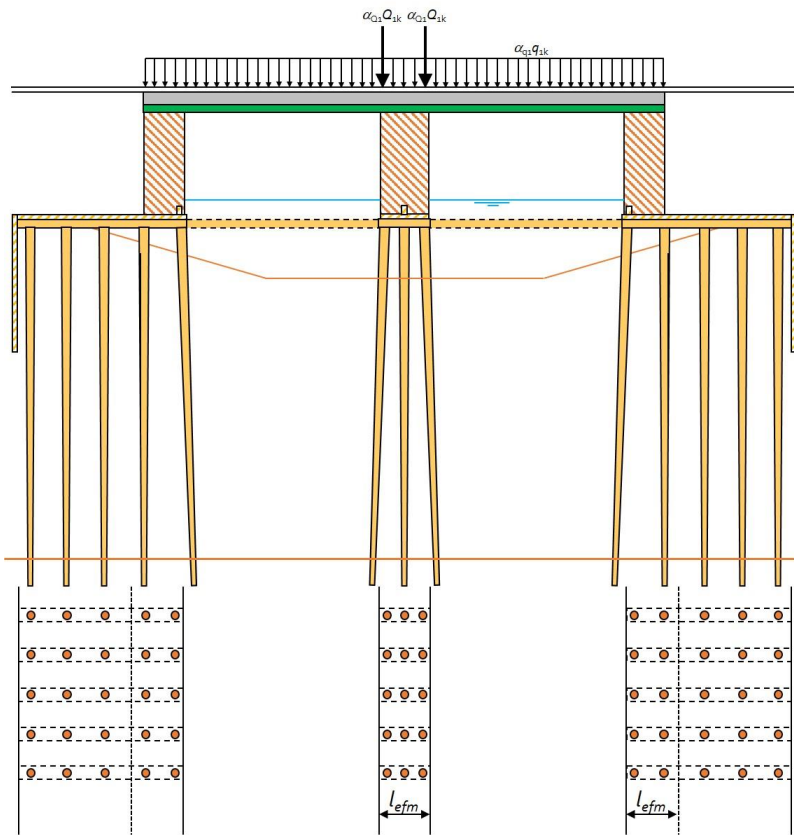
a kan bepaald worden met de vergelijking dat in het jaar 2050 de belastinggrootte 100% is.

$$\Rightarrow 100\% = a \times 1,002^{(123-1)} \Rightarrow a = 100\% / 1,002^{(123-1)} = \mathbf{78,4\%}$$

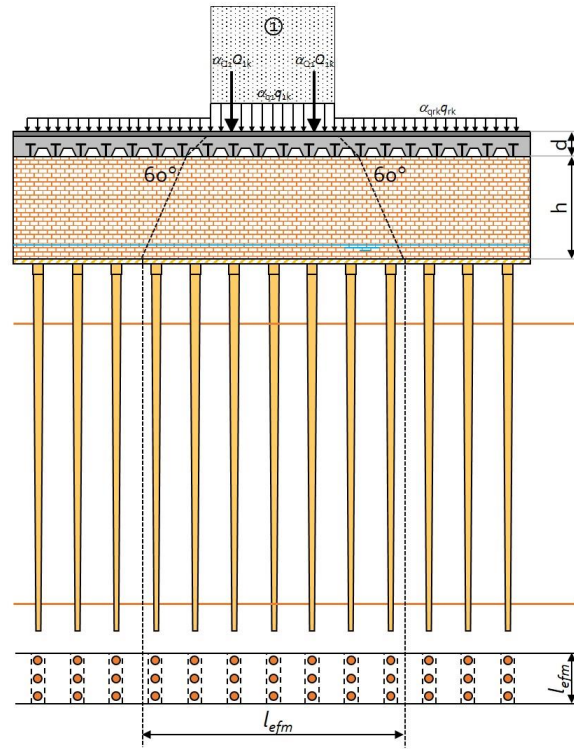
Dit percentage kan per jaar bepaald worden om vervolgens in 2050 te komen tot de 100%.

