



Analyse fietsverbinding Boerhaavelaan Oost

Analyse op de varianten voor een
fietsverbinding aan de Boerhaavelaan Oost

projectnummer 0413188.135
definitief revisie 3.0
6 maart 2020

Analyse fietsverbinding Boerhaavelaan Oost

Analyse op de varianten voor een fietsverbinding aan de Boerhaavelaan Oost

projectnummer 0413188.135

definitief revisie 3.0
6 maart 2020

Auteurs

Arjen Francke
Bart Geerts

Opdrachtgever

Gemeente Haarlem
Grote Markt 2
2011 RD HAARLEM

datum vrijgave	beschrijving revisie 3.0	goedkeuring	vrijgave
	definitief	J. van Veen	L. V. Ledeboer

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doelstelling	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Uitgangspunten	4
3	Voorlopig Ontwerp, Varianten en Criteria	6
3.1	Voorlopig Ontwerp	6
3.2	Varianten	8
3.3	Criteria	9
3.4	Methodiek	10
4	Beschouwing Voorlopig Ontwerp	12
5	Multicriteria-analyse varianten (MCA)	14
6	Analyse uitkomsten MCA	19
6.1	Scores	19
6.2	Analyse variant 4 ten opzicht van het VO (variant 0)	19
6.3	Aandachtspunten en optimalisaties bij uitwerken Variant 4	20
7	Conclusie	21
Bijlage 1	Ontwerptekeningen	
Bijlage 2	Hoofdrapport herberekening Wilsonbrug	
Bijlage 3	Rapport en simulatie onderzoek rechtaf-strook Boerhaavelaan Oostzijde	

1 Inleiding

De kruispunten Amerikaweg - Schipholweg en Amerikaweg - Boerhaavelaan zijn op verschillende niveaus van groot belang:

- de kruispunten vormen essentiële uitwisselpunten voor snel- en langzaam verkeer van, naar en door de wijken Schalkwijk en Haarlem-Oost;
- de kruispunten liggen op belangrijke invalswegen voor de stad als geheel;
- de kruispunten zijn onderdeel van de regionale verkeersstructuur (N205) en de ring om Haarlem.

Vanwege de functies op bovenstaande drie niveaus zijn de kruispunten erg druk, waardoor de verkeersdoorstroming vermindert. De status als 'provinciale weg', van zowel de Schipholweg (N205) als de Boerhaavelaan (N232), maakt dat veel belang is gehecht aan een goede doorstroming van autoverkeer ten gunste van de bereikbaarheid van Schalkwijk, Haarlem-Oost, de stad en de regio. Dit heeft geleid tot de volgende procesgang:

- Met de Motie Entree Oost - Betere doorstroming Schalkwijk (dec 2015) heeft de raad het college opgedragen met concrete voorstellen te komen om de doorstroming op de kruispunten aanzienlijk te verbeteren.
- Met de Motie Entree Oost - Betere doorstroming Schalkwijk (dec 2015) heeft de raad het college opgedragen met concrete voorstellen te komen om de doorstroming op de kruispunten aanzienlijk te verbeteren.
- Met het onderzoek 'Verkenning aanpak kruispunten Schipholweg en Amerikaweg' heeft Goudappel Coffeng eind 2016 een aanzet gegeven richting verbetermaatregelen. Voor het kruispunt Amerikaweg - Boerhaavelaan betekent dit: extra rijstroken nodig voor afslaand verkeer in noordelijke richting. Daarnaast is op de Amerikaweg van zuid naar noord een extra rechtdoorgaande rijstrook nodig bij dit kruispunt.
- In 2018 heeft de gemeente Haarlem aan Antea Group opdracht gegeven om het ontwerp voor de kruispunten Amerikaweg, zoals door Goudappel Coffeng middels de verkenning is bepaald, verder uit te werken naar een Voorlopig Ontwerp en vervolgens naar een (bestuurlijk) Definitief Ontwerp;
- Voor het project is in 2018 een Voorlopig Ontwerp (VO) opgesteld, dat april - mei 2019 ter inspraak heeft gelegen.
- Ingegeven door een aantal reacties, zienswijzen op, en een tweetal aangenomen moties in de gemeenteraad over het VO, is gebleken dat het VO op twee onderdelen onvoldoende draagvlak heeft onder de betrokken stakeholders, namelijk ten aanzien van:
 - 1) De inpassing van de fietsverbinding op de Boerhaavelaan Oost, en;
 - 2) de oversteekbaarheid van de Schipholweg, aan de oostzijde van de kruising Amerikaweg - Schipholweg.

Voorliggende variantenstudie met MCA richt zich op de inpassing van de fietsverbinding op de Boerhaavelaan Oost.

1.1 Aanleiding

De Motie “Ook fietspad zuidzijde Boerhaavelaan Oost met gebruik van de ventwegen” is d.d. 18 april 2019 aangenomen in de gemeenteraad en geeft de directe aanleiding tot het onderzoek naar de mogelijkheden. In deze motie verzoekt het college te onderzoeken of het mogelijk is:

- een tweerichtingenfietspad aan de zuidzijde toe te voegen vanaf de Amerikaweg tot aan het Zuster Rebelpad inclusief fietsbrug over de Amerikavaart, met behoud van het nu ingetekende fietspad aan de noordzijde;
- Het daarbij voor fietsers tussen het Zuster Rebelpad en de Professor Eijkmanlaan, mogelijk te maken in twee richtingen gebruik te maken van de ventwegen aan de zuidzijde van de Boerhaavelaan Oost (Frederik Ruyschstraat, Jan van der Horststraat en Malpighistraat).

De motie op het ingediende VO is voor het projectteam van de gemeente Haarlem aanleiding geweest om de inpassing van de fietsverbinding op de Boerhaavelaan Oost opnieuw te beschouwen. In dit document worden via een multi-criteria-analyse (MCA) vijf varianten beschouwd op het VO (VO = variant 0), waarbij de twee bovenstaande punten in de motie zijn verwerkt in een aantal van deze varianten.

In januari 2020 is er een werksessie gehouden met de Commissie Beheer, die aanleiding heeft gegeven tot het bijwerken van voorliggende variantenstudie. Tijdens de werksessie is er een nieuwe variant ingebracht, die benoemd wordt in de uitgangspunten in Hoofdstuk 2, maar niet als variant wordt meegenomen in de MCA.

1.2 Doelstelling

Deze MCA is opgesteld met als doel inzicht te geven in de mogelijkheden van:

- Een tweerichtingenfietspad aan de zuidzijde van de Boerhaavelaan Oost, vanaf de kruising met de Amerikaweg tot het Zuster Rebelpad;
- Het gebruik van de ventwegen aan de zuidzijde van de Boerhaavelaan Oost voor fietsverkeer in twee richtingen tussen het Zuster Rebelpad en de Professor Eijkmanlaan.

Bij het opstellen van de MCA zijn 6 varianten (inclusief het VO) vergeleken met de huidige situatie. De beschouwde varianten zijn vervolgens gekozen op basis van technische kennis, verkeerskundige gegevens en expert judgement. Door middel van een MCA worden de varianten gescoord op zeven relevante ontwerpcriteria beschreven worden in Hoofdstuk 3.3.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk zijn de algemene uitgangspunten beschreven die voor deze MCA zijn gehanteerd.

In hoofdstuk 3 is de invulling van het raamwerk voor de MCA-matrix vormgegeven, middels het beschrijven van:

- het VO, dat ter inspraak heeft gelegen,
- de varianten die zijn beschouwd in de MCA, en,
- de criteria waarop de varianten zijn beoordeeld plus de wijze waarop de criteria zijn meegewogen.

In hoofdstuk 4 is het VO vergeleken met de bestaande situatie, met behulp van de opgestelde MCA-matrix. Deze vergelijking geeft een referentiescore ten opzichte van de bestaande situatie (met uitzondering van de score op het criterium Investeringskosten) en geeft inzicht en onderbouwing van de ontwerpkeuzen van het VO.

Vervolgens is in hoofdstuk 5 de MCA-matrix ingevuld voor de varianten, met een score ten opzichte van de huidige situatie. In hoofdstuk 6 zijn de scores van de verschillende varianten geanalyseerd. Tot slot is in hoofdstuk 7 een conclusie gegeven op basis van de gehele analyse, aangevuld met aanbevelingen voor het vervolg.

2 Uitgangspunten

In dit variantenonderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De MCA voor het onderdeel oversteekbaarheid Schipholweg is een separaat document.
- Alvorens de MCA is opgesteld, heeft er overleg plaatsgevonden met betrokken stakeholders, waarbij deze ook hun ideeën over de fietsverbinding Boerhaavelaan Oost hebben ingebracht. De beschouwde varianten zijn vervolgens gekozen op basis van kennis van de belangen, standpunten en plannen van betrokken stakeholders (zoals opgehaald in de gevoerde stakeholdersgesprekken), technische kennis, verkeerskundige gegevens en expert judgement.
- Het VO is allereerst getoetst aan de bestaande situatie, om zodoende een referentie te hebben ten opzichte van de bestaande situatie. Hiermee wordt inzicht gegeven in de ontwerpkeuzen van het VO. Het criterium Investeringskosten is in deze zin afwijkend, omdat deze niet kan worden vergeleken met de bestaande situatie. Om deze reden dienen de scores die worden gegeven aan het VO en de varianten op het criterium Investeringskosten, alleen onderling te worden vergeleken.
- De varianten 1, 2, 3, 4 en 5 zijn ook gescoord ten opzichte van de huidige situatie. Ontwerptekeningen van de varianten zijn toegevoegd als bijlage 1.
- In alle varianten vervalt het voetpad aan de noordzijde over de huidige Wilsonbrug. Een voetpad heeft hier namelijk geen meerwaarde. Voetgangers aan de noordzijde van de Boerhaavelaan Oost worden door de nieuwe woonwijk Vijverpark geleid.
- In de varianten waarin een brug voor langzaam verkeer wordt aangelegd, wordt ook het voetpad over deze brug aangelegd. Het voetpad aan de zuidzijde over de huidige Wilsonbrug vervalt in deze varianten.
- Variant 2 heeft als enige variant een aparte voetgangersbrug. Fietsers gaan in deze variant over het fietspad aan de zuidzijde van de huidige Wilsonbrug.
- Het toepassen van een 2e rechtsafstrook op de Wilsonbrug (richting Amerikaweg Noord) is onderdeel van de voorkeursvariant uit de studie van Goudappel-Coffeng. Echter blijkt het toepassen van een 2e rechtsafstrook constructief niet inpasbaar over de huidige Wilsonbrug. Zie hiervoor de uitgevoerde herberekening Wilsonbrug die door Antea Group is uitgevoerd. De conclusie van deze herberekening is dat 4 rijstroken op de brug niet mogelijk is zonder constructieve maatregelen aan de brugconstructie. De relevante resultaten uit de herberekening van de Wilsonbrug zijn toegevoegd als bijlage 2.
- Om hierboven genoemde reden is het uitgangspunt gehanteerd van de inpassing van één rechtsafstrook op de Wilsonbrug (richting Amerikaweg Noord). De varianten waarin een 2e rechtsafstrook ruimtelijk (dus niet constructief) inpasbaar lijkt te zijn op de bestaande brug, zijn de varianten 2 en 4.
- In alle varianten wordt met 'fietsers en voetgangers', de verkeersstroom bedoeld die op de Boerhaavelaan Oost gebruik dient te maken van het fietspad respectievelijk het voetpad. Bromfietsers, speed pedelecs e.d. dienen hier gebruik te maken van de rijbaan, en zijn dus niet toegestaan op het fietspad.
- De duurzaamheidscriteria Ruimtegebruik, Materiaal en Water zijn toegepast zoals deze gedefinieerd zijn in het ambitieweb van de gemeente Haarlem.
- d.d. 23 januari 2020 is versie 2.0 van het variantenonderzoek (september 2019) toegelicht in een werksessie met de Commissie Beheer van de gemeente Haarlem. Naar aanleiding van de ingebrachte aandachtspunten over varianten en criteria tijdens deze werksessie, is de voorliggende versie (versie 3.0) van het variantenonderzoek geactualiseerd op het volgende punt:

- De ingebrachte variant, waarin er een fietspad ligt aan de noordzijde van de Boerhaavelaan Oost in het verlengde van de Beethovenstraat (Vijverpark) in oostelijke richting, is niet meegenomen in de MCA. De reden hiervoor is dat het volledige ruimtebeslag van deze variant buiten het projectgebied valt en de aanleg van een fietspad volgens dit tracé geen onderdeel uitmaakt van de scope van dit project. In afstemming met het procesteam van de gemeente Haarlem is om deze reden besloten deze variant niet mee te nemen in voorliggend variantenonderzoek.

3 Voorlopig Ontwerp, Varianten en Criteria

In dit hoofdstuk is achtereenvolgens gepresenteerd:

- het Voorlopig Ontwerp (VO) dat in april/mei 2019 ter inzage heeft gelegen, met context en toelichting van ontwerpkeuzes;
- de varianten die in de MCA worden beoordeeld;
- de criteria waarop de varianten zijn beoordeeld.

3.1 Voorlopig Ontwerp

De scope van het project bevat twee kruispunten met de Amerikaweg: het kruispunt met de Schipholweg en het kruispunt met de Boerhaavelaan. Het tussenliggende deel van de Amerikaweg + aansluitingen van het kruispunt behoren ook tot de scope. Basis voor de aanpassingen aan de kruispunten is de, door Goudappel Coffeng opgestelde "Verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016.

Het onderdeel waarop de variantenstudie in dit document zich richt is het binnen de bebouwde kom gelegen deel van de Boerhaavelaan ten oosten van de Amerikaweg, in Figuur 1 rood omcirkeld. De basis voor het in de scope betrekken van een groot deel van de Boerhaavelaan Oost is:

- de wens om het gehele wegprofiel te voorzien van een voldoende brede middenberm om op een veilige manier bomen te kunnen planten in het midden van de weg
- het in twee etappes faciliteren van oversteken door langzaam verkeer (fietsers, voetgangers en mindervaliden)).
- de behoefte aan meer opstelruimte voor het afslaand autoverkeer naar de wijken ten noorden of ten zuiden van de Boerhaavelaan Oost (het afslaand autoverkeer neemt toe en blokkeert de doorgaande verkeersstroom, indien er geen voldoende opstelruimte is).

Deze aanpassing in het wegprofiel bood vervolgens ruimte om een invulling conform de Structuurvisie Openbare Ruimte (SOR) voor de fietsroute toe te passen: het inpassen van doorgaande hoofdfietsroutes in natuurlijke (groene) zones. In het VO is gekozen deze doorgaande route (lange lijnen) te voorzien aan de noordzijde van de Boerhaavelaan Oost als 2-richtingenfietspad. De keuze voor een fietspad aan de noordzijde is vooral ingegeven door de prettige fietsomgeving, naast een boomrijke groene buitenberm, met daarnaast een watergang. Aangezien op het westelijk deel van de Boerhaavelaan nog een aantal onzekerheden spelen, met name de ontwikkeling van het ziekenhuis, is dit deel van de Boerhaavelaan geen onderdeel van de scope.



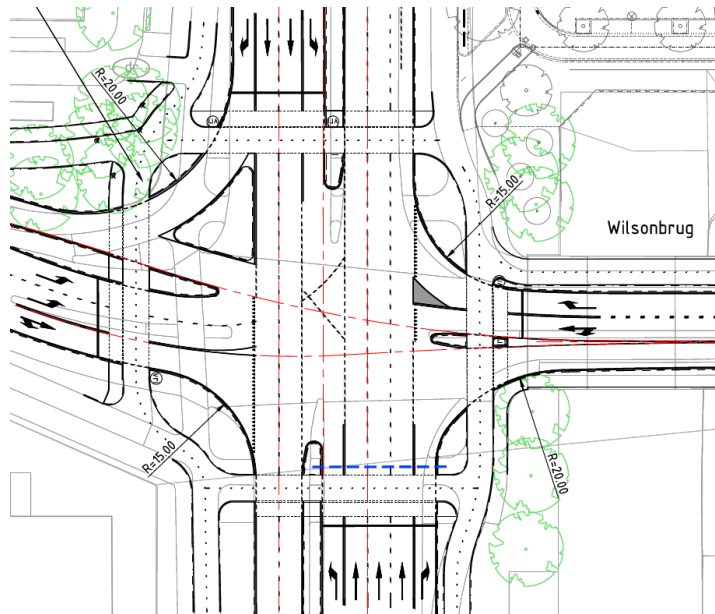
Figuur 1. Projectgebied Project Kruispunten Amerikaweg, rood omkaderd.

Specifiek voor de inpassing van de fietsverbinding Boerhaavelaan Oost (onderwerp van dit variantenonderzoek) zijn in het VO de volgende zaken gewijzigd ten opzichte van de bestaande situatie:

- Ten noorden van de Boerhaavelaan Oost wordt een 2-richtingen fietspad aangelegd. Het zuidelijk gelegen fietspad komt hiermee te vervallen.

Ontwikkelingen en uitgangspunten die ten grondslag liggen aan het ontwerp van de Boerhaavelaan Oost zijn:

- Ten noorden van de Boerhaavelaan Oost wordt een nieuwe wijk aangelegd die ontsloten dient te worden.
- Ten noorden van de Boerhaavelaan Oost wordt een 2-richtingen fietspad aangelegd. Het zuidelijk gelegen fietspad komt hiermee te vervallen.
- De rijstrookbreedtes op de Boerhaavelaan Oost zijn conform de richtlijnen (ASVV H16.2.29) bepaald en ontworpen. De opstelstroken bevinden zich voor een groot deel op de Wilsonbrug. Om aanpassingen aan deze brug te voorkomen, is gekozen om een tweede rechtsafstrook richting Amerikaweg-Noord niet te voorzien in het VO, zie Figuur 2. In het voorstel van Goudappel Coffeng, dat als leidraad heeft gediend voor de uitwerking van het VO, was deze tweede rechtsafstrook nog wel geprojecteerd.
- Van deze wijziging is een analyse van de VRI configuratie vervaardigd (berekening en simulatie), zie bijlage 3. De conclusie van deze analyse is dat over het gemiddelde spitsuur zowel de configuratie met één rechtsafstrook als met twee rechtsafstroken voldoen. Bij piekmomenten zorgt echter het deelconflict op de 'rechtdoor-linksaf-strook' voor langere wachtrijen dan de lengte van de opstelstrook voor rechtsaf. Dit geldt bij beide configuraties. Doordat de 'rechtdoor-linksaf-strook' meer groen nodig heeft, ontstaan er ook langere wachtrijen op de overige wegen. Bij de toepassing van twee rechtsafstroken ontstaan deze wachtrijen in iets mindere mate, maar het blijft wel aanwezig. Dit gegeven, in combinatie met de constructieve staat van de Wilsonbrug (deze brug voldoet constructief niet aan de eisen om 2^e rechtsafstrook te kunnen toepassen), maakt dat in het ontwerp een enkele rechtsafstrook is toegepast.



Figuur 2. Kruispuntontwerp Amerikaweg | Boerhaavelaan Voorlopig Ontwerp

De berekening en bijbehorende notitie van de simulatie van de VRI-configuratie is separaat toegezonden aan de gemeente, via onderstaande downloadlink:

<https://file-exchange.anteagroup.nl/?f=94759&fid=95db1244>

Indien de downloadlink niet meer werkt, zijn de filmpjes ook opgeslagen op het interne Antea Group netwerk op de volgende locatie:

\\Oranjewoud.Intra\OOS\RProjecten\00410000\00413188\Mobiliteit\4. Filmpjes simulaties

3.2 Varianten

Ten grondslag aan de beschouwde varianten liggen de volgende bronnen:

- De "Verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg d.d. 21-09-2016;
- Overleg met procesteam Amerikaweg;
- Overleg met inhoudelijke specialisten van de gemeente Haarlem;
- Participatiegesprekken met stakeholders;
- De aangenomen motie.