Bijlage 13 - Principe bepaling effectieve lengte draagvlak l_{efm} brug

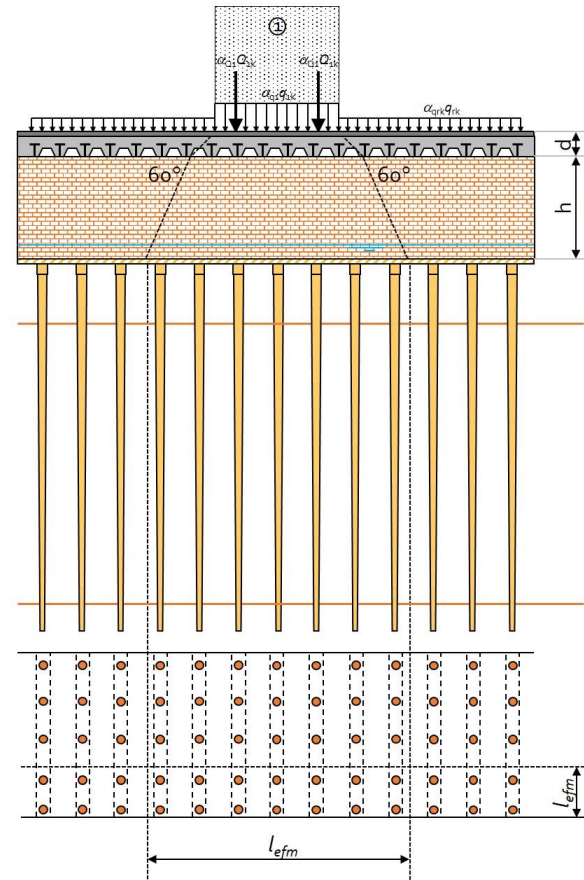
Langdoorsnede brug



Aanzicht pijler



Aanzicht landhoofd



Bijlage 14 - Voorbeelden interpretatie dikte zachte schil in de tijd

Interpretatie houtmonsteranalyse

BRU0198

Houtmonster	Bouwjaar	Referentiejaar t=0	Restlevensduur t=30 jaar	Houtsoort	Paalkop- diameter (mm)	Dikte spinhout (mm)	Dikte kernhout (mm)	Aantasting t = 0 (mm)	Aantasting t = 30 jaar (mm)
BRU0198-P1.1	1910	2020	2053	Grenen	223	37	149	37	37
BRU0198-P1.2	1910	2020	2053	Vuren	216	29	158	29	29
BRU0198-P1.3	1910	2020	2053	Grenen	237	47	143	17	22
BRU0198-P1.4	1910	2020	2053	Vuren	227	39	149	39	39
BRU0198-P1.5	1910	2020	2053	Vuren	253	0	0	47	61
BRU0198-P1.6	1910	2020	2053	Vuren	218	0	0	18	23
BRU0198-P2.1	1910	2020	2053	Grenen	226	55	116	16	21
BRU0198-P2.2	1910	2020	2053	Vuren	231	56	119	56	56
BRU0198-P2.3	1910	2020	2053	Vuren	215	0	0	10	13
BRU0198-P2.4	1910	2020	2053	Vuren	216	5	0	5	5
BRU0198-P2.5	1910	2020	2053	Grenen	235	37	161	37	48
BRU0198-P2.6	1910	2020	2053	Vuren	221	0	0	38	49
Gemiddelde					227			29	34
Standaardafwijking					11			16	18

Legenda

Houtmonster	: Houtboormonstername uit specifieke paal
Bouwjaar	: Leeftijd brug
Referentiejaar t = 0	: Jaartal houtmonstername
Restlevensduur t = 30 jaar	: Jaartal over 30 jaar
Constructieonderdeel	: Codering volgens tekening
Houtsoort	: Dennen, vuren of grenen
Paalkopdiameter	: Zie houtmonsteranalyse
Dikte spinhout	: Zie houtmonsteranalyse
Dikte kernhout	: Zie houtmonsteranalyse
Aantasting t = 0	: Bacteriële aantasting op t = 0
Aantasting t = 30 jaar	: Bacteriële aantasting op t = 30 jaar