De varianten die worden meegenomen in de analyse zijn:

Variant 0, fietspad 2-richtingen Noordzijde - Tekening: 413188.35-S-0-0401

Huidig VO met de aanleg van een 2-richtingen fietspad noordzijde tot aan inrit van het sportpark.

Variant 1, fietspad 2-richtingen zuidzijde over Wilsonbrug - Tekening: 413188.35-S-0-0402

Variant zoals ingebracht door de wijkraad, in de vooraf gevoerde stakeholder-overleggen, met nieuwe voetgangersbrug maar zonder nieuwe fietsbrug. Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over huidige Wilsonbrug, tot aan Professor Eijkmanlaan.

Variant 2, fietspad 2-richtingen zuidzijde over nieuwe fietsbrug - Tekening: 413188.35-S-0-0403

Variant ingebracht door de wijkraad, in de vooraf gevoerde stakeholder-overleggen, met een nieuwe langzaam verkeersbrug voor zowel fietsers als voetgangers. Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot aan Professor Eijkmanlaan.

Variant 3, fietspad noordzijde + zuidzijde tot Fr. Ruyschstraat - Tekening: 413188.35-S-0-0404

Variant zoals voorgesteld in de motie zoals ingebracht in de gemeenteraad:

- aanleg 2-richtingen fietspad noordzijde tot de inrit van het sportpark;
- aanleg 2-richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot aan parallelweg Frederik Ruyschstraat;
- realiseren aaneengesloten fietsverbinding zuidzijde, door middel van het maken van doorsteken tussen en over de parallelwegen tot aan Professor Eijkmanlaan.

Variant 4, fietspad noordzijde vanaf Boerhaavebrug + zuidzijde tot Fr. Ruyschstraat – Tekening 413188.35-S-0-0405 en 413188.35-S-0-0405 – V (kleurentekening).

Variant zoals ingebracht door de verkeersadviseur van de politie in de vooraf gevoerde stakeholder-overleggen:

- Aanleg 2- richtingen fietspad noordzijde vanaf Boerhaavebrug in oostelijke richting tot de inrit van het sportpark. Het fietsverkeer tussen Amerikaweg en Boerhaavebrug aan de noordzijde van de Boerhaavelaan Oost wordt door de nieuwe woonwijk Vijverpark geleid;
- Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot aan parallelweg Frederik Ruyschstraat;
- Realiseren aaneengesloten fietsverbinding zuidzijde, door middel van het maken van doorsteken tussen en over de parallelwegen tot aan Professor Eijkmanlaan;

Variant 5, eenrichtingsfietspad noord- en zuidzijde – Tekening: 413188.35-S-0-0406

Variant zoals ingebracht door de Fietsersbond in de vooraf gevoerde stakeholder-overleggen:

- Aanleg 2 x eenrichtingsfietspad over de noordzijde en zuidzijde van de huidige Wilsonbrug, tot aan Professor Eijkmanlaan (conform bestaande situatie).

3.3 Criteria

De varianten zijn gescoord op de onderstaande criteria. Deze zijn, in samenspraak met het procesteam van gemeente Haarlem, bepaald aan de hand van de doelstellingen en de kenmerken van het project.

Criterium: Doorstroming autoverkeer

De mate waarin de variant de doorstroming van het autoverkeer meer/minder faciliteert.

Criterium: Kwaliteit ontwerp

De mate waarin de ontwerpkeuzes in de variant voldoen aan verkeerskundige voorschriften, richtlijnen en beleid, en de vormgeving (esthetisch) van het ontwerp.

Criterium: Draagvlak

De mate waarin de ontwerpkeuzes in de variant gedragen zijn door betrokken stakeholders.

Criterium: Verkeersveiligheid

De mate waarin de verschillende verkeersstromen veilig gebruik kunnen maken van de Boerhaavelaan Oost.

Criterium: Kosten

Subcriterium: Investeringskosten

De mate waarin de aanlegkosten van de variant hoog zijn (hoge kosten is lage score).

Subcriterium: Beheer- en onderhoudskosten

De mate waarin de kosten voor beheer, dagelijks onderhoud en periodiek preventief onderhoud van de variant hoog zijn (hoge kosten is lage score).

Criterium: Duurzaamheid

Subcriterium: Materiaal

De mate waarin de aanleg van de variant gepaard gaat met meer/minder materiaalgebruik in combinatie met de mate waarin de ontwerpkeuzes in de variant duurzame materiaaltoepassingen meer/minder mogelijk maken.

Subcriterium: Water

De mate waarin de aanleg van de variant gepaard gaat met een hogere/lagere kans wateroverlast in combinatie met de impact van de ontwerpkeuzes in de variant op het toenemen/afnemen van de hoeveelheid verhard oppervlak

Subcriterium: Ruimtegebruik:

Dat mate waarin de variant beslag legt op onbebouwde ruimte. De mate waarin bestemmingsplanaanpassingen wel/niet noodzakelijk zijn bij de toepassing van een variant is niet meegenomen in de analyse; beschouwd is de (kwaliteit van de) eindsituatie.

Criterium: Toekomstige ontwikkelingen

De mate waarin de ontwerpkeuzes in de varianten meer/minder rekening houdt met toekomstige ontwikkelingen (meer/minder kans op regret-investeringen).

Wegingsfactoren

Alle criteria krijgen een gelijke wegingsfactor (waarde 1), behoudens criterium kosten. Dit criterium krijgt als wegingsfactor een waarde van 2. De keuze hiervoor vloeit voort uit het vastgestelde beleid van de gemeente Haarlem om bij ontwikkelingen in bouwopgaven in beginsel uit te gaan van het principe 'sober en doelmatig'. Dit principe leidt ertoe dat het criterium kosten prominent meeweegt in de analyse.

3.4 Methodiek

In de MCA in hoofdstuk 5 zijn per criterium scores gegeven aan de varianten. Deze score is gegeven aan de hand van de criteria op basis van expert judgement in afstemming met de gemeente Haarlem. Voor het bepalen van draagvlak is er overleg gevoerd met de stakeholders.

De beoordeling van het VO en de varianten is bij het toekennen van scores gerelateerd aan de bestaande situatie.

Tabel 3.1 presenteert de score-methodiek. Bij de toepassing van subcriteria binnen een criterium wordt de score op het criterium bepaald door de gemiddelde score van de subcriteria. Indien de score (+)0 of (-)0 wordt toegekend, is er wel een licht positief of licht negatief effect, maar dusdanig beperkt dat het niet meetelt in de score van de variant.

Tabel 3-1: Score-methodiek

Score	Toelichting score
3,0	Zeer positief effect
2,0	Positief effect
1,0	Beperkt positief effect
(+)0 0,0 (-)0	Geen tot nauwelijks effect
-1,0	Beperkt negatief effect
-2,0	Negatief effect
-3,0	Zeer negatief effect

4 Beschouwing Voorlopig Ontwerp

De criteria, zoals ze in het vorige hoofdstuk zijn gepresenteerd, zijn gebruikt om de scores van het ter inspraak gebrachte VO ten opzichte van de bestaande situatie te duiden. De beoordeling focust zich hierbij op het ontwerp van de fietsverbinding Boerhaavelaan Oost; het onderdeel van het ontwerp waarvoor deze MCA is opgesteld.

Het VO is als volgt gescoord (tabel 4.1):

Tabel 4.4-1.: MCA VO t.o.v. bestaande situatie

Variant 0 - Aanleg 2-richtingen fietspad noordzijde tot inrit sportpark = huidig VO	Score 3,0 t/m -3,0	Toelichting (-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	1,0	+ De algehele doorstroming op de Boerhaavelaan Oost zal verbeteren, omdat er door toepassing van een 2-richtingenfietspad, minder oversteek-bewegingen nodig zijn.
Kwaliteit ontwerp	1,0	+ Ontwerp is conform het beleid van gemeente Haarlem, zoals verwoord in de SOR (doorgaand fietspad, lange lijnen op hoofdfietsroute). + Afwikkeling fietsers over noordzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Professor Eijkmanlaan in 2-richtingen. - Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Boerhaavewijk niet geborgd
Draagvlak	-2,0	- Betrokken stakeholders met belang bij ontsluiting van de zuidelijk gelegen Boerhaavewijk voor langzaam verkeer, hebben bezwaar tegen de ontwerpkeuzes in deze variant. Zij hebben de voorkeur voor de aanleg van een 2-richtingen fietspad aan de zuidzijde of een eenrichtingsfietspad aan de noord- en zuidzijde van de Boerhaavelaan Oost.
Verkeersveiligheid	1,0	+ Voordelen van een 2- richtingen fietspad aan de Noordzijde: - Geen spookfietsers op het 2-richtingenfietspad - Voor overstekende fietsers zijn de oversteeken door voldoende brede middenbermen gesplitst in twee oversteeken van 1 rijstrook. - Het fietsverkeer is fysiek gescheiden van het autoverkeer, waardoor er geen conflicten meer zijn op het wegvak met autoverkeer. - Door de verhoogde middengeleider is er geen hinder meer van geparkeerde voertuigen en/of laden en lossen. - Nadelen van een 2- richtingen fietspad aan de Noordzijde: - Mogelijke conflicten / onveilige situaties tussen auto's en fietsers in tegenrichting op en bij kruispunten en uitritten. - Oversteeken is enkel mogelijk op onderbrekingen in tussenberm. - Door de locatie van het 2-richtingen fietspad zijn er relatief veel oversteekbewegingen nodig vanuit de wijk aan de zuidzijde (de nieuwe wijk aan de noordzijde reeds een alternatieve ontsluiting heeft). - 2 kruisingen met de inritten Vijverpark zijn qua veiligheid minder optimaal (komend vanaf hellende brug).

Kosten	0.5	
- Investeringskosten	1,0	+ Het huidige VO is vanuit investeringskosten gezien reeds een optimalisatie ten opzichte van het vertrekpunt (de variant van Goudappel Coffeng). Er is in het huidige VO geen investering nodig voor een extra langzaam verkeersbrug ten zuiden van de Wilsonbrug. Het langzaam verkeer kan op dezelfde brug worden afgewikkeld, bij toepassing van een enkele rechtsafstrook voor de richting Boerhaavelaan Oost naar Amerikaweg-Noord. * De toename van groen en bomen vraagt om intensiever onderhoud (niet relevant in deze MCA).
- Beheer- en onderhoudskosten	0	
Duurzaamheid	0.7	
- Ruimtegebruik	0,0	o De toepassing van de brede groene middenberm compenseert het extra ruimtegebruik dat nodig is om een voldoende robuust 2-richtingen fietspad in te passen.
- Materiaal	1,0	+ Vanuit materiaalgebruik is het huidige VO reeds een optimalisatie aangezien er geen nieuwe brug te hoeft te worden gerealiseerd en de bestaande brug niet dient te worden verstevigd.
- Water	0,0	+ Het verharde oppervlak zal in vergelijking met de huidige situatie iets toenemen, maar de afwatering van de Boerhaavelaan kan in het VO verlopen richting de middenberm waarbij het de ambitie is om de afwatering natuurlijk te laten verlopen (kolk-loos). Niet relevant in deze MCA
Toekomstige ontwikkelingen	-0.5	- Op het St. Jacob terrein in de zuidoost hoek van de kruising Boerhaavelaan-Amerikaweg wordt mogelijk een fietsverbinding aangelegd die parallel gaat lopen met de voorziene fietsverbinding in het VO. Omdat op het St. Jacob terrein mogelijk een fietsverbinding wordt aangelegd, is er kans op een regret-investering. + Ontsluiting Vijverpark (en de mogelijk toekomstige nieuwbouwwijk) met een 2-richtingen fietspad vanaf de oostzijde. - Het VO met het fietspad aan de noordzijde maakt de aanleg van een eventuele extra rechtsafstrook niet mogelijk op de Wilsonbrug.
Totaal	2.2	

Samenvattende beschouwing

In vergelijking met de huidige situatie biedt het huidige VO dus meerwaarde aan de hand van de gestelde criteria. Het gebrek aan draagvlak en de mate waarin de ontwerpkeuzes in de varianten rekening houden met toekomstige ontwikkelingen (kans op regret-investeringen) zijn de belangrijke aandachtspunten.

In de analyse van de varianten (hoofdstuk 5) zijn met name deze aandachtspunten relevant om te beschouwen.

5 Multicriteria-analyse varianten (MCA)

Tabel 5.1: MCA variant 1

Variant 1:	Score	Toelichting
- Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over huidige Wilsonbrug, tot Professor Eijkmanlaan. - Aanleg voetgangersbrug.	3,0 t/m -3,0	(-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	1,0	+ De aanleg van een 2-richtingen fietspad aan de zuidzijde zal het aantal overstekende fietsers beperken (de wijk ligt zuidelijk). Dit verbetert de doorstroming, doch relatief beperkt.
Kwaliteit ontwerp	-2,0	- Rijcurve voor vrachtwagens vanuit Amerikaweg zuid niet optimaal - Nauwelijks veilige opstelruimte voor fietsers die vanuit Amerikaweg (zuid) de Boerhaavelaan willen oversteken. + Doorgaand fietspad (lange lijnen) op hoofdfietsroute conform SOR. + Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Professor Eijkmanlaan in 2-richtingen.
Draagvlak	2,0	+ Draagvlak bij wijkraden en Fietsersbond. +/- Komt op 1 onderdeel tegemoet aan motie CU.
Verkeersveiligheid	2,0	+ Ontsluiting Boerhaavewijk, zonder oversteekbewegingen over Boerhaavelaan Oost. + Geen spookfietsers. + Autoverkeer komend vanuit hellende inritten Vijverpark kruist geen fietspad. - Fietspad heeft 5 kruisingen met ontsluitingswegen Boerhaavewijk, waarvan 1 met VRI-regeling.
Kosten - Investeringskosten - Beheer- en onderhoudskosten	-1,0 -1,0 -1,0	- Aanleg voetgangersbrug. - Onderhoud voetgangersbrug.
Duurzaamheid - Ruimtegebruik - Materiaal - Water	0,0 (-)0 0,0 0,0	* Nagenoeg hetzelfde ruimtegebruik, alleen verschuiving van het wegprofiel. - Kap van 8 extra bomen. *Geen impact op materiaal. *Geen impact op water.
- Toekomstige ontwikkelingen	-1,0	- Door nu een fietspad langs het St. Jacob terrein aan te leggen, terwijl op het St. Jacob terrein mogelijk in de toekomst een fietsverbinding wordt aangelegd, is er kans op een regret-investering. - Een extra rechtsafstrook is ruimtelijk niet mogelijk op de Wilsonbrug door aanleg fietspad op zuidzijde brug.
Totaal	0,0	De punten op het onderdeel kosten tellen 2x mee in het totaal.

Tabel 5.2: MCA variant 2

Variant 2 • Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot Professor Eijkmanlaan.	Score 3,0 t/m -3,0	Toelichting (-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	1,0	+ De aanleg van een 2-richtingen fietspad aan de zuidzijde zal het aantal overstekende fietsers beperken (de wijk ligt zuidelijk). Dit verbetert de doorstroming, doch relatief beperkt.
Kwaliteit ontwerp	2,0	+ Afwikkeling fietsers op kruispunt, ruimere veilige opstelstrook. + Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Professor Eijkmanlaan in 2-richtingen. - Geen doorgaand fietspad (lange lijnen) op hoofd fietsroute conform SOR.
Draagvlak	2,0	+ Draagvlak bij wijkraden en Fietsersbond. +/- Komt op 1 onderdeel tegemoet aan motie CU.
Verkeersveiligheid	2,0	+ Ontsluiting Boerhaavewijk, zonder oversteekbewegingen over Boerhaavelaan Oost + Geen spookfietsers. + Autoverkeer komend vanuit hellende inritten Vijverpark kruist geen fietspad. - 5 kruisingen van ontsluitingswegen Boerhaavewijk met 2-richtingen fietspad.
Kosten - Investeringskosten - Beheer- en onderhoudskosten	-2,0 -2,0 -2,0	- Aanleg fietsbrug (incl. voetpad). - Onderhoud fietsbrug (incl. voetpad).
Duurzaamheid - Ruimtegebruik - Materiaal - Water	-0,7 (-)0 -2 0	*Nagenoeg hetzelfde ruimtegebruik, alleen verschuiving van het wegprofiel en aanleg fietsbrug. - Kap van 9 extra bomen. - Materiaal voor nieuwe brug. *Geen impact op water.
- Toekomstige ontwikkelingen	-0.3	- Door nu een 2-richtingen fietspad langs het St. Jacob terrein aan te leggen, terwijl hier in de toekomst ook ruimte is voor een fietsvoorziening, maakt het realiseren fietspad aan de zuidzijde een mogelijke regret-investering. - Slechte bereikbaarheid fietsverkeer Vijverpark vanuit de richting Boerhaavelaan Oost (2 keer oversteken, vanuit Schipholweg noordelijk fietspad). + Extra rechtsafstrook mogelijk op Wilsonbrug, door het niet voorzien van fietsverkeer op de huidige Wilsonbrug.
Totaal	2,0	De punten op het onderdeel kosten tellen 2x mee in het totaal.

Tabel 5.3: MCA variant 3

Variant 3	Score	Toelichting
• Aanleg 2-richtingen fietspad noordzijde tot inrit sportpark. • Aanleg 2-richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot parallelweg Frederik Ruyschstraat. • Realiseren aaneengesloten fietsverbinding zuidzijde, door middel van het maken van doorsteken tussen en over de parallelwegen tot Professor Eijkmanlaan.	3,0 t/m -3,0	(-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	2,0	+ De aanleg van een 2-richtingen fietspad/fietsvoorziening aan beide zijden zal het aantal overstekende fietsers beperken. Dit verbetert de doorstroming.
Kwaliteit ontwerp	3,0	+ Afwikkeling fietsers op kruispunt, ruimere opstelstrook. + Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Frederik Ruyschstraat in 2-richtingen. + Afwikkeling fietsers over noordzijde Boerhaavelaan Oost tussen Wilsonbrug en Professor Eijkmanlaan in 2-richtingen. + Op deze manier is het aantal oversteekbewegingen minimaal + Doorgaand fietspad (lange lijnen) op hoofdfietsroute conform SOR.
Draagvlak	1,0	+ Conform motie CU. - Geen draagvlak bij wijkraden en Fietsersbond.
Verkeersveiligheid	1,0	+ Ontsluiting Boerhaavewijk, zonder oversteekbewegingen over Boerhaavelaan Oost. + Geen spookfietsers. - Zuidelijke parallelwegen zijn mogelijk geen veilige fietsroute, o.a. door aanwezige parkeerplaatsen. - 2 onveilige kruisingen met autoverkeer vanuit Vijverpark (auto's komen vanaf hellende brug).
Kosten	-2,0	
- Investeringskosten	-2,0	- Aanleg fietsbrug (incl. voetpad).
- Beheer- en onderhoudskosten	-2,0	- Onderhoud fietsbrug (incl. voetpad).
Duurzaamheid	-1,0	
- Ruimtegebruik	-1,0	* Nagenoeg hetzelfde ruimtegebruik, alleen verschuiving van het wegprofiel en aanleg fietsbrug - Kap van 12 extra bomen.
- Materiaal	-2,0	- Materiaal voor nieuwe fietsbrug.
- Water	0,0	*Geen impact op water.
Toekomstige ontwikkelingen	-1,0	+ Ontsluiting Vijverpark (en de mogelijk toekomstige nieuwbouwwijk) met een 2-richtingen fietspad vanaf de oostzijde. - Door nu een fietspad langs het St. Jacob terrein aan te leggen, terwijl er plannen zijn voor een parallel fietspad over het St. Jacob terrein is er kans op een regret-investering. - Extra rechtsafstrook ruimtelijk niet mogelijk op Wilsonbrug door aanleg fietspad op noordzijde brug.
Totaal	1,0	De punten op het onderdeel kosten tellen 2x mee in het totaal.

Tabel 5.4: MCA variant 4

Variant 4	Score	Toelichting
- Aanleg 2- richtingen fietspad noordzijde vanaf Boerhaavebrug in oostelijke richting tot inrit sportpark. - Aanleg 2- richtingen fietspad zuidzijde over nieuwe fietsbrug, tot parallelweg Frederik Ruyschstraat. - Realiseren aaneengesloten fietsverbinding zuidzijde, d.m.v. het maken van doorsteken tussen en over de parallelwegen tot Professor Eijkmanlaan.	3,0 t/m -3,0	(-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	2,0	+ De aanleg van een 2-richtingen fietspad/fietsvoorziening aan beide zijden zal het aantal overstekende fietsers beperken. Dit verbetert de doorstroming.
Kwaliteit ontwerp	2,0	+ Afwikkeling fietsers op kruispunt (ruimere opstelstrook) + Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen fietsbrug en Frederik Ruyschstraat in 2-richtingen. + Ontsluiting Boerhaavewijk, zonder oversteekbewegingen over Boerhaavelaan Oost. - Tegenstrijdigheid met SOR (geen lange lijnen voor hoofdfietsroute)
Draagvlak	2,0	+ Komt voor een groot deel tegemoet aan motie CU. +/- Wijkleden kunnen met deze oplossing leven, maar vinden deze niet optimaal. - Geen draagvlak bij Fietsersbond.
Verkeersveiligheid	1,0	+ Geen spookfietsers. + Autoverkeer komend vanuit hellende inritten Vijverpark kruist geen fietspad. - Zuidelijke en noordelijke parallelwegen zijn mogelijk geen veilige fietsroute, o.a. door aanwezige parkeerplaatsen.
Kosten - Investeringskosten - Beheer- en onderhoudskosten	-2,0 -2,0 -2,0	- Aanleg fietsbrug (incl. voetpad). - Onderhoud fietsbrug (incl. voetpad).
Duurzaamheid - Ruimtegebruik - Materiaal - Water	0,3 1,0 -1,0 1,0	+ ong. 300 m minder fietspad, dus minder ruimtegebruik - kap van 12 extra bomen (kan mogelijk stuk minder zijn als aangesloten wordt op ontwikkeling St. Jacob). + ong. 300 m minder fietspad, dus minder materiaal - Materiaal voor nieuwe fietsbrug. + Mits het stuk tussen Boerhaavebrug en kruising met Amerikaweg als berm / groene zone wordt aangelegd en incl. afwatering naar de berm
- Toekomstige ontwikkelingen	0,0	+ Ontsluiting Vijverpark (en de mogelijk toekomstige nieuwbouwwijk) met een 2-richtingen fietspad vanaf de oostzijde - Door nu een fietspad langs het St. Jacob terrein aan te leggen, terwijl er plannen zijn voor een parallel fietspad over het St. Jacob terrein is er kans op een regret-investering. + Extra rechtsafstrook is mogelijk op Wilsonbrug, door het niet voorzien van fietsverkeer op de gehele Wilsonbrug.
Totaal	3,3	De punten op het onderdeel kosten tellen 2x mee in het totaal.

Tabel 5.5: MCA variant 5

Variant 5 • Aanleg 2x1-richting fietspad over huidige Wilsonbrug, tot Professor Eijkmanlaan	Score 3,0 t/m -3,0	Toelichting (-) negatieve impact * geen impact + positieve impact
Doorstroming autoverkeer	0,0	* Aantal oversteekbewegingen even hoog als in de huidige situatie
Kwaliteit ontwerp	0,0	- Geen doorgaand fietspad (lange lijnen) op hoofd fietsroute conform SOR. + Afwikkeling fietsers over zuidzijde Boerhaavelaan Oost tussen en Frederik Ruyschstraat in 1-richting.
Draagvlak	1,0	- Heeft draagvlak bij de Fietzersbond, geen stakeholders bekend met weerstand tegen dit ontwerp.
Verkeersveiligheid	-1,0	- Hoog aantal oversteekbewegingen voor fietsers. - Spookfietsers. + Geen fietsers uit onverwachte richtingen bij kruisingen. - 2 onveilige kruisingen met autoverkeer vanuit Vijverpark (auto's komen vanaf hellende brug).
Kosten - Investeringskosten	0,0 0,0	* Er is geen investering nodig is voor een extra langzaam verkeersbrug ten zuiden van de Wilsonbrug. Het langzaam verkeer kan op dezelfde brug worden afgewikkeld, bij toepassing van een enkele rechtsafstrook voor de richting Boerhaavelaan Oost naar Amerikaweg-Noord. *Geen impact op beheer- en onderhoudskosten t.o.v. huidige situatie, die in deze MCA relevant is.
- Beheer- en onderhoudskosten	0,0	
Duurzaamheid - Ruimtegebruik	-0,3 -1,0	- Breedste dwarsprofiel Boerhaavelaan Oost, gaat ten koste van 8 extra bomen. *Geen impact op materiaal. *Geen impact op water.
- Materiaal	0,0	
- Water	0,0	
- Toekomstige ontwikkelingen	-1,0	- Een fietspad aan beide zijden over de huidige Wilsonbrug maakt de aanleg van een eventuele extra rechtsafstrook niet mogelijk op de Wilsonbrug. - Door nu een fietspad langs het St. Jacob terrein aan te leggen, terwijl er plannen zijn voor een parallel fietspad over het St. Jacob terrein is er kans op een regret-investering.
Totaal	-1,3	De punten op het onderdeel kosten tellen 2x mee in het totaal.

6 Analyse uitkomsten MCA

6.1 Scores

Tabel 6: Samenvatting MCA scores

Variant	Doorstroming	Kwaliteit ontwerp	Draagvlak	Verkeersveiligheid	Kosten (score x2)	Duurzaamheid	Toekomstige ontwikkelingen	Totaal
Variant 0	1,0	1,0	-2,0	1,0	0,5	0,7	-0,5	2,2
Variant 1	1,0	-2,0	2,0	2,0	-1,0	0,0	-1,0	0,0
Variant 2	1,0	2,0	2,0	2,0	-2,0	-0,7	-0,3	2,0
Variant 3	2,0	3,0	1,0	1,0	-2,0	-1,0	-1,0	1,0
Variant 4	2,0	2,0	2,0	1,0	-2,0	0,3	0,0	3,3
Variant 5	0,0	-0,0	1,0	-1,0	0,0	-0,3	-1,0	-1,3

De variant met de hoogste score is Variant 4. De score van deze variant onderscheidt zich vooral van het VO, door een hogere score op Draagvlak en in mindere mate op Doorstroming autoverkeer, Kwaliteit ontwerp en (het rekening houden met) Toekomstige ontwikkelingen. Negatief onderscheidt Variant 4 zich door de hogere Kosten en in mindere mate op de score voor Duurzaamheid, vooral ingegeven door de bouw en benodigde materialen voor een nieuwe fietsbrug.

6.2 Analyse variant 4 ten opzicht van het VO (variant 0)

Hieronder volgt een beschouwing per criterium, waarbij specifiek aandacht is voor de criteria waarop Variant 4 minder scoort ten opzicht van het VO:

- **Doorstroming autoverkeer.** In het VO zit aan één zijde van de Boerhaavelaan Oost een 2-richtingen fietspad. In variant 4 zou er aan beide zijden van de Boerhaavelaan Oost een 2-richtingen fietspad komen, zij het niet overal als separate fietsvoorziening. Dit zal te allen tijde minder overstekende fietsers betekenen op de Boerhaavelaan Oost, omdat fietsers bij het inrijden al de keuze hebben aan de juiste zijde te gaan fietsen. Oversteken van fietsers zal enkel nog ter plaatse van de VRI geregelde kruispunten plaatsvinden.
- **Kwaliteit ontwerp.** Het VO scoort beter op het beleid zoals geformuleerd in de SOR (doorgaand fietspad, lange lijnen op hoofd fietsroute). Echter is er bij het VO sprake van veel overstekend fietsverkeer, wat in variant 4 niet meer noodzakelijk zal zijn.
- **Draagvlak.** Het VO kan bij de relevante stakeholders nog niet rekenen op voldoende draagvlak. Variant 4 kan bij alle stakeholders (m.u.v. Fietsersbond) rekenen op draagvlak.
- **Verkeersveiligheid.** Het kunnen oversteken van een (drukke) weg is voor fietsers in de basis niet optimaal veilig, indien het oversteken niet gefaciliteerd wordt door (geregelde) uitwisselpunten. Het niet over de gehele lengte aanleggen van een separate fietsvoorziening zorgt er in variant 4 voor een iets mindere score op veiligheid, maar het niet meer aanwezig zijn van 'wild' overstekende fietsers compenseert dit ruim.

- **Kosten.** Voor variant 4 is het noodzakelijk om een nieuwe langzaam verkeersbrug aan te leggen. Deze kosten zijn ingeschat tot € 600.000,- investeringskosten (excl. BTW).
- **Duurzaamheid.** Voor variant 4 is de kap van meer bomen noodzakelijk vanwege het zuidelijke 2-richtingen fietspad bovenlangs het St. Jacob terrein¹. Echter hoeft voor variant 4 minder nieuw fietspad aangelegd te worden, omdat in het ontwerp gebruik kan worden gemaakt van reeds aanwezige voorzieningen.
- **Toekomstige ontwikkelingen.** Door het fietsverkeer van de Wilsonbrug te halen, is er nog wel de mogelijkheid eventueel een extra opstelstrook voor rechtsaf aan te leggen. Een nadeel van de zuidelijke fietsverbinding ten noorden van het St. Jacob terrein, is het risico dat het een regret-investering wordt. Zoals reeds aangegeven in de voetnoot, liggen hier ook kansen voor het ontwerp.

6.3 Aandachtspunten en optimalisaties bij uitwerken Variant 4

De aandachtspunten en optimalisaties bij verdere uitwerking van variant 4 zijn:

- Deze oplossing voldoet niet volwaardig aan de in de SOR vastgestelde richtlijnen betreffende hoofdfietsroutes; De hoofdfietsroutes in Variant 4 zijn namelijk geen lange lijnen met een continu profiel.
- Deze oplossing heeft nog geen volledig draagvlak bij de Fietzersbond.
- Bij het uitwerken van een fietsverbinding over de parallelwegen aan de zuidzijde dient specifiek aandacht uit te gaan naar de veiligheid van de fietsers. Dit aangezien (nog) geen separaat fietspad in het profiel aanwezig is, en dit ook geen onderdeel uitmaakt van de scope van dit project. Wel wordt in het ontwerp het profiel geoptimaliseerd door een groot deel van de parallelwegen in te richten met langsparkeren in plaats van haaksparkeren.
- Het aantal te kappen bomen kan verminderd worden als aangesloten kan worden op het fietspad over het Sint Jacob terrein. Aanleg van dit fietspad, is onderdeel van de plannen van de Stichting Sint Jacob, maar deze zijn echter nog niet definitief.
- De beoogde locatie voor de realisatie van een nieuwe langzaam verkeersbrug is ruimtelijk nog niet bestemd. Een wijziging op het vigerende bestemmingsplan is noodzakelijk. Een dergelijke procedure dient in het proces te worden ingepast.

¹ Mogelijk kan worden aangesloten op de ontwikkeling van het St. Jacob terrein. Dat zou het negatieve punt van het extra aantal te kappen bomen wegnemen.

7 Conclusie

Op basis van de resultaten uit de MCA is er één variant met een hogere score dan het VO. Variant 4 heeft een totaalscore van **3.3** tegenover 2,2 punten voor het huidige VO.

Variant 4

Aanleg 2- richtingen fietspad noordzijde vanaf Boerhaavebrug in oostelijke richting tot inrit sportpark. De aanleg van een 2- richtingen fietspad aan de zuidzijde over een nieuwe fietsbrug, tot parallelweg Frederik Ruyschstraat. Tot slot het realiseren van een aaneengesloten fietsverbinding aan de zuidzijde, door middel van het maken van doorsteken tussen en over de parallelwegen tot Professor Eijkmanlaan.

In de beoordeling van elk (deel)criterium scoort variant 4 enkel op het criterium 'kosten' en materiaal (onder hoofdcriterium Duurzaamheid) significant lager ten opzichte van het VO. Dit is een gevolg van de noodzakelijk investering om een nieuwe langzaam verkeersbrug te realiseren ten zuiden van de Wilsonbrug. Verder scoort variant 4 op elk overig criterium hoger of minimaal gelijk.

De aandachtspunten en optimalisaties van de verdere uitwerking van variant 4 zijn:

- Het ontbreken van lange lijnen met continu profiel voor hoofdfietsroutes conform de SOR;
- Nog geen volledig draagvlak bij de Fietzersbond;
- Veiligheid fietsers op parallelwegen zuidzijde (ook na profielaanpassing met langsparkeren);
- Vermindering aantal te kappen bomen bij aansluiting op fietspad van Stichting St. Jacob;
- Een wijziging op het vigerende bestemmingsplan is noodzakelijk voor de nieuwe langzaamverkeersbrug.

Bijlage 1

Ontwerptekeningen Varianten

Variant 0 (huidig VO)

Ontwerptekening variant 0

Variant 1

Ontwerptekening variant 1

Variant 2

Ontwerptekening variant 2

Variant 3

Ontwerptekening variant 3

Variant 4

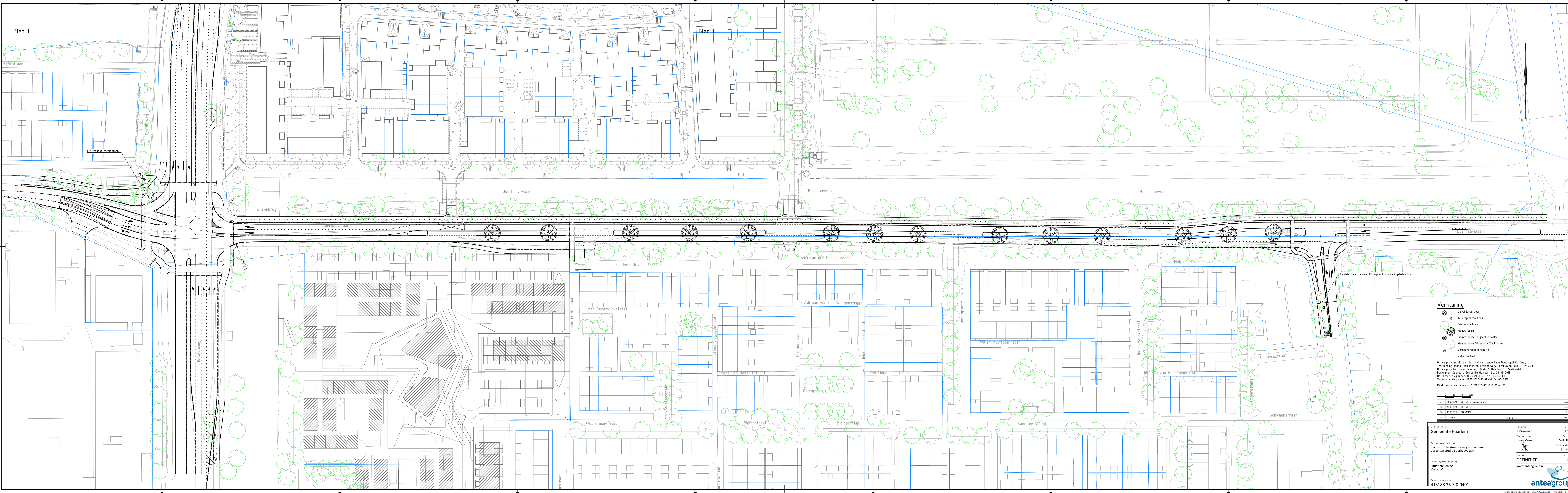
Ontwerptekening variant 4

Variant 4

Ontwerptekening variant 4 - kleurentekening

Variant 5

Ontwerptekening variant 5



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom
- Nieuwe boom 3e grootte 5-8n
- Nieuwe boom Vijverpark/De Entree
- Verkeersregelinstantie
- VRI - portaal

Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Coffeng, "Verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016
Ontwerp op basis van inmeting 1824_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Borenplan: Opdracht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwg Kader-0451-W-01 d.d. 26-10-2018
Vijverpark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering zie tekening 413188-35-P0-0-0101 en 02



Nr	Datum	Concept	Wijziging	Titel
D1	11-09-2018	DEFINITIEF	Baanweg w.p.	J.B.
D2	26-09-2018	DEFINITIEF		J.B.
D3	26-09-2018	CONCEPT		J.B.