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

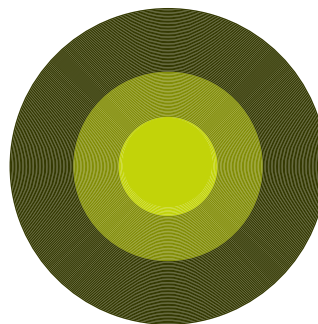
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.1

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,2 N/mm ²		
Houtsoort:	Grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,2 N/mm ²		
Paaldiameter:	223 mm	Draagvermogen kop, huidig:	165 kN		
Lengte spinthout:	37 mm				
Lengte tot hart paal:	92 mm	Zachte schil huidig:	37 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	37 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	18	Zeer ernstig	464	182,3	0 ¹⁾
2	19	Zeer ernstig	440	197,2	0 ¹⁾
3	26	Niet aangetast	175	396,1	11
4 (kern)	29	Niet aangetast	158	423,1	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (venstervormige kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een grenen paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

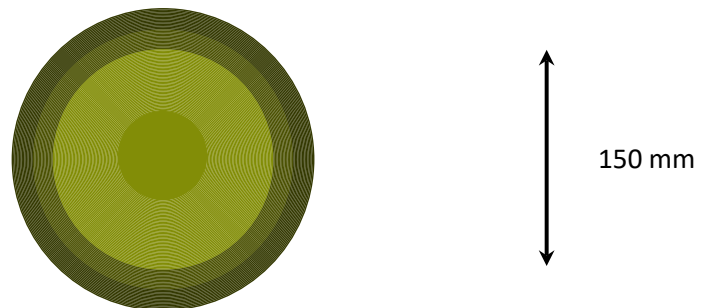
085 489 01 30
 085 489 01 21
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.2

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,8 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,6 N/mm ²		
Paaldiameter:	216 mm	Draagvermogen kop, huidig:	249 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	107 mm	Zachte schil huidig:	29 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	37 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	15	Zeer ernstig	479	178,3	0 ¹⁾
2	14	Ernstig	324	245,0	4
3	38	Niet aangetast	174	310,6	11
4 (kern)	40	Niet aangetast	187	303,4	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

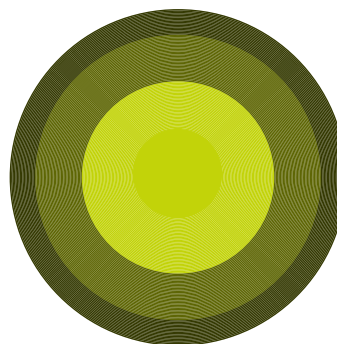
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.3

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	7,7 N/mm ²		
Houtsoort:	Grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	6,0 N/mm ²		
Paaldiameter:	237 mm	Draagvermogen kop, huidig:	341 kN		
Lengte spinthout:	47 mm				
Lengte tot hart paal:	109 mm	Zachte schil huidig:	17 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	22 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	17	Ernstig	393	208,6	0 ¹⁾
2	30	Matig	227	328,2	8
3	30	Niet aangetast	146	396,6	14
4 (kern)	32	Niet aangetast	141	395,0	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (venstervormige kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een grenen paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

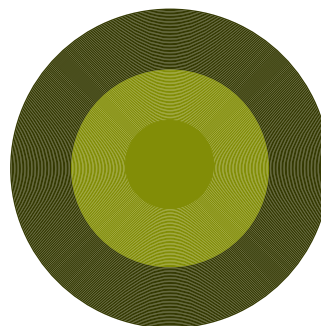
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.4

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,0 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	2,2 N/mm ²		
Paaldiameter:	227 mm	Draagvermogen kop, huidig:	160 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	102 mm	Zachte schil huidig:	39 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	50 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	9	Zeer ernstig	424	200,0	0 ¹⁾
2	30	Ernstig	390	213,6	0 ¹⁾
3	31	Niet aangetast	192	354,9	10
4 (kern)	32	Niet aangetast	183	359,4	11

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

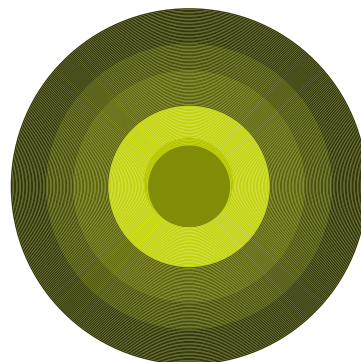
085 489 01 30
 085 489 01 21
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.5

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,4 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,0 N/mm ²		
Paaldiameter:	253 mm	Draagvermogen kop, huidig:	271 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	135 mm	Zachte schil huidig:	47 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	60 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	27	Zeer ernstig	398	189,1	0 ¹⁾
2	20	Ernstig	324	235,8	4
3	27	Licht	214	290,5	9
4	30	Niet aangetast	158	331,4	13
5 (kern)	31	Niet aangetast	164	335,1	12

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

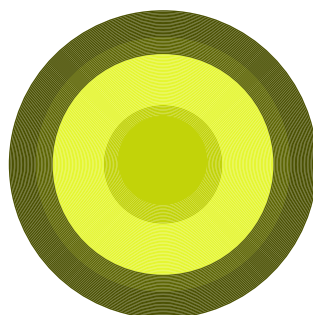
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P1.6

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,7 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	9,2 N/mm ²		
Paaldiameter:	218 mm	Draagvermogen kop, huidig:	399 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	105 mm	Zachte schil huidig:	18 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	23 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	18	Ernstig	342	225,0	4
2	12	Matig	233	305,6	8
3	35	Niet aangetast	121	411,5	17
4 (kern)	40	Niet aangetast	138	446,4	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën. Monster (deels) gedesintegreerd wat volumebepaling niet mogelijk maakt.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

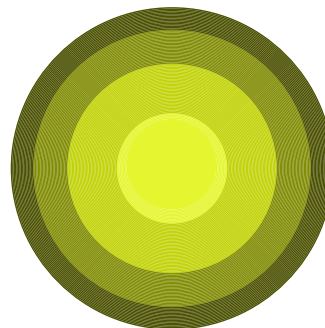
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.1

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,2 N/mm ²		
Houtsoort:	Grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	9,0 N/mm ²		
Paaldiameter:	226 mm	Draagvermogen kop, huidig:	410 kN		
Lengte spinthout:	55 mm				
Lengte tot hart paal:	114 mm	Zachte schil huidig:	16 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	20 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	16	Ernstig	332	231,4	4
2	24	Matig	200	355,8	10
3	35	Niet aangetast	147	432,8	14
4 (kern)	39	Niet aangetast	120	427,3	17

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (venstervormige kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een grenen paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

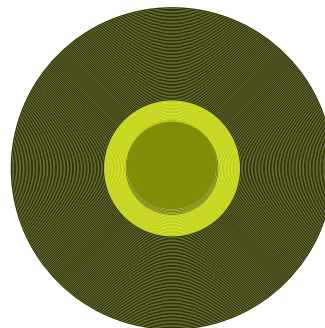
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.2

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,2 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,7 N/mm ²		
Paaldiameter:	231 mm	Draagvermogen kop, huidig:	134 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	97 mm	Zachte schil huidig:	56 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	71 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	28	Zeer ernstig	488	149,1	0 ¹⁾
2	28	Ernstig	365	218,7	3
3	13	Niet aangetast	145	402,7	14
4 (kern)	28	Niet aangetast	188	325,2	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

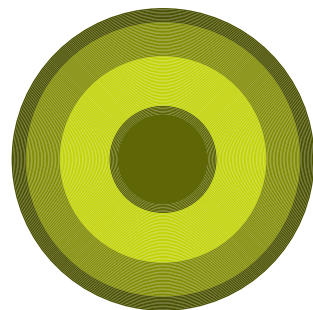
085 489 01 30
 085 489 01 21
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.3