Gemeente Haarlem

Projectomschrijving
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem
Varianten studie Boerhaavevaart

Tekeningomschrijving
Situatietekening
Variant 0

Tekeningnummer
413188-35-S-0-0401

Opdrachtgever
J. Brinkman

Projectleider
J. van Veen

Status
DEFINITIEF
www.anteagroup.nl

Schaal
1:500

Bladnummer
594x1890

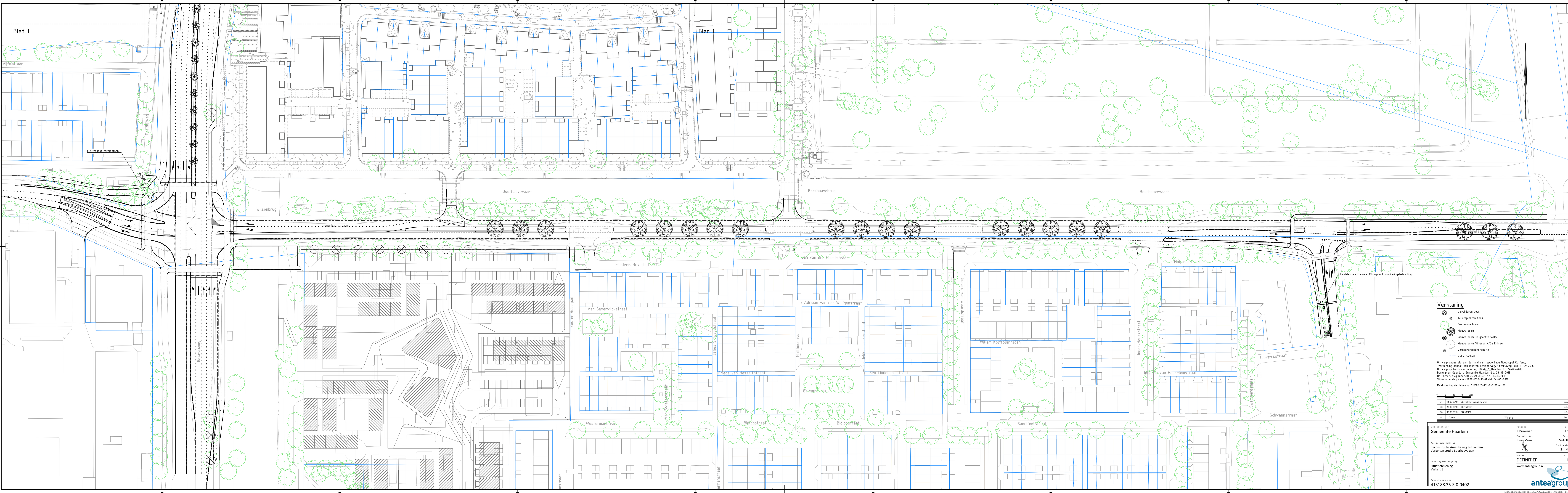
Blad in boek
1 IN 6

Wijk nr.
D1

Logo: **anteagroup**

Blad 1

Blad



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom
- Nieuwe boom 3e grootte 5-8n
- Nieuwe boom Vijverpark/De Entree
- Verkeersregelinstantie
- VRI = portaal

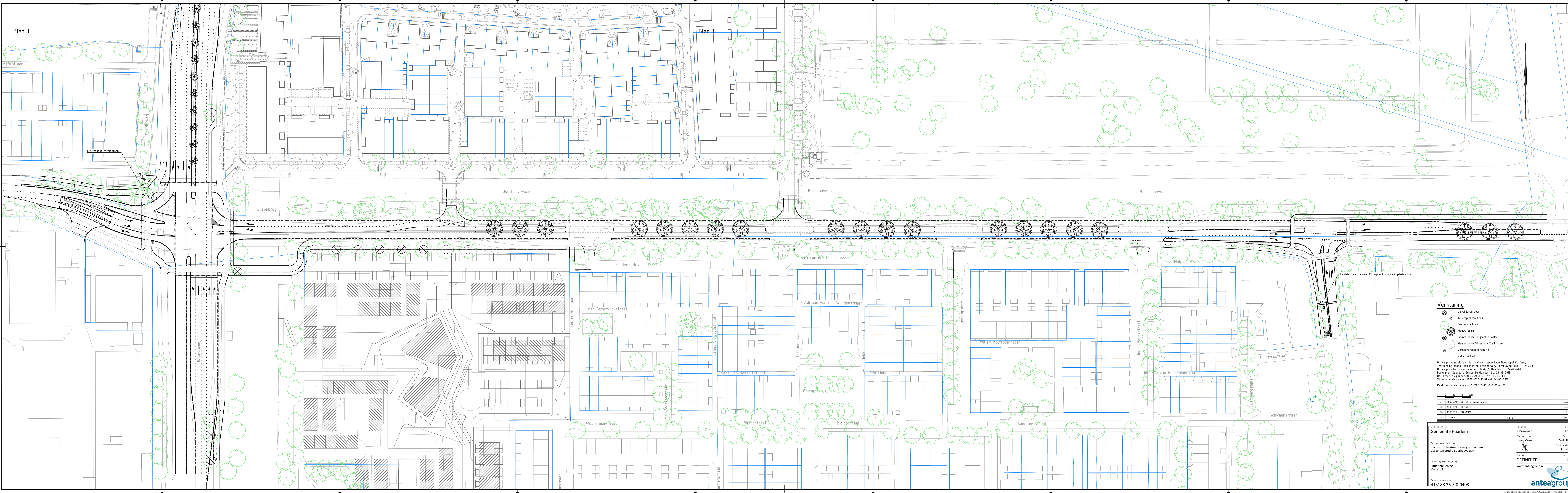
Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Coffeng, "versterking aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016
Ontwerp op basis van inmeting 1824_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Borenplan: Openlucht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwg Kader-0451-W-01 d.d. 26-10-2018
Vijverpark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering zie tekening 413188-35-0-0101 en 02



Nr	Datum	Wijziging	Titel
D1	11-09-2018	DEFINITIEF Bureau w.p.	J.B.
D2	26-09-2018	DEFINITIEF	J.B.
D3	26-09-2018	CONCEPT	J.B.

Opmachtgever	Tekenaar	Schaal
Gemeente Haarlem	J. Brinkman	1:500
Projectomschrijving	Projectleider	594x1890
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem	J. van Veen	Blad in blokken
Varianten studie Boerhaaveplan		2 IN 6

Tekeningomschrijving	Status	Wijz. nr.
Situatietekening	DEFINITIEF	D1
Variant 1	www.anteagroup.nl	



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom
- Nieuwe boom 3e grootte 5-8n
- Nieuwe boom Vijverpark/De Entree
- Verkeersregelsinstallatie
- VRI - portaal

Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Oeffing, "versterking aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016
Ontwerp op basis van inmeting 1824_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Borenplan: Openlucht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwg Kader-0451-W-01 d.d. 26-10-2018
Vijverpark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering zie tekening 413188-35-0-0101 en 02

0 5 10 15 20m

D1	11-09-2018	DEFINITIEF	Baanweg w.p.	J.B.
D2	26-09-2018	DEFINITIEF		J.B.
D3	26-09-2018	CONCEPT		J.B.
Nr.	Datum	Wijziging		Tek.

Gemeente Haarlem

Opdrachtgever
Tekenaar
J. Brinkman
Projectleider
J. van Veen

Projectomschrijving
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem
Varianten studie Boerhaavevaart

Tekeningomschrijving
Situatietekening
Variant 2

Tekeningnummer
413188-35-S-0-0403

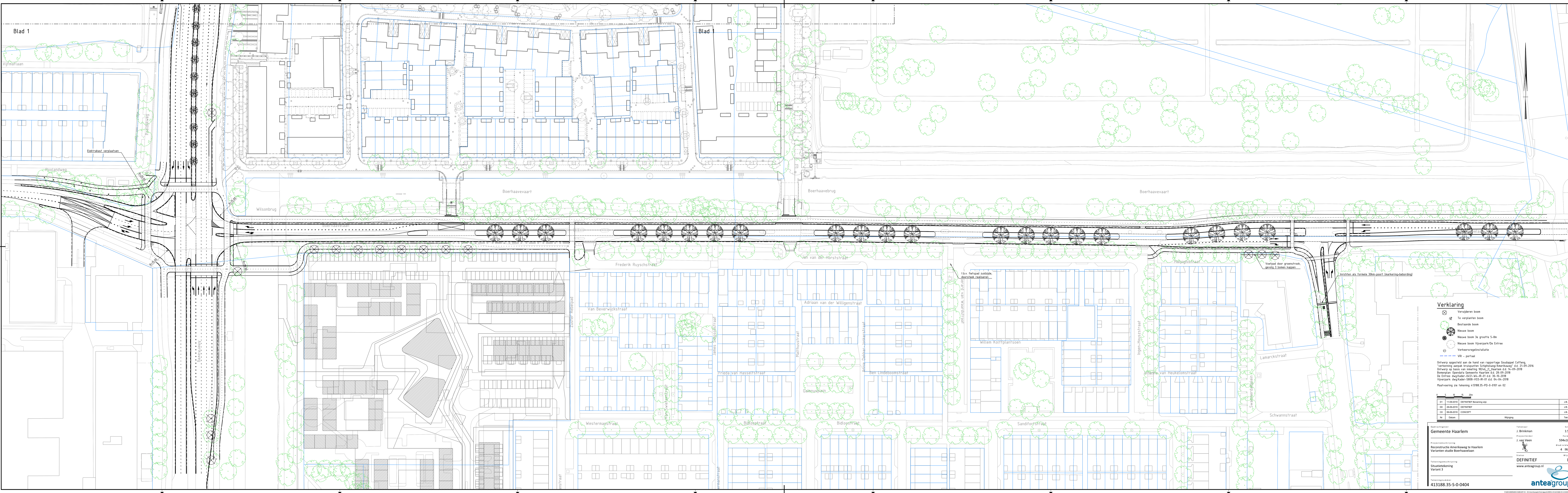
Status
DEFINITIEF
www.anteagroup.nl

Schaal
1:500
594x1890
Blad in blokken
3 IN 6
Wissel nr.
D1

anteagroup

Blad 1

Blad



Verklaring

⊗

Verwijderen boom

⊗

Te verplanten boom

⊗

Bestaande boom

⊗

Nieuwe boom

⊗

Nieuwe boom 3e grootte 5-8n

⊗

Nieuwe boom Vijverpark/De Entree

⊗

Verkeersregelinstantie

⊗

VRI - portaal

Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Oeffing, "verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016

Ontwerp op basis van inmeting 1824, 11 Jaarlam d.d. 14-09-2018

Ontwerpen: Opdracht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018

De Entree: dwg Kader-0451-W-01 d.d. 26-10-2018

Vijverpark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018

Maatvoering: zie tekening 413188-35-0-0101 en 02

0 5 10 15 20m

D1 11-09-2018 DEFINITIE Bureau w.p.

D2 26-09-2018 DEFINITIE

D3 26-09-2018 CONCEPT

Nr

Datum

Wijziging

Titel

Gemeente Haarlem

Opdrachtgever

Tekenaar

Projectleider

Projectomschrijving

Tekeningomschrijving

Situatietekening

Variant 3

Tekeningnummer

413188.35-S-0-0404

J. Brinkman

J. van Veen

Reconstructie Amerikaweg te Haarlem

Situatietekening

413188.35-S-0-0404

Wijk nr.

D1

DEFINITIEF

www.anteagroup.nl

anteagroup

Schaal

1:500

594x1890

4 IN 6

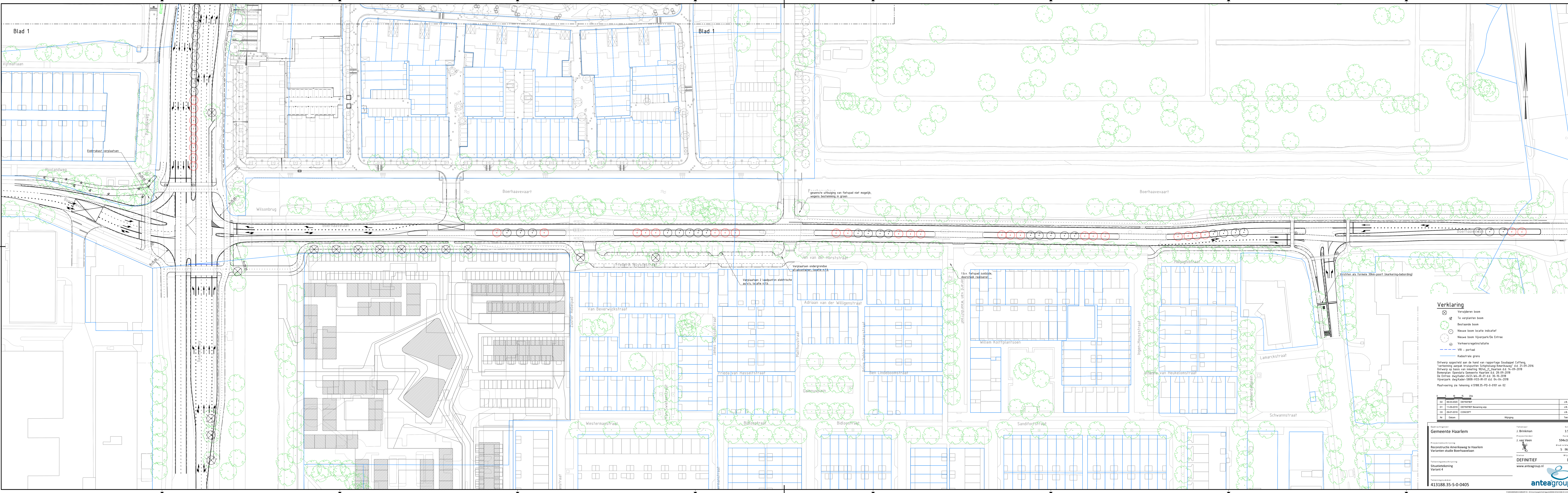
Wijk nr.

D1

DEFINITIEF

www.anteagroup.nl

anteagroup



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom locatie indicatief
- Nieuwe boom Vijverpark/De Entree
- Verkeersregelsinstallatie
- VRI - portaal
- Kadastrale grens

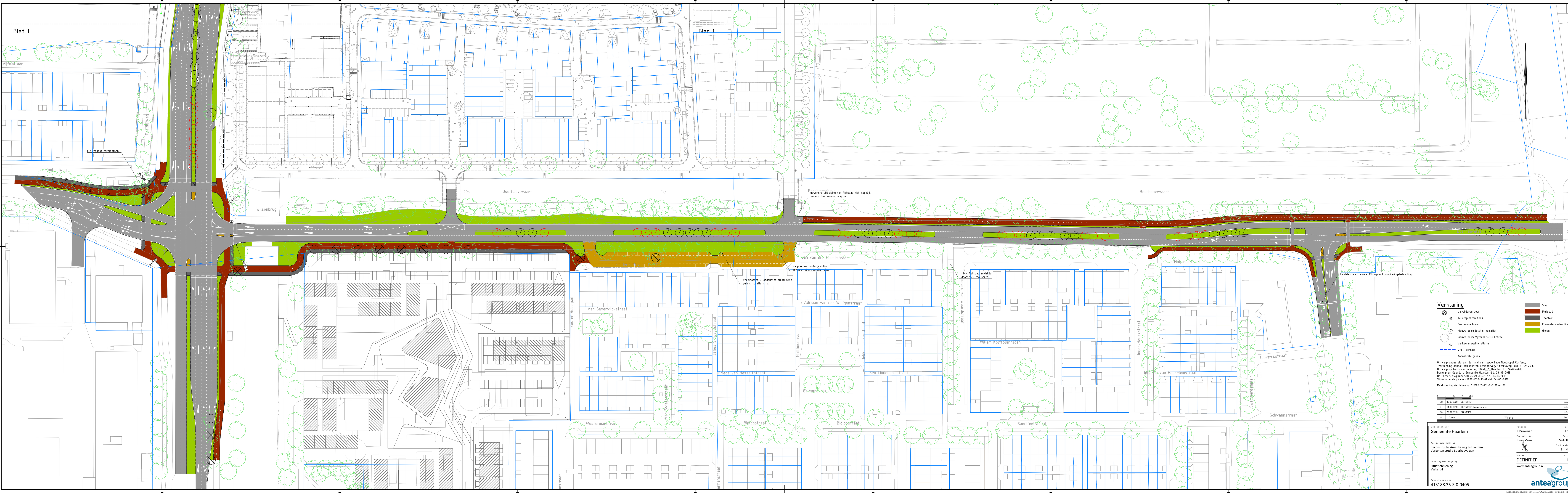
Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Coffeng, "verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016
Ontwerp op basis van inmeting 18246_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Omschrijving: Opdracht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwgKader-0451-W-0-01 d.d. 06-10-2018
Vijverpark: dwgKader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering: zie tekening 413188-35-P0-0-0101 en 02

0	5	10	20m
D2	06-03-2020	DEFINITIEF	J.B.
D1	10-03-2019	DEFINITIEF	J.B.
D0	20-07-2018	CONCEPT	J.B.
Nr.	Datum	Wijziging	Titel

Gemeente Haarlem
Projectomschrijving
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem
Varianten studie Boerhaavevaart
Variant 4
Tekeningomschrijving
Situatietekening
Variant 4
Tekeningnummer
413188-35-S-0-0405

Tekenaar
J. Brinkman
Projectleider
J. van Veen
Status
DEFINITIEF
www.anteagroup.nl

Schaal
1:500
Blad in bloem
594x1890
5 IN 6
Wissel
D2
anteagroup



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom locatie indicatief
- Nieuwe boom Vriepark/De Entree
- Verkeersregelsinstallatie
- VRI - portaal
- Kadastrale grens

Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Coffeng, "Verkenning aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 26-09-2016
Ontwerp op basis van meting 18246_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Bouwenplan: Opdracht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwg Kader-0451-W-0-01 d.d. 16-10-2018
Vriepark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering zie tekening 413188-35-P0-0-0101 en 02

0 5 10 15 20m

Nr	Datum	Wijziging	Tekenaar	Schaal
D2	26-03-2020	DEFINITIEF	J. Brinkman	1:500
D1	17-03-2020	DEFINITIEF	J. van Veen	J.B.
C1	20-07-2019	CONCEPT	J. van Veen	J.B.
Nr	Datum	Wijziging	Tekenaar	Tek.

Gemeente Haarlem

Projectomschrijving
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem
Varianten studie Boerhaavevaart

Tekeningomschrijving
Situatietekening
Variant 4

Tekeningnummer
413188-35-S-0-0405

Tekenaar
J. Brinkman

Projectontwerper
J. van Veen

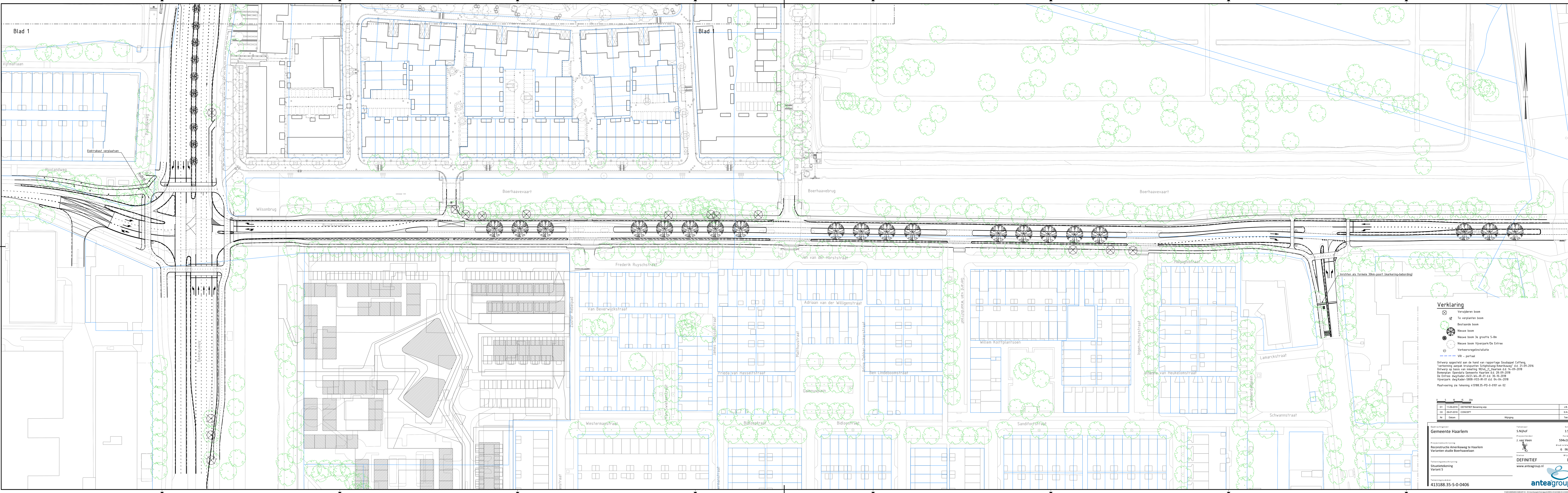
Status
DEFINITIEF
www.anteagroup.nl

Schaal
1:500

Blad in bladen
5 IN 6

Wijk nr.
D2

anteagroup



Verklaring

- Verwijderen boom
- Te verplanen boom
- Bestaande boom
- Nieuwe boom
- Nieuwe boom 3e grootte 5-8n
- Nieuwe boom Vijverpark/De Entree
- Verkeersregelsinstallatie
- VRI - portaal

Ontwerp opgesteld aan de hand van rapportage Goudappel Oeffing, "versterking aanpak kruispunten Schipholweg/Amerikaweg" d.d. 21-09-2016
Ontwerp op basis van meting 1824_11 Haarlem d.d. 14-09-2018
Binnenplan: Openlucht Gemeente Haarlem d.d. 26-09-2018
De Entree: dwg Kader-0451-W-01 d.d. 26-10-2018
Vijverpark: dwg Kader-5808-V03-R-01 d.d. 04-04-2018
Maatvoering zie tekening 413188.35-P0-0-0101 en 02

0	5	10	20m
Bl	11-03-2019	DEFINITIEF	Bewerking wip
CD	28-07-2019	CONCEPT	
Nr	Datum	CONCEPT	Wijziging
			Tek

Opm	Sch
Opdrachtgever	1:500
Gemeente Haarlem	
Projectontwerper	594x1890
J. van Veen	Blad in bloem
	6 IN 6
Projectomschrijving	Wijk nr
Reconstructie Amerikaweg te Haarlem	
Varianten studie Boerhaavevaart	
Tekeningomschrijving	Status
Situatietekening	DEFINITIEF
Variant 5	www.anteagroup.nl
Tekeningnummer	
413188.35-S-0-0406	anteagroup

Bijlage 2

Hoofdrapport herberekening Wilsonbrug



Wilsonbrug

**Kruispunt Amerikaweg - Boerhaavelaan te
Haarlem**

Herberekening

projectnummer 413188.135
definitief revisie 1.0
19 juli 2019

Wilsonbrug

Kruispunt Amerikaweg - Boerhaavelaan te Haarlem

Herberekening

projectnummer 413188.135
documentnummer 413188.135-BER-DO-01
definitief revisie 1.0
19 juli 2019

Auteurs

F. den Hollander

Opdrachtgever

Gemeente Haarlem
Grote Markt 2
2011 RD HAARLEM

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.0
25-7-2019	definitief

controle
P. de Boer



vrijgave
J. van Veen



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Revisiebeheer	2
1.3	Doel en scope van het rapport	2
2	Basis voor het ontwerp	3
2.1	Normen, richtlijnen en literatuur	3
2.2	Eisen, uitgangspunten en randvoorwaarden	4
2.2.1	Veiligheidsklasse	4
2.2.2	Noodzaak herberekening	4
2.2.3	Indeling rijweg en toetssituaties	4
2.2.4	Correctie voor aantal vrachtwagens	6
2.3	Aan project gerelateerde documenten	7
2.4	Rekenprogrammatuur	7
3	Beschrijving en inventarisatie constructie	8
3.1	Situatie	8
3.2	Omschrijving constructie	8
3.3	Indeling voor verkeer	10
3.4	Evaluatie inventarisatie	10
3.4.1	Algemeen	10
3.4.2	Opbouw constructie	11
3.4.3	Wapening brugdek	11
3.4.4	Resultaten onderzoek en inspectie	12
4	Materiaalgegevens	14
4.1	Beton	14
4.2	Betonstaal en voorspanstaal	14
5	Belastingen	15
5.1	Algemeen	15
5.2	Permanente belastingen	15
5.2.1	Eigen gewicht	15
5.2.2	Rustende belasting	16
5.2.3	Gronddruk	17
5.2.4	Opgelegde vervormingen	18
5.3	Veranderlijke belastingen	18
5.3.1	Verkeersbelastingen	18
5.3.1.1	Verticale verkeersbelasting rijweg dek	18
5.3.1.2	Verkeersbelasting op stootplaten rijweg	20
5.3.1.3	Verkeersbelasting op langzaam verkeerdeel brugdek	20
5.3.1.4	Verkeersbelasting achter landhoofden langzaam verkeerdeel	21

5.4	Vermoeiingsbelastingen	21
5.5	Buitengewone belastingen	22
5.6	Belastingfactoren en –combinaties	22
5.6.1	Belasting- en combinatiefactoren	22
5.6.2	Belastinggevallen	25
5.6.3	Belastingcombinaties	25
6	Herberekening rijdek	27
6.1	Uitgangspunten modellering	27
6.1.1	Beschouwde modellen	27
6.2	Berekening krachtverdeling rijdek	28
6.3	Toetsing rijdek	29
6.4	Conclusie toetsing rijdek	30
7	Herberekening randstrook brugdek	31
7.1	Modellering en berekening krachtverdeling	31
7.2	Toetsing randstrook brugdek	31
7.3	Conclusie toetsing randstrook brugdek	32
8	Controle	34
8.1	Eigen controles	34
8.2	Controle door controleur	34
9	Resultaten, conclusies en aanbevelingen	35
9.1	Resultaten	35
9.2	Conclusie	35
9.3	Aanbevelingen	36

Bijlage 1 Berekening krachtverdeling Scia Engineer

Bijlage 2 Berekening capaciteiten rijdek

Bijlage 3 Randstrook brugdek

Bijlage 4 Bepaling betonkwaliteit o.b.v. proeven

Bijlage 5 Handmatige controle Model 3 Scia Engineer

Bijlage 6 Verificatieformulier

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het bestaande kruispunt Amerikaweg – Boerhavelaan in Haarlem moet worden gereconstrueerd. Een onderdeel van deze reconstructie is het onderzoeken of de bestaande brug, de Wilsonbrug, over de Amerikavaart hiervoor kan worden gebruikt en of ook het fietsverkeer over deze brug kan plaats vinden. Aan de hand van een herberekening van de bestaande constructie wordt bepaald of de brug geschikt is voor gebruik na reconstructie. Archiefstudie, visuele inspectie en materiaalonderzoek vormen de input voor de herberekening.

Dit rapport omvat de herberekening van het bestaande brugdek van de Wilsonbrug.

Doel van de herberekening is te bepalen of het kunstwerk in de huidige toestand voor een periode van 30 jaar met het wettelijk vereiste constructieve veiligheidsniveau gebruikt kan worden. Wanneer dit niet het geval is, wordt een advies gegeven over te nemen maatregelen.



Figuur 1-1: Locatie kunstwerk (bron: Globespotter, 2019)

Voor een omschrijving van het kunstwerk wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

1.2 Revisiebeheer

Revisie	status	Datum	Gewijzigde hoofdstukken	Beschrijving wijzigingen
0.1	concept	18-07-2019	-	eerste versie voor interne controle
1.0	definitief	19-07-2019	Diverse (enkel tekstuele aanpassingen)	Definitieve versie na interne controle

1.3 Doel en scope van het rapport

De herberekening wordt uitgevoerd conform NEN 8700 "Beoordelen van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen" en NEN 8701 "Beoordelen van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Belastingen". Daarnaast is (niet bindend) gebruik gemaakt van de RBK "Richtlijn Beoordelen Kunstwerken" van Rijkswaterstaat. Het doel van de herberekening is om vast te stellen of het veiligheidsniveau voldoende hoog is om het kunstwerk 30 jaar te blijven gebruiken na de herinrichting van het kruispunt. Wanneer dit niet het geval blijkt te zijn wordt een advies gegeven voor mogelijke te nemen maatregelen.

Er vindt een toetsing plaats op de uiterste grenstoestand (ULS) in overeenstemming met NEN 8700.

Het wel of niet uitvoeren van een toetsing op de vermoeiingsgrenstoestand (FLS) wordt gebaseerd op een risicoanalyse. In deze analyse worden aantallen lastwisseling en gevoeligheid voor vermoeiingsschade bepaald om de noodzaak van een berekening vast te stellen.

Onderdeel	vermoeiingsrisico
Veldwapening brugdek	laag
Steunpuntwapening brugdek	ja

Conclusie: vermoeiing dient beschouwd te worden.

Conform hoofdstuk 1.11 van de RBK wordt in beginsel alleen het dek van het kunstwerk herberekend. De onderbouw en fundering worden alleen beschouwd wanneer hiertoe aanleiding is. Een significante toename van de belasting of constructieve schade aan de onderbouw zijn niet aan de orde.

Derhalve wordt enkel het dek beschouwd in de herberekening en niet de onderbouw.

2 Basis voor het ontwerp

2.1 Normen, richtlijnen en literatuur

Bij dit project zal gebruik worden gemaakt van de onderstaande normen en richtlijnen.

Norm	Omschrijving	ref
NEN 8700:2011	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen	[N.1]
NEN 8701:2011	Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Belastingen	[N.2]
NEN 8701:2011/A1:2018 Ontwerp*	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - Belastingen	[N.3]
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011, NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011	Grondslagen van het constructief ontwerp	[N.4]
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011, NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011	Belastingen op constructies - deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	[N.5]
NEN-EN 1991-2+C1:2015, NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011	Belastingen op constructies - deel 2: Verkeersbelastingen op bruggen	[N.6]
NEN-EN 1992-1-1+C2/A1:2015, NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	[N.7]
NEN-EN 1992-2+C1:2011 NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Bruggen – Regels voor ontwerp en berekeningen en voor detaillering	[N.8]
NEN-EN 1997-1+C1:2012 NEN-EN 1997-1+C1:2012/NB:2012	Geotechnische ontwerp – Deel1: Algemene regels	[N.9]
NEN 9997-1+C2:2017	Geotechnische ontwerpen van constructies Deel 1: Algemene regels	[N.10]

*) In 2018 is een voorstel (ontwerpversie) voor een aanvulling op NEN 8701 verschenen. Met deze aanvulling is het toegestaan om bij bruggen in het onderliggende wegennet te rekenen met gereduceerde belastingen. Omdat de aanvulling nog niet geformaliseerd is, wordt deze reducties als losse aanvulling op de normatieve berekening meegenomen.

Richtlijn/ ontwerpvoorschrift	Omschrijving	ref
RBK 1.1 – RTD 1006:2013	Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken	[R.1]
ROK 1.4 - RTD 1001:2017	Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken	[R.2]

In het geval van tegenstrijdigheden tussen de bovengenoemde voorschriften wordt de volgende volgorde van bovenstaande nummering aangehouden: Van specifiek naar algemeen, waarbij het meest specifieke prevaleert.

De richtlijnen van Rijkswaterstaat zijn alleen ter informatie gebruikt en zijn niet bindend.

2.2 Eisen, uitgangspunten en randvoorwaarden

2.2.1 Veiligheidsklasse

Na afweging is het kunstwerk ingedeeld in gevolgsklasse 2 (CC2) conform tabel NB.21 - B1 van NEN8700:2011. Hiervan is uitgegaan omdat het niet in een rijksweg ligt en binnen de bebouwde kom ligt. De snelheid op het kunstwerk is 50 km/u. Al het voorgaande onderschrijft de keuze voor gevolgsklasse 2.

2.2.2 Noodzaak herberekening

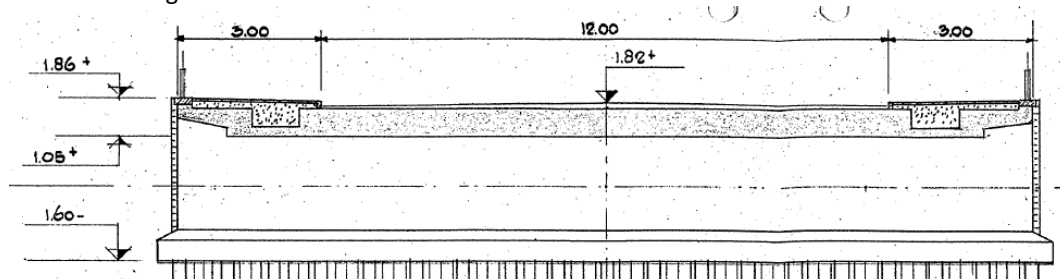
In hoofdstuk 1.4 van de RBK wordt aangegeven in welke situaties er wel of geen herberekening dient te worden uitgevoerd. Bij dit kunstwerk is sprake van de volgende benoemde aanleidingen voor herberekening:

- 2) Er is sprake van een toename van verkeersbelastingen;
Er dient dus een herberekening te worden uitgevoerd.

2.2.3 Indeling rijweg en toetssituaties

Aangezien de brug beoordeeld wordt op de toekomstige situatie na de herinrichting van het kruispunt, valt de brug in de categorie verbouw conform NEN8700. Hierbij betreft de restlevensduur en dus de referentieperiode 30 jaar. Indien het kunstwerk niet voldoet in de situatie verbouw, zullen aanbevelingen worden gedaan over te nemen vervolgstappen.

Op onderstaande afbeelding is een dwarsdoorsnede van het bestaande brugdek te zien conform archieftekening.



Figuur 2-1: Dwarsdoorsnede brugdek archieftekening



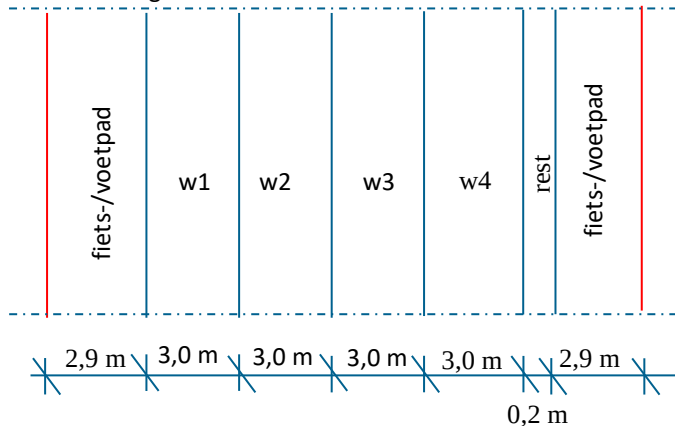
Figuur 2-2: Foto's huidige indeling brugdek

Momenteel is aan beide zijden van het dek een fiets-/voetpad aanwezig met elk een breedte van 4,0 m. De breedte van de rijweg bedraagt nu 10,0 m: 3 rijstroken van 3,0 m breed en een middenberm van 1,0 m breed.

Na de herinrichting van het kruispunt zal de wegingdeling op het brugdek mogelijk wijzigen. In de herberekening wordt allereerst rekening gehouden met een variant waarbij de rijweg bestaat uit 4 rijstroken met een rijwegbreedte van 12,2 m. Hiervoor dienen de bestaande fiets-/voetpaden versmald te worden. Langs de rijweg komen dan hoge schampkanten en eventueel nog extra voorzieningen zodat het verkeer niet op de fiets-/voetpaden kan komen.

Zwaar verkeer op de fiets-/voetpaden is absoluut niet wenselijk aangezien het dek onder de voetpaden verjongd is t.b.v. de kabelgoten. Conform NEN-EN 1991-2NB art. 4.2.3 moet een stootrand minimaal 200 mm hoog zijn om als afscheiding te mogen beschouwen. Echter dient er dan nog wel rekening gehouden te worden met de buitengewone aanwezigheid van een voertuig op het fiets-/voetpad conform NEN-EN1991-2 art. 4.7.3.1 en art. 5.6.3.

Onderstaande schets laat voor de toekomstige situatie met 4 rijstroken de theoretische rijstrookindeling zien voor BM1 conform NEN-EN 1991-2 art. 4.3.2. Deze theoretische indeling komt nagenoeg overeen met de werkelijke toekomstige wegingdeling zodat hierin verder geen onderscheid gemaakt hoeft te worden.



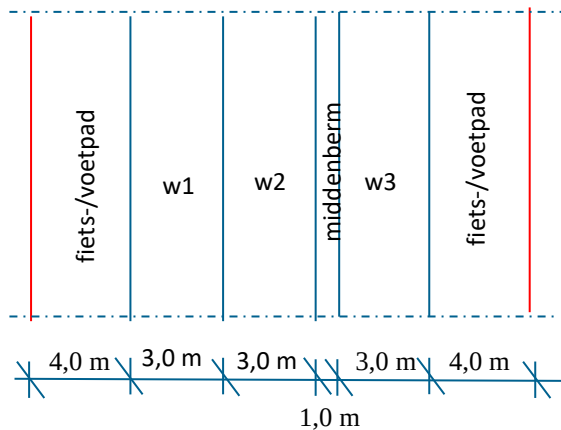
Figuur 2-3: Theoretische rijstrookindeling toekomstige situatie (variant met 4 rijstroken).

De breedte van de voertuigkerende randen en het leuningwerk zijn in bovenstaande indeling meegerekend in de breedte van de fiets-/voetpaden.

In het ontwerp is echter nog niet zeker of het dek uitgevoerd wordt met 3 of 4 rijstroken. In de herberekening wordt in eerste instantie uitgegaan van 4 rijstroken aangezien dit ongunstiger is dan 3.

Indien het dek niet voldoet met 4 rijstroken wordt nader gekeken of het brugdek wel voldoet met een versmalling van de rijweg naar 3 stroken. Een indeling met 3 rijstroken komt dus neer op de huidige werkelijke wegingdeling op het brugdek.

Voor wat betref fiets-/voetpaden wordt in deze berekening ook uitgegaan van de meest ongunstige situatie. Dat betekent dat gerekend wordt met aan beide zijden van de brug een voorziening voor fietsers/voetgangers.



Figuur 2-4: Huidige rijstrookindeling (variant met 3 rijstroken).

2.2.4 Correctie voor aantal vrachtwagens

Bij kunstwerken in wegen met minder dan 2 000 000 vrachtwagens per jaar per rijstrook mogen de belastingen volgens NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011 wordt gereduceerd.

Locatie kunstwerk:	in de bebouwde kom als ontsluiting voor een wijk.
Telgegevens beschikbaar:	nee, er zijn geen tellingen van vrachtwagens aanwezig.
Toetsing ULS	Kies Nobs o.b.v. tweede categorie van NB:2011 tabel 1: $N_{obs} = 200.000$
Toetsing FLS	Kies N_{obs} o.b.v. derde categorie van NB:2011 tabel 5: $N_{obs;ai} = 125.000$

Reductie voor wegverkeersbruggen in onderliggend wegennet:

Toetsing ULS (gereduceerd)	Kies Nobs o.b.v. 1 ^e categorie van NEN 8701:A1, Tabel C.1: $N_{obs} = 125.000$
----------------------------	--

Conform NEN 8701:A1 mag voor wegverkeersbruggen in het onderliggend wegennet gerekend worden met gunstigere reductiefactoren als voor de brug geldt dat:

- het jaarlijkse aantal zware voertuigen N_{obs} gedurende de referentieperiode in geen enkel jaar groter is dan 125 000 en binnen de referentieperiode geen wijziging naar een groter aantal zware voertuigen is voorzien;
- de invloedslengte van (een onderdeel van) de brug niet groter is dan 20 m;
- de brug ligt in een route waar voertuigen met een permanente ontheffing wegenbelasting niet zijn toegelaten. Deze beperking moet bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) zijn geregistreerd.;
- de brug niet frequent wordt belast door voertuigen met een afwijkend hoge beladingsgraad (ontsluiting industrieterrein of overslaggebied) of door wielconfiguraties die afwijken van tabel NB.6 – 4.7 in NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011.

De brug voldoet momenteel niet aan de derde voorwaarde. Om hier aan te voldoen moet de brug actief geregistreerd worden. Wanneer uit de herberekening volgt dat de brug niet voldoet met de reductiefactoren volgens NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011, wordt beschouwd of de brug wel voldoet met de reductie volgens NEN 8701:A1. Op deze wijze wordt inzichtelijk gemaakt of het registreren van de brug bij het RDW zinvol is wanneer uit de herberekening blijkt dat de brug niet voldoet.

2.3 Aan project gerelateerde documenten

Als basis voor de berekening is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen:

tekening	Uitgave	ref
Bruggen over de Amerikavaart - Bestektekening	1766N-1, d.d. 19-12-1962	[T.1]
Bruggen over de Amerikavaart - Palenplan	1766N-2, revisie 6-3-1964	[T.2]
Bruggen over de Amerikavaart - Betontekening	1766N-3, d.d. oktober 1962	[T.3]

Als basis voor de berekening is gebruik gemaakt van de volgende onderzoeken en inspectiegegevens:

Document	Uitgave	ref
Concrefy rapport: 2019-0460-002 Druksterkte cilinders; Wilsonbrug Haarlem d.d 12-07-2019	Datum rapport 15 juli 2019; opgesteld door L. van Lier, Concrefy B.V. (rapport in bijlage 4)	[O.1]

2.4 Rekenprogrammatuur

De volgende computerprogramma's zullen, indien nodig, worden gebruikt.

- Spreadsheetprogramma 'Excel' versie 2013 (*);
- Eindige-Elementen-Programma Scia Engineer versie 18.1.1047;
- Doorsnedetoetsingsprogramma IDEA StatiCa RCS versie 9.0.32.49576.

(*) Binnen Antea Group worden twee soorten spreadsheets toegepast:

- Standaard spreadsheets Antea Group
- Project specifieke spreadsheets

Standaard spreadsheets Antea Group

Standaard spreadsheets opgesteld binnen Antea Group zijn intern geverifieerd en worden bij gebruik enkel getoetst op de juiste toepassing ervan. Deze spreadsheets zijn te herkennen aan de voettekst per blad waarop een versienummer vermeld wordt.

Project specifieke spreadsheets

Deze spreadsheets zijn speciaal voor dit project opgesteld en zijn binnen Antea Group nog niet geverifieerd. Bij deze spreadsheets wordt door de opsteller extra zorg besteed aan de verduidelijking en controle van de spreadsheet. Deze spreadsheets hebben geen voettekst met versienummer.

3 Beschrijving en inventarisatie constructie

3.1 Situatie

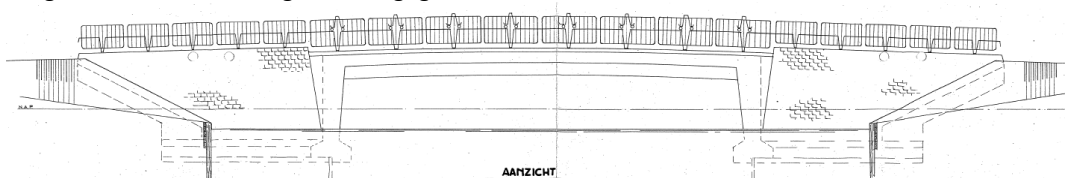
In de onderstaande figuur is de Wilsonbrug weergegeven in zijn directe omgeving.



Figuur 3-1: Overzicht brug

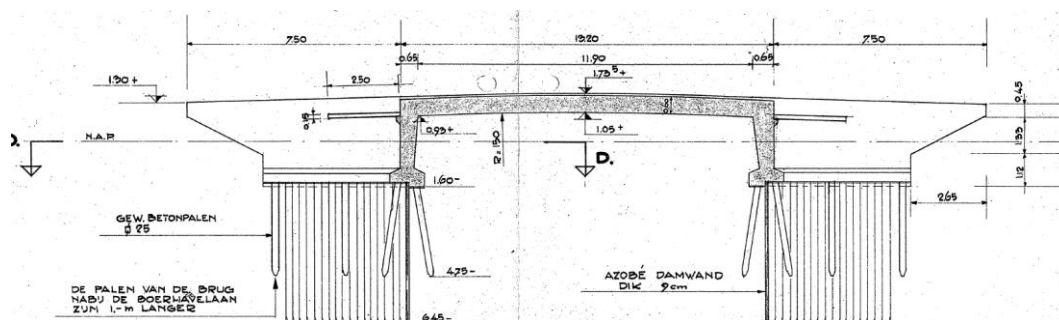
3.2 Omschrijving constructie

De bestaande brug bestaat uit een gewapend betonnen dek die monoliet verbonden is met twee betonnen landhoofden. Aan de landhoofden zitten lange betonnen vleugelwanden. De landhoofden en vleugelwanden zijn gefundeerd op vierkante betonpalen. Het aanzicht van deze brug is in onderstaande figuur weergegeven.



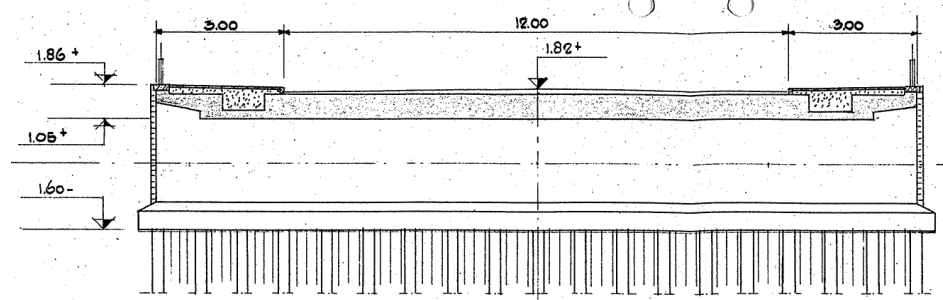
Figuur 3-2: zijaanzicht bestaande brug

De langsdoorsnede over de brug is in onderstaande figuur aangegeven.



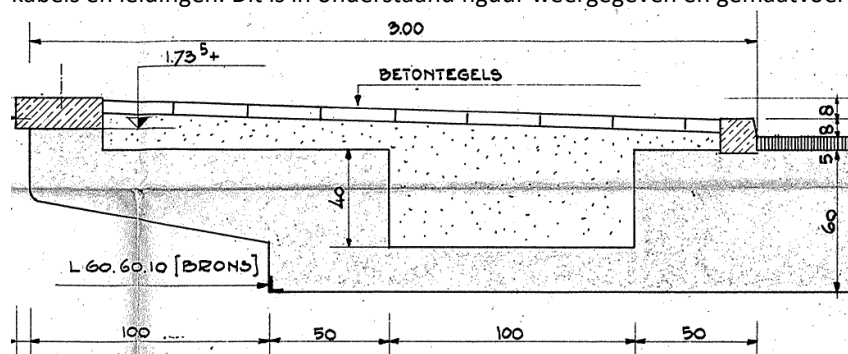
Figuur 3-3: langsdoorsnede bestaande brugdek

De dwarsdoorsnede over de brug is in onderstaande figuur aangegeven.

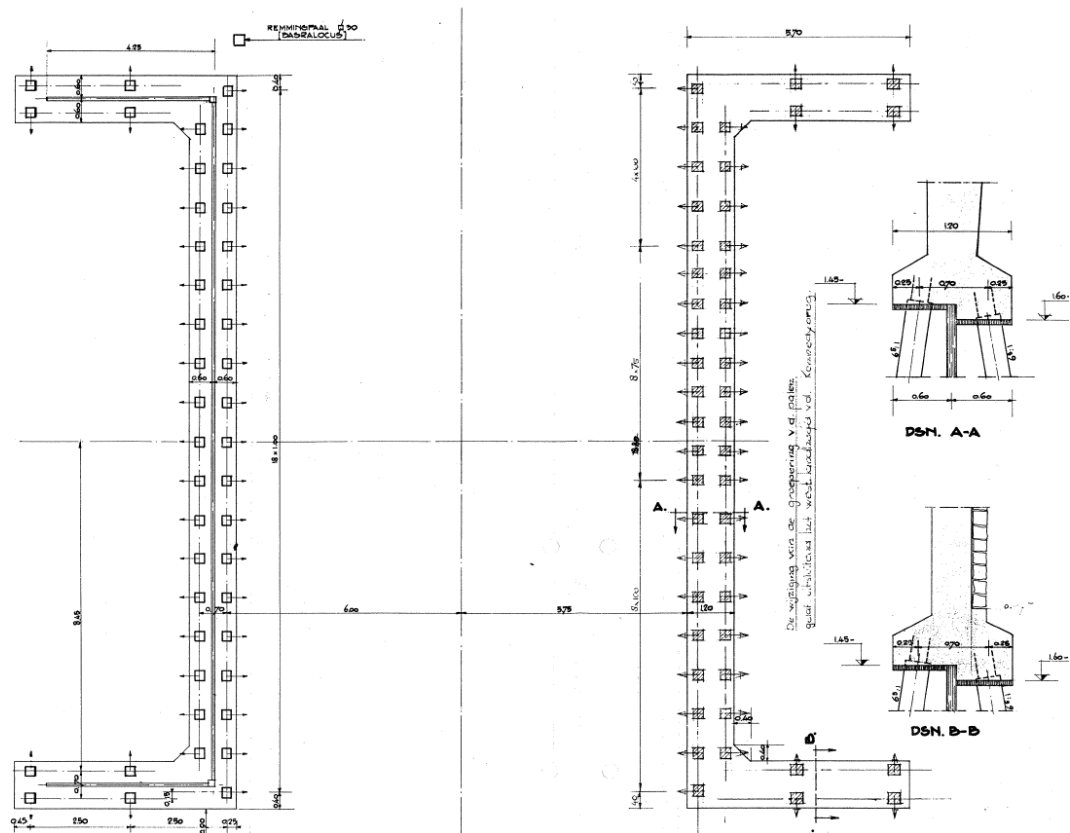


Figuur 3-4: dwarsdoorsnede bestaande brugdek

Hierin valt op dat ter plaatse van de voetpaden het betonnen dek is verjongd in verband met kabels en leidingen. Dit is in onderstaand figuur weergegeven en gemaatvoerd.



Figuur 3-5: detail verjonging brugdek t.p.v. voetpad



Figuur 3-6: palenplan bestaande brug

3.3 Indeling voor verkeer

De toekomstige wegingdeling is reeds beschreven in hoofdstuk 2.2.3. De theoretische rijstrookindeling en de werkelijke toekomstige rijstrookindeling zijn nagenoeg gelijk dus hier wordt in de berekening geen onderscheid in gemaakt.

De toekomstige wegingdeling staat nog niet vast dus er wordt allereerst gekeken naar een indeling met 4 rijstroken aangezien dit maatgevend is ten opzichte van 3 rijstroken. Vervolgens wordt tevens een indeling met 3 stroken beschouwd wanneer het brugdek niet voldoet met 4 stroken.

3.4 Evaluatie inventarisatie

3.4.1 Algemeen

Uit de inventarisatie blijken de volgende algemene gegevens:

onderwerp	omschrijving	bron
Naam	Wilsonbrug	[T.1]
Code	-	[T.1]
Stichtingsjaar	1964	[T.1]
Ontwerper	Openbare werken Haarlem – Civiele afdeling	[T.1]
Oorspronkelijke verkeersklasse	onbekend	-

3.4.2 Opbouw constructie

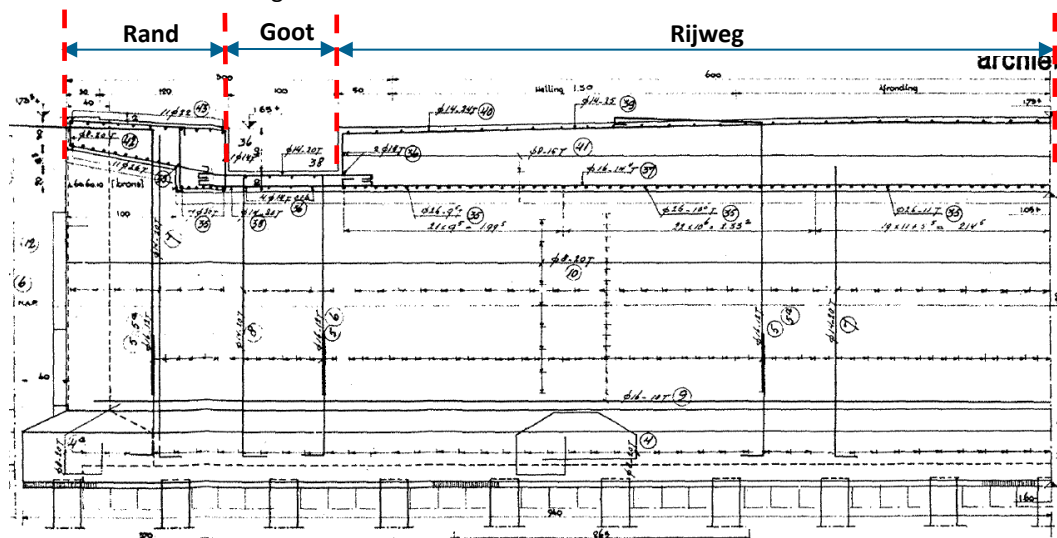
Uit de inventarisatie blijken de volgende gegevens met betrekking tot constructieopbouw:

onderdeel	omschrijving	opmerking	Materiaal
Asfalt rijbaan	Dikte ca. 50 mm volgens [T.1]	In berekening 80 mm	Asfalt
Verharding voetpad	Betontegels	Breedte voetpad 3,0 m	Betontegels op zand
Brugdek	Overspanning ca. 12,5 m Breedte rijbaan 12 m Breedte voetpad 2 x 3 m Dekdikte rijbaan 600/680 mm	Betonnen dek onder voetpad verjongd i.v.m. kabels en leidingen	Gewapend beton
Leuning	Stalen leuningwerk		staal
Landhoofden	Hoogte landhoofdwand ca. 3,4 m Wanddikte 650/500 mm	Landhoofd heeft een verbrede voet aan de onderzijde die rust op de funderingspalen	Gewapend beton
Vleugelwanden	Wanddikte 400 mm Lengte vleugelwand 7,5 m	Vleugelwanden zijn gefundeerd op palen	Gewapend beton
Funderingspalen	Vierkante palen 250 x 250 mm Schoorstand 6,5:1 P.P.N. NAP -4,75 m	2 x 44 palen	Gewapend beton
stootplaten	Dikte 150 mm Lengte 2,5 m		Gewapend beton

3.4.3 Wapening brugdek

Aan de hand van de originele wapeningstekening uit het archief [T.3], is de wapening in het brugdek bepaald. De wapening t.p.v. de rijweg, onder de kabelgoot en in het verlopende deel onder het voetpad naast de kabelgoot wordt apart beschreven aangezien deze delen van het brugdek verschillen qua wapening.

Onderstaande afbeelding laat zien welke delen van het dek beschouwd worden:



onderdeel	omschrijving	Materiaal
Rand	Bovenlangswapening in veld 11Ø22-150 (2 ^e laag)	QR24
	Bovenlangswapening t.p.v. steunpunt Ø16-120 (2 ^e laag)	QRn42
	Onderlangswapening 18Ø26 (2 ^e laag)	QRn42
	Wapening dwarsrichting boven + onder Ø8-200 (1 ^e laag)	QRn42
Goot	Bovenlangswapening in veld 6Ø14-200 (2 ^e laag)	QRn42
	Bovenlangswapening t.p.v. steunpunt Ø16-120 (2 ^e laag)	QRn42
	Onderlangswapening 6Ø14-200 (1 ^e laag)	QRn42
	Wapening dwarsrichting boven Ø14-200 (1 ^e laag)	QRn42
	Wapening dwarsrichting onder Ø14-200 (2 ^e laag)	QRn42
Rijweg	Bovenlangswapening in veld Ø14-240 (1 ^e laag)	QRn42
	Bovenlangswapening t.p.v. steunpunt Ø16-120 (1 ^e laag)	QRn42
	Onderlangswapening Ø26-95/100/110* (1 ^e laag)	QRn42
	Wapening dwarsrichting boven Ø14-250 (2 ^e laag)	QRn42
	Wapening dwarsrichting onder Ø16-144 (2 ^e laag)	QRn42

*) De h.o.h.-afstand van de langswapening in het veld aan de onderzijde varieert over de breedte van de rijweg; in de toetsing van het dek wordt rekening gehouden met de correcte h.o.h. afstand van deze wapening.

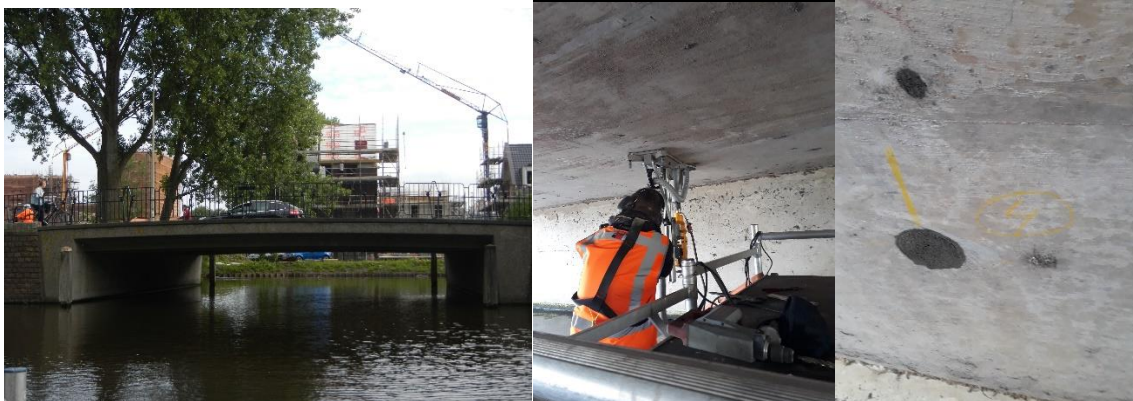
Betonkwaliteit: K300 [T.3];
Dekking brugdek: 25 mm [T.3].

3.4.4 Resultaten onderzoek en inspectie

Op vrijdag 5 juli 2019 is een 6-tal kernen uit het brugdek geboord voor de bepaling van de betonkwaliteit. Bij het boren van de kernen is tevens de brug visueel beschouwd. De kernen zijn aan de onderzijde uit het dek geboord vanaf het water.

Het betonwerk aan de onderzijde is in zeer goede staat, dit geldt zowel voor het brugdek als de landhoofdwanden. In het dek waren geen scheuren zichtbaar in het beton aan de onderzijde.

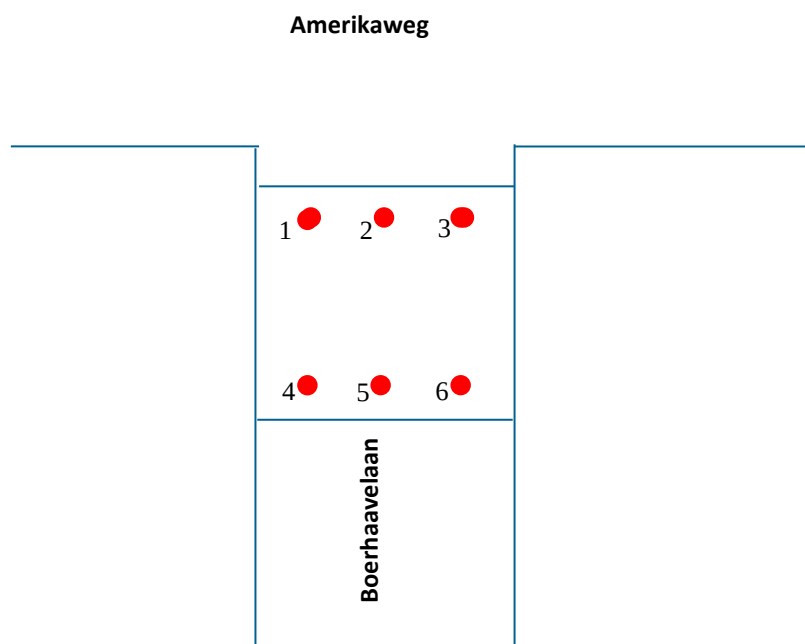
Het was niet mogelijk om het betonwerk aan de bovenzijde te beoordelen aangezien dit deel bedekt is door asfalt en bestrating.





Figuur 3-7: Foto's inspectie en kernen boren (d.d. 5 juli 2019)

Op onderstaande schets zijn de locaties aangegeven waar de cilinders uit het dek geboord zijn.



Figuur 3-8: Schets locaties boorkernen

4 Materiaalgegevens

4.1 Beton

Er is een beproeving uitgevoerd om de betonkwaliteit te bepalen. In voorgaand hoofdstuk zijn foto's opgenomen van het verkrijgen van de betonmonsters. De proefresultaten van de monsters en de bepaling van de betonkwaliteit aan de hand van de proefresultaten zijn opgenomen in bijlage 4.

De kwaliteit is als volgt vastgesteld:

NEN/EN 1992-1				
Sterkteklasse	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	E_{cm}
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
C48,3/58,8	48,3	27,3	3,97	36.900

Waarbij:

$$\begin{aligned}
 f_{cd} &= f_{ck} \times \alpha_{cc} / \gamma_c \\
 f_{ctm} &= 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \\
 f_{ctk;0,05} &= 0,7 \times f_{ctm} \\
 f_{ctd} &= \alpha_{ct} \times f_{ctk;0,05} / \gamma_c \\
 E_{cm} &= 22000 \times ((f_{ck} + 8)/10)^{0,3}
 \end{aligned}$$

De materiaalfactoren voor het beton zijn:

- betonsterkte: $\gamma_m = 1,5$

4.2 Betonstaal en voorspanstaal

De kwaliteit van het betonstaal is middels de oorspronkelijke wapeningstekening [T.3] achterhaald. Omgerekend naar de eurocode volgens de RBK [R.1] tabel 2.6 levert dit:

GVB 1950	NEN-EN 1992-1			
Type	Rekenwaarde van de treksterkte f_{yd}	vloeispanning f_{yk}	ϵ_{uk}	Ductiliteits-klasse
	N/mm ²	N/mm ²	%	
QR24	209	240	5,00	B
QRn42	300	420	3,00	A*

*) Conform [R.1] art. 5.5 is herverdelen van momenten niet toegestaan met klasse A.

De materiaalfactor voor het staal is:

- treksterkte staal: $\gamma_{m;QR24} = 1,15$
- treksterkte staal: $\gamma_{m;QRn42} = 1,4$

5 Belastingen

5.1 Algemeen

De volgende belastingen zijn van toepassing voor de herberekening van het brugdek:

Permanente belastingen

- Eigen gewicht;
- Rustende belastingen;
- Gronddrukken;
- Opgelegde vervormingen.

Veranderlijke belastingen

- Verticale verkeersbelastingen rijweg;
- Verkeersbelasting op stootplaten rijweg;
- Verkeersbelastingen op langzaam verkeerdeel van de brug;
- Verkeersbelasting op stootplaten langzaam verkeerdeel.

Overige belastingen zoals wind-, sneeuw-, en temperatuurbelastingen worden niet beschouwd in de herberekening. Deze hebben geen significante invloed en worden daarom niet in rekening gebracht.

Vermoeiingsbelasting

- Vermoeiing ten gevolge van verkeer.

Buitengewone belastingen

- Buitengewone aslast op langzaam verkeerdeel.

5.2 Permanente belastingen

De volgende permanente belastingen zijn van toepassing voor de herberekening van het brugdek:

- Eigen gewicht;
- Rustende belastingen;
- Gronddrukken.

Voor de permanente belastingen geldt:

Materiaal	Gewicht [kN/m³]	Norm/ richtlijn
Ongewapend beton	24,0	NEN-EN 1991-1-1 tabel A.1
Gewapend beton	25,0	NEN-EN 1991-1-1 tabel A.1
Staal	78,5	NEN-EN 1991-1-1 tabel A.4
Zand	16,0	NEN-EN 1991-1-1 tabel A.6
Asfalt (ZOAB / DAB)	23,0	ROK art. 5.1 (A.6)

Tabel 5-1: Soortelijk gewicht

5.2.1 Eigen gewicht

Het eigen gewicht van de constructie is afhankelijk van de dimensies en wordt automatisch gegenereerd in het EEM-programma. De onderdelen die niet in het EEM-programma worden gemodelleerd, worden als rustende belasting in het EEM-programma ingevoerd.

Opmerking: In het EEM-programma wordt gerekend met $g = 10 \text{ m/s}^2$.

5.2.2 Rustende belasting

Asfalt op dek rijweg

Bij de herinrichting van het wegdek zal tevens de asfaltlaag vervangen worden. Gerekend wordt met een asfaltdikte van 80 mm (dit geldt tevens voor de asfaltverharding van het fietspad).

Dit resulteert in een gelijkmatig verdeelde belasting van $p = 0,08 \cdot 23 = 1,84 \text{ kN/m}^2$.

Leuningen

Voor de brugleuning wordt een lijnlast van $q = 0,5 \text{ kN/m}^1$ gemodelleerd.

Stootranden dek

Tussen rijweg en fiets-/voetpad wordt rekening gehouden met een betonnen stootrand van $0,3 \times 0,3 \text{ m}$ (b x h).

Dit resulteert in een lijnlast van $q = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 25 = 2,25 \text{ kN/m}^1$.

Verharding kabelgoot dek

Voor de opvulling en verharding van de kabelgoten wordt gerekend met een zandlaag dik 640 mm en betontegels dik 60 mm.

Dit resulteert in een gelijkmatig verdeelde belasting van:

$$p = 0,06 \cdot 24 + 0,64 \cdot 16 = 11,7 \text{ kN/m}^2.$$

Verharding voetpad dek

Voor de verharding van het voetpad wordt gerekend met een zandlaag dik 65 mm en betontegels dik 60 mm.

Dit resulteert in een gelijkmatig verdeelde belasting van:

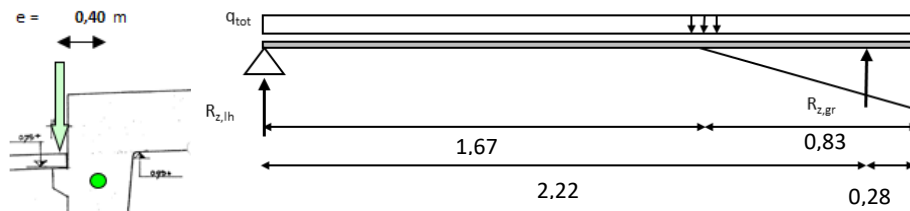
$$p = 0,06 \cdot 24 + 0,065 \cdot 16 = 2,5 \text{ kN/m}^2.$$

Rustende belasting uit stootplaten

Het eigen gewicht van de stootplaat en de rustende belasting op de stootplaat worden gemodelleerd als een verticale lijnlast op de rand van het dek gecombineerd met een lijnmoment op de rand van het dek t.g.v. de excentrische oplegging van de stootplaten.

Stootplaatlengte:	2,5 m
Stootplaatdikte:	0,15 m
Soortelijk gewicht beton:	$25,0 \text{ kN/m}^3$
Vlaklast t.g.v. gewicht stootplaat:	$0,15 \cdot 25,0 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
Aan te houden asfaltpakketdikte:	0,08 m
Soortelijk gewicht asfalt:	$23,0 \text{ kN/m}^3$
Vlaklast t.g.v. asfalt:	$0,08 \cdot 23,0 = 1,84 \text{ kN/m}^2$
Aan te houden dikte zandpakket:	0,65 m
Soortelijk gewicht zand:	$16,0 \text{ kN/m}^3$
Vlaklast t.g.v. zand:	$0,65 \cdot 16,0 = 10,4 \text{ kN/m}^2$

Rustende bel. stootplaat + verharding $p_{\text{tot}} = 3,75 + 1,84 + 10,4 = 16,0 \text{ kN/m}^2$



Reactie t.g.v. stootplaat, grondzijde

$$R_{z,gr} = (\frac{1}{2} * 16,0 * 2,5^2) / 2,22 = 22,5 \text{ kN/m}$$

Reactie t.g.v. stootplaat op landhoofd

$$R_{z,lh} = 16,0 * 2,5 - 22,5 = 17,5 \text{ kN/m}$$

Excentriciteit stootplaatoplegging:

$$e = 400 \text{ mm}$$

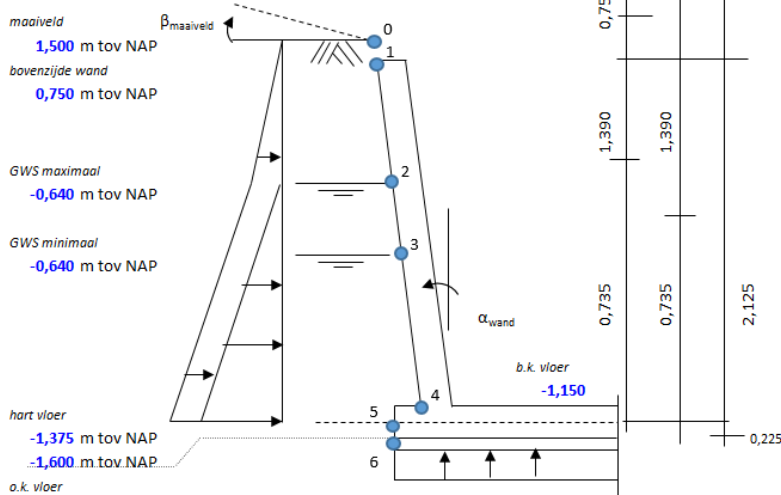
Moment t.g.v. stootplaat op landhoofd

$$m_{z,lh} = 17,5 * 0,4 = 7,0 \text{ kNm/m}$$

5.2.3 Gronddruk

De gronddruk tegen het landhoofd wordt bepaald:

Permanente belastingen t.g.v. grond- en waterdrukken



uitgangspunten

γ_w	=	10,0 kN/m ³	α_{wand}	=	0,0 °
γ_{dr}	=	18,0 kN/m ³	β_{maaiveld}	=	0,0 °
γ_{sat}	=	20,0 kN/m ³	ϕ_{grond}	=	30,0 °
K_{ph}	=	3,0 -			
K_0	=	0,500 -			

Water- en korreldrukken

Locatie	B.k. punt m t.o.v. NAP	Waterdruk [kN/m ²]	Vert. gronddruk [kN/m ²]	Hor. korreldruk [kN/m ²]	Samengestelde hor. water-/ korreldruk [kN/m ²]
0	1,500	0	0	0,0	0,0
1	0,750	0	13,5	6,8	6,8
2	-0,640	0	38,52	19,3	19,3
3	-0,640	0	38,52	19,3	19,3
4	-1,150	5,1	48,72	21,8	26,9
5	-1,375	7,35	53,22	22,9	30,3
6	-1,600	9,6	57,72	24,1	33,7

De waterdruk is aan beide zijden van het landhoofd gelijk dus enkel de horizontale korreldruk wordt als belasting tegen de landhoofdwallen gezet.

5.2.4 Opgelegde vervormingen

Krachtenwerking t.g.v. opgelegde vervormingen door krimp/kruip, alsmede steunpuntzettingen, is in voorliggende rapportage buiten beschouwing gelaten. Deze tijdsafhankelijke effecten treden niet op of beïnvloeden de krachtsverdeling niet.

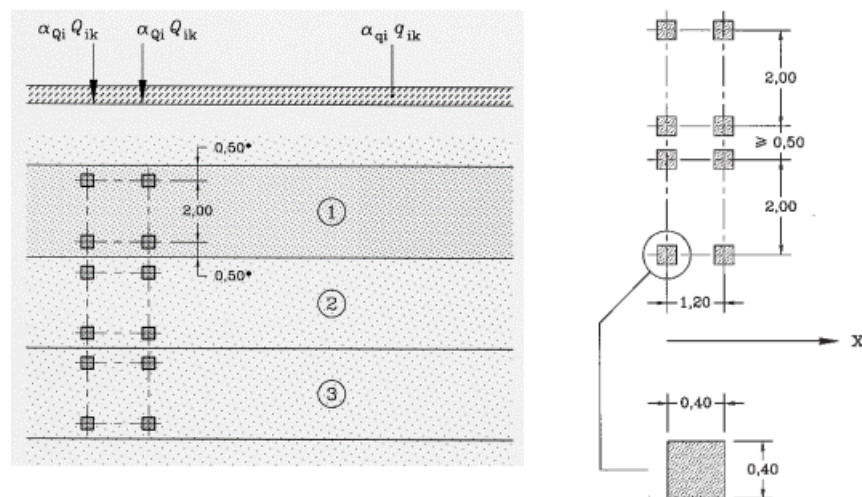
5.3 Veranderlijke belastingen

5.3.1 Verkeersbelastingen

Er wordt uitgegaan van verkeersbelastingen conform NEN-EN 1991-2+NB met de aanvullingen volgens NEN 8700/8701.

5.3.1.1 Verticale verkeersbelasting rijweg dek

De maatgevende belasting op het brugdek betreft LM1 conform NEN-EN 1991-2 art. 4.3.2 en bestaat uit een geconcentreerde belasting (TS) en gelijkmatig verdeelde belasting (UDL), die merendeel van de effecten van vracht- en personenautoverkeer afdekken.



Verklaring

- (1) rijstrook nummer 1 : $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
- (2) rijstrook nummer 2 : $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- (3) rijstrook nummer 3 : $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$; tussenafstand assen in tandemstelsel = 1,2 m
- * Voor $w_l = 3,00 \text{ m}$

Figuur 5-1: Principe belastingmodel 1 (LM1) (NEN-EN 1991-2, figuur 4.2a en 4.2b).

Reductiefactoren:

Conform hoofdstuk 2.2.4 van dit rapport wordt voor de toetsing op sterkte gerekend met $N_{obs} = 200.000$ voertuigen per jaar per rijstrook. Op basis van deze waarde gelden conform NEN-EN 1991-2NB, Tabel NB.01 de volgende reductiefactoren:

- $\alpha_{Qi} = 0,97$
- $\alpha_{qi} = 0,97$
- $\alpha_{qr} = 0,90$

Op basis van NEN8701 gelden tevens de volgende reductiefactoren:

$$\Psi = 0,99 \text{ op basis van tabel 1 (L = 20 m en ref.per. 30 jaar)}$$

$$\alpha_{\text{trend}} = 0,98 \text{ op basis van tabel 2 (L = 20 m en periode tot 2050)}$$

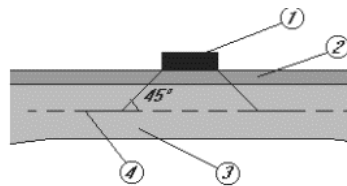
Reductiefactoren conform NEN 8701:A1 [N.3]:

Conform hoofdstuk 2.2.4 van dit rapport wordt voor de toetsing op sterkte tevens gerekend met de reductiefactoren conform NEN 8701:A1. Deze factoren vervangen de bovenstaande factoren voor α_{Qi} , α_{qi} , α_{qr} , Ψ en α_{trend} . De factoren volgens [N.3] worden bepaald op basis van $N_{\text{obs}} = 125.000$ voertuigen per jaar per rijstrook. Op basis van deze waarde gelden conform [N.3], art. C.3.1 en Tabel C.1 de volgende reductiefactoren:

- $\alpha_{Qi} = 0,8$
- $\alpha_{q1} = 1,35$
- $\alpha_{qi} = \alpha_{qr} = 1,0$
- $\alpha_{N_{\text{obs}}} = 1,0$ op basis van tabel C.1 (ref.per. 30 jaar)
- $\alpha_{\text{trend}} * \Psi = 0,95$ op basis van tabel C.1 (ref.per. 30 jaar)

Spreiding:

Voor de spreiding van de aslasten is onderstaande figuur uit de NEN-EN 1991-2+C1:2011 aangehouden worden.



Verklaring

- 1 wielcontactdruk
- 2 slijtlaag
- 3 betonnen rijvloer
- 4 middenvlak van de betonnen rijvloer

Figuur 5-2: Spreiding geconcentreerde last (NEN-EN 1991-2 figuur 4.4).

De minimale dekdikte onder de rijbaan is 600 mm, deze dikte wordt aangehouden voor de spreiding. Er wordt rekening gehouden met een asfaltdikte van 50 mm en een spreidingshoek van 45°.

Dit resulteert in een spreidingsoppervlak voor de wiellasten van

$$A_{\text{wiel; spreid}} = (0,4 + 2 * 0,05 + 2 * 0,3)^2 = 1,21 \text{ m}^2 (1,1 \times 1,1 \text{ m})$$

Gehanteerde verkeersbelasting rekenmodel:

onderdeel	Q/q	Oppervlak	belasting
UDL rijstrook 1	9 kN/m ²	-	9 kN/m ²
UDL overig	2,5 kN/m ²	-	2,5 kN/m ²
Aslast rijstrook 1	600 kN (4 x 150 kN)	1,1 ²	4 x 124 kN/m ²
Aslast rijstrook 2	400 kN (4 x 100 kN)	1,1 ²	4 x 82,6 kN/m ²
Aslast rijstrook 3	200 kN (4 x 50 kN)	1,1 ²	4 x 41,3 kN/m ²

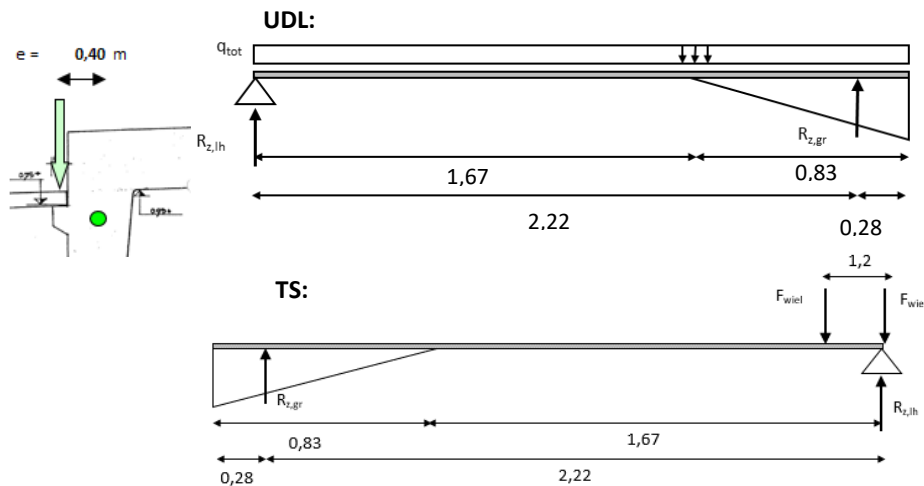
Tabel 5-2: Gehanteerde verkeersbelastingen op het dek.

De reductiefactoren worden niet verwerkt in de belastingen maar in de combinatievorming.

5.3.1.2 Verkeersbelasting op stootplaten rijweg

Conform NEN-EN 1991-2/NB, art. 4.9.1 wordt BM1 als belastingmodel op de stootplaten aangehouden.

De belastingen uit de stootplaten worden met rijstrook gespreid over de volledige rijstrookbreedte van 3 m.



onderdeel	Reactie $R_{z,lh}$	Lengte last	Lijnlast	Lijnmoment
UDL rijstrook 1	29,5 kN	3 m ¹	9,8 kN/m ¹	3,9 kNm/m ¹
UDL overig	8,2 kN	3 m ¹	2,7 kN/m ¹	1,1 kNm/m ¹
Aslast rijstrook 1	437,8 kN	3 m ¹	145,9 kN/m ¹	58,4 kNm/m ¹
Aslast rijstrook 2	291,9 kN	3 m ¹	97,3 kN/m ¹	38,9 kNm/m ¹
Aslast rijstrook 3	145,9 kN	3 m ¹	48,6 kN/m ¹	19,4 kNm/m ¹

Tabel 5-3: Gehanteerde verkeersbelastingen uit stootplaat

5.3.1.3 Verkeersbelasting op langzaam verkeerdeel brugdek

De belastingen op de fiets- en voetpaden zijn overeenkomstig NEN-EN 1991-2+C1:2011 hoofdstuk 5 bepaald.

Gelijkmatig verdeelde belasting

Er wordt gerekend met een gelijkmatig verdeelde belasting van $q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$.

Geconcentreerde belasting

De geconcentreerde belasting van $Q_{fvd} = 7,0 \text{ kN}$, aangrijpend op een vierkant oppervlak met zijden van 0,1 m, is niet maatgevend ten opzichte van de bijzondere belasting "buitengewone aanwezigheid van een voertuig" en wordt niet in rekening gebracht.

Dienstvoertuig

Het dienstvoertuig volgens NEN-EN 1991-2 met twee assen van 25 kN is niet maatgevend ten opzichte van de bijzondere belasting "buitengewone aanwezigheid van een voertuig" en wordt niet in rekening gebracht.

Onbedoeld voertuig op langzaam wegverkeersdeel

Voor de onbedoelde aanwezigheid van een voertuig op het langzaam verkeersdeel worden de specificaties aangehouden zoals beschreven in NEN-EN 1991-2, § 5.6.3:

- Twee assen met een wielbasis van 3 m;
- Karakteristieke waarde van de aslast is 80 resp. 40 kN;
- Per as twee wielen met een spoorbreedte van 1,30 m;
- Contactvlak van een wiel 0,20 x 0,20 m.

Bij aanwezigheid van het onbedoeld voertuig behoeft geen rekening gehouden te worden met een gelijktijdig aanwezige gelijkmatig verdeelde belasting.

De minimale dekdikte aan de rand van de voetpaden is ca. 300 mm, deze dikte wordt aangehouden voor de spreiding. Er wordt rekening gehouden met een asfaltdikte van 50 mm en een spreidingshoek van 45°.

Dit resulteert in een spreidingsoppervlak voor de wiellasten van

$$A_{\text{wiel; spreid}} = (0,2 + 2 * 0,05 + 2 * 0,15)^2 = 0,36 \text{ m}^2 \text{ (0,6 x 0,6 m)}$$

Vlaklast licht wiel	= 20 / 0,6 ²	= 55,6 kN/m ²
Vlaklast zwaar wiel	= 40 / 0,6 ²	= 111,1 kN/m ²

5.3.1.4 Verkeersbelasting achter landhoofden langzaam verkeersdeel

Volgens NEN-EN 1991-2 art. 5.9, moet voor de ruimte naast de rijweg en gepositioneerd achter de landhoofden, de vleugelwanden, de zijmuren en andere brugonderdelen die in contact staan met de grond een gelijkmatig verdeelde verticale belasting van 5 kN/m² worden aangehouden. De belasting wordt t.p.v. de voet-/fietspaden op de grond gezet aangezien op dit deel achter de brug geen stootplaten aanwezig zijn.

Deze belasting werkt als horizontale vlaklast tegen de landhoofdwand. De vlaklast wordt berekend:

$$p = K_0 * q_{rk} = 0,5 * 5 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

5.4 Vermoeiingsbelastingen

Vermoeiing ten gevolge van wegverkeer

Algemeen

Vermoeiingsbelastingen worden bepaald op basis van een indeling in verkeerscategorie 3 uit NEN-EN 1991-2/NB. Hierbij geldt: $N_{\text{obs}; a; ai} = 125.000$ zware voertuigen per jaar per rijstrook.

Conform NEN-EN 1991-2 §4.6.2 is belastingmodel 1 voor vermoeiing toegepast op het brugdek. BM1 voor vermoeiing heeft dezelfde schikking als het karakteristieke BM1, met de waarden voor de aslasten gelijk aan 0,7 Q_{ik} en voor de gelijkmatige verdeelde belasting gelijk aan 0,3 q_{ik} en 0,3 q_{rk} .

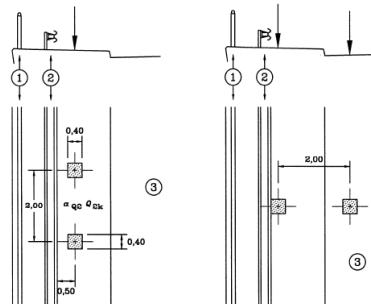
In het rekenmodel worden de belastinggevallen t.a.v. BM1 gehanteerd waarbij een correctie op de partiële factoren in de belastingcombinaties toegepast.

5.5 Buitengewone belastingen

Buitengewone aslast

Aangezien geen geleiderail aanwezig is tussen fietspad en rijweg dient conform NEN-EN 1991-2 paragraaf 4.7.3.1 één buitengewone aslast in rekening te zijn gebracht op het fiets- en voetpad, overeenkomend met $\alpha_{Q2}Q_{2k} = 0,97 \cdot 200 = 194 \text{ kN}$.

De aslast dient zo gepositioneerd te worden dat het meest ongunstige belastingeffect wordt verkregen zoals op onderstaande afbeelding:



Verklaring

- (1) Voetangerskering (of brugrandkering als geen veiligheidskering wordt toegepast)
- (2) Veiligheidskering
- (3) Rijweg

De aslast behoort niet gelijktijdig met andere veranderlijke belastingen op het brugdek te zijn beschouwd.

De minimale dekdikte is ca. 300 mm, deze dikte wordt aangehouden voor de spreiding. Er wordt rekening gehouden met een asfaltdikte van 50 mm en een spreidingshoek van 45°.

Dit resulteert in een spreidingsoppervlak voor de wiellasten van
 $A_{\text{wiel; spreid}} = (0,4 + 2 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,15)^2 = 0,64 \text{ m}^2 \text{ (0,8 x 0,8 m)}$.

Vlaklast wiel = $0,97 \cdot 100 / 0,8^2 = 151,6 \text{ kN/m}^2$.

5.6 Belastingfactoren en –combinaties

5.6.1 Belasting- en combinatiefactoren

De ψ -factoren worden gekozen op basis van tabel A2.1 van NEN 8700:

Tabel A2.1 — ψ -factoren voor bruggen voor weg- en langzaam verkeer

Belasting	Symbool		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen (zie NEN-EN 1991-2, tabel 4.4)	gr1a (LM1 + voetgangers- of fietspadbelastingen)	TS	0,8	0,8	0,4
		UDL		0,8	
		Horizontale belasting		0,8	
		voetgangers-+ fietspadbelastingen		0,8 ^d	
	gr1b (enkele as)		0	0,8 ^b	0
	gr2 (horizontale krachten dominant)		0,8	0,8 ^c	0
	gr3 (voetgangersbelastingen)		0	0,8 ^b	0
	gr4 (LM4 – belasting door een menigte)		0	0,8 ^b	0
	gr5 (LM3 – speciale voertuigen)		0		0
	TS			0,8 ^b	
	UDL			0,8 ^b	
	Horizontale belastingen			0,8 ^b	
	Speciaal voertuig			1,0 ^b	
Windkrachten	F_{wk} blijvende ontwerpsituatie		0,3	0,6 ^b	0
	Uitvoering verbouw		0,8	0	0
	F_w^*		1,0	0	–
Thermische belastingen	T_k		0,3	0,8 ^b	0,3 ^a
Sneeuwbelastingen	$Q_{sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie		0	0	0
	Uitvoering verbouw		0,6	0	0
Belastingen tijdens de bouw	Q_c		1,0	0	1,0

^a In de uiterste grenstoestand mag voor ψ_2 voor thermische belasting de waarde 0 zijn aangehouden.

^b Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$.

^c Voor scheurvormingsberekeningen van beton zijn de verschillende waarden van ψ_1 gelijk aan de waarden behorend bij gr1a.

^d Voor scheurvormingsberekeningen van beton moet $\psi_1 = 0,4$ zijn aangehouden.

OPMERKING Groepen verkeersbelastingen behoeven niet met elkaar te zijn gecombineerd.

De belastingfactoren voor de uiterste grenstoestand STR worden gekozen op basis van tabel A2.2(B) van NEN 8700:

Tabel A2.2(B) en (C) — Partiële belastingsfactoren (γ) voor de uiterste grenstoestanden STR en GEO

Belastingsfactoren bij verbouw					
Belastings-combinatie	Blijvende belastingen		Verkeer	Wind	Overige variabele belasting
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,10	0,90	1,10	1,20	1,10
Gevolgklasse 2	1,25	0,90	1,25(1,20)	1,40	1,30
Gevolgklasse 3	1,30	0,90	1,35(1,30)	1,60	1,50
(Vgl. 6.10b)	$\xi \gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,10	0,90	1,10	1,20	1,10
Gevolgklasse 2	1,15(1,10)	0,90	1,25(1,20)	1,40	1,30
Gevolgklasse 3	1,20(1,15)	0,90	1,35(1,30)	1,60	1,50
Belastingsfactoren bij afkeuren					
Belastings-combinatie	Blijvende belastingen		Verkeer	Wind	Overige variabele belasting
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
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)	$\xi \gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
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	1,15 (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.					

5.6.2 Belastinggevallen

Geval	Type	Omschrijving	Afkorting	Relatie
BG1	Permanent	Eigen gewicht	PB	Standaard
BG2	Permanent	Rustende belasting		
BG3	Permanent	Gronddruk		
BG4 t/m BG7	Veranderlijk	Verkeer – Gelijkmatic verdeelde belasting	UDL	Standaard
BG8	Veranderlijk	Verkeer – Tandemstelsels (max. dwarskracht)	TS-V	Exclusief
BG9 t/m BG15	Veranderlijk	Verkeer – Tandemstelsels (max. moment)	TS-M	Exclusief
BG16 t/m BG17	Veranderlijk	Voetpad – Gelijkmatic verdeelde belasting	GVB	Standaard
BG18 t/m BG24	Veranderlijk	Voetpad – Onbedoeld voertuig	OV	Exclusief
BG25 t/m BG32	Veranderlijk	Voetpad – Buitengewone aslast	BUIT	Exclusief

Tabel 5-4: Belastinggevallen

5.6.3 Belastingcombinaties

Uiterste grenstoestanden

De belastingcombinaties zijn ontleend aan art. 6.4.3.2 van de NEN-EN 1990.

UGT - STR: Fundamentele combinatie:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Gset} \cdot G_{set} + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.10a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Gset} \cdot G_{set} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.10b)$$

UGT - STR: Bijzondere combinatie:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + G_{set} + A_d + (\Psi_{1,1} \text{ of } \Psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6.11b)$$

UGT		
Naam	Verg.	Combinatie
UGT1 – M	6.10a	$1,25 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-M + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT2 – V	6.10a	$1,25 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-V + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT3 – gr1a M	6.10b	$1,1 * PB + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL + 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-M + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT4 – gr1a V	6.10b	$1,1 * PB + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL + 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-V + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT5 – gr3	6.10b	$1,1 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS + 1,2 * GVB$
UGT6 – OV	6.10b	$1,1 * PB + 1,2 * OV$
UGT-R1*	6.10a	$1,25 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-w1 + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-wi + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-M + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT-R2*	6.10a	$1,25 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-w1 + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-wi + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-V + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT-R3*	6.10b	$1,1 * PB + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-w1 + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-wi + 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-M + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT-R4*	6.10b	$1,1 * PB + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-w1 + 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-wi + 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS-V + 0,8 * 1,2 * GVB$
UGT-R5*	6.10b	$1,1 * PB + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-w1 + 0,8 * 1,2 * \alpha_{q1} * \psi * \alpha_{trend} * UDL-wi + 0,8 * 1,2 * \alpha_{Qi} * \psi * \alpha_{trend} * TS + 1,2 * GVB$

*) Combinaties met reductiefactoren verkeersbelasting conform NEN 8701:A1; zie hoofdstuk 5.3.1.1 van dit rapport

Tabel 5-5: Fundamentele belastingcombinaties

UGT BUIT		
Naam	Verg.	Combinatie
BUIT1 – Aslast	6.11b	$1,0 * PB + 1,0 * BUIT$

Tabel 5-6: Buitengewone belastingcombinaties

FAT	
Naam	Combinatie
FAT1 – BM1	$0,7 * TS + 0,3 * UDL$

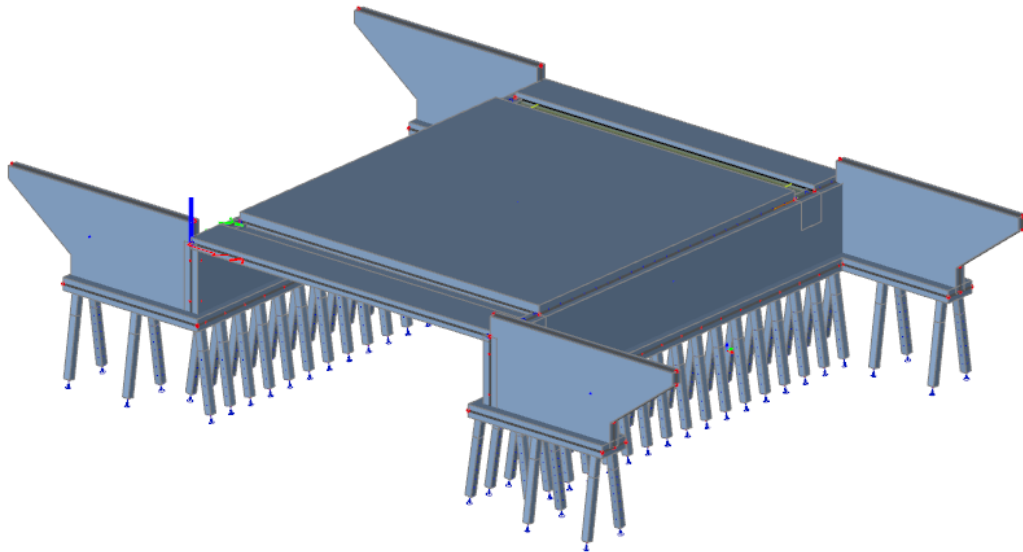
Tabel 5-7: Belastingcombinaties vermoeiing

6 Herberekening rijdek

6.1 Uitgangspunten modellering

Bij de herberekening van het kunstwerk wordt enkel het brugdek getoetst. Echter wordt de krachtverdeling in het dek bepaald met behulp van een EEM-model in Scia Engineer waarbij het brugdek inclusief de onderbouw wordt gemodelleerd.

Omdat het dek monoliet verbonden is met de landhoofden en de vleugelwanden, wordt de onderbouw meegenomen in het EEM-model voor de beschouwing van de krachtverdeling. De stijfheid van de onderbouw is namelijk van invloed op de krachtverdeling in het brugdek.



Het EEM-model van de brug heeft de volgende eigenschappen:

- Brugdek, landhoofden en vleugelwanden zijn gemodelleerd als 2D-plaatelementen. D.m.v. subregio's wordt de verlopende dikte in de dekken verwerkt.
- De funderingspalen worden gemodelleerd als 1D-staven met horizontale beddingen en een verticale veer aan de punt. voor de verticale veerwaarde wordt 50 MN/m toegepast, variatie van deze waarde heeft nagenoeg geen invloed op de krachtverdeling in het brugdek. De horizontale beddingen zijn als volgt (gemeten t.o.v. b.k. paal):
 - 0 m tot 1 m: $K_h = 0 \text{ MN/m}^2$
 - 1 m tot 2,2 m: $K_h = 0,5 \text{ MN/m}^2$ (veen)
 - 2,2 m tot punt: $K_h = 7,7 \text{ MN/m}^2$ (zand)
- Er wordt gerekend met gescheurd beton $E = 9900 \text{ N/mm}^2$ (m.u.v. de funderingspalen); poissonverhouding van $\nu = 0$.

6.1.1 Beschouwde modellen

Er zijn meerdere EEM-modellen opgesteld en beschouwd voor de toetsing van het rijdek. Met het rijdek wordt het deel van het brugdek bedoeld t.p.v. de rijweg met een dikte variërend van 600 mm tot 680 mm. De randstroken met de fiets-voetpaden vallen hier dus buiten. Allereerst is gekeken of het rijdek voldoet aangezien het toetsen van de randstroken zinloos is wanneer het rijdek reeds niet voldoet.

Onderstaande een beschrijving van de beschouwde modellen inclusief een onderbouwing van het proces en de totstandkoming:

Model 1:

In het eerste model is uitgegaan van een wegingdeling met 4 rijstroken. Uit dit model blijkt dat het optredende steunpuntmoment de momentcapaciteit van de aanwezige steunpuntwapening ruim overschrijdt wat betekent dat het rijdek met 4 rijstroken niet voldoet.

Model 2:

Daarom is in een tweede model de huidige wegingdeling met 3 rijstroken beschouwd. Uit dit model blijkt dat het optredende steunpuntmoment de momentcapaciteit van de aanwezige steunpuntwapening nog steeds ruim overschrijdt wat betekent dat het rijdek ook met 3 rijstroken niet voldoet. Ook wanneer de fiets-/voetpaden afgesloten worden en onbelast blijven, voldoet de steunpuntwapening ruim niet.

Model 3:

Het betreft een integraalbrug met een statisch onbepaald dek; echter lijkt het dek gewapend alsof het statisch bepaald is met veel wapening in het veld en weinig wapening bij het steunpunt. De wapening valt echter in ductiliteitsklasse A wat betekent dat volgens [R.1] art. 5.5 herverdelen van momenten niet is toegestaan.

Daarnaast is de overschrijding van de capaciteit bij het steunpunt groter dan 20% in de beschouwde modellen 1 en 2. Dus wanneer de wapening na aanvullend onderzoek in klasse B blijkt te vallen en men maximaal 20% mag herverdelen levert dit nog steeds onvoldoende op. In een derde model is het dek scharnierend opgelegd op de landhoofden als een statisch bepaald systeem. Hierbij is uitgegaan van de huidige wegingdeling met 3 rijstroken. Uit dit model blijkt dat het dek met de aanwezige veldwapening wel voldoet als deze beschouwd wordt als statisch bepaald.

Wanneer de steunpuntwapening bezwijkt zal de scheurvorming t.p.v. het steunpunt toenemen en zal het dek zich gedragen als een statisch bepaald systeem maar het dek zal dan niet bezwijken.

Op basis van beoordeling op sterkte is het dus gerechtvaardigd om de brug te beschouwen als statisch bepaald.

Op basis van beoordeling op duurzaamheid is het zo dat er t.p.v. de steunpunten aan de bovenzijde grotere scheuren zullen ontstaan of reeds zijn ontstaan wat leidt tot aantasting van de wapening wat negatieve gevolgen heeft voor de levensduur van het kunstwerk. Daarom is het raadzaam maatregelen te treffen om de duurzaamheid te waarborgen wanneer het dek de komende jaren nog behouden blijft (scheuren beschermen tegen indringing bijvoorbeeld d.m.v. membraan).

Samengevat zijn dus de volgende 3 modellen beschouwd in Scia Engineer:

- Model 1: 4 rijstroken, statisch onbepaald dek (Bijlage 1-1)
- Model 2: 3 rijstroken, statisch onbepaald dek (Bijlage 1-2)
- Model