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,3 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	10,0 N/mm ²		
Paaldiameter:	215 mm	Draagvermogen kop, huidig:	374 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	104 mm	Zachte schil huidig:	0 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	0 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	10	Matig	276	254,4	6
2	23	Licht	200	344,7	10
3	34	Niet aangetast	146	356,1	14
4 (kern)	37	Niet aangetast	211	304,3	9

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

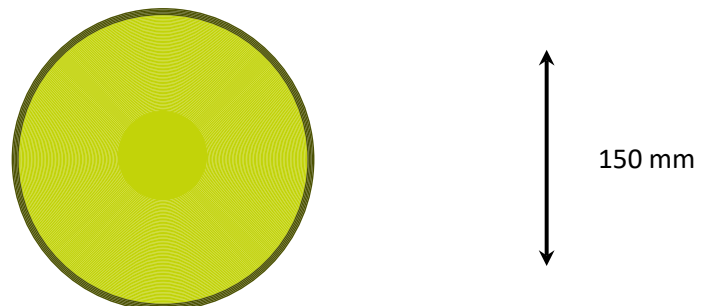
085 489 01 30
 085 489 01 21
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.4

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	12,4 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	12,2 N/mm ²		
Paaldiameter:	216 mm	Draagvermogen kop, huidig:	456 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	104 mm	Zachte schil huidig:	5 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	6 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	5	Ernstig	331	224,1	4
2	35	Niet aangetast	153	319,7	13
3	30	Niet aangetast	162	335,2	13
4 (kern)	34	Niet aangetast	134	448,1	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën. Monster (deels) gedesintegreerd wat volumebepaling niet mogelijk maakt.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.
 Marconiweg 2
 4131 PD Vianen
 Postbus 106
 4130 EC Vianen

085 489 01 30
 085 489 01 21
 info@nebest.nl
 www.nebest.nl

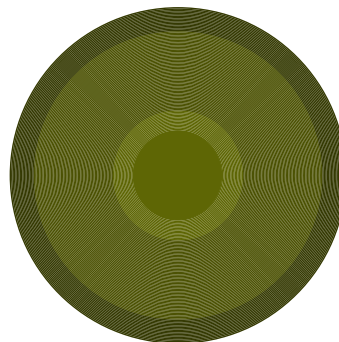
Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.5

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,9 N/mm ²
Houtsoort:	Grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,1 N/mm ²
Paaldiameter:	235 mm	Draagvermogen kop, huidig:	170 kN
Lengte spinthout:	37 mm		
Lengte tot hart paal:	98 mm	Zachte schil huidig:	14 mm
		Zachte schil na 30 jaar:	18 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	14	Ernstig	473	177,4	0 ¹⁾
2	23	Matig	342	234,8	4
3	23	Niet aangetast	268	284,6	6
4 (kern)	38	Niet aangetast	219	311,8	8

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (venstervormige kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een grenen paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

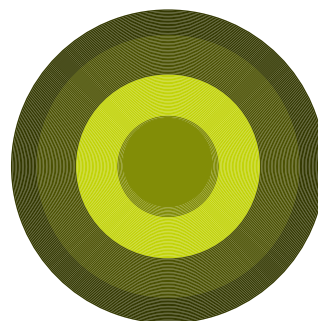
085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-048
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: Brug 198
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Nummer houtmonster: BRU0198-P2.6

Bouwjaar constructie:	1910	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,6 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,8 N/mm ²		
Paaldiameter:	221 mm	Draagvermogen kop, huidig:	253 kN		
Lengte spinthout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	92 mm	Zachte schil huidig:	15 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	19 mm *)		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	15	Ernstig	368	222,9	0 ¹⁾
2	23	Matig	270	290,6	6
3	24	Niet aangetast	148	414,8	14
4 (kern)	30	Niet aangetast	175	404,3	11

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



150 mm

Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (picioide kruisvlakstippels, harsgangen, uniseriële hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een vuren paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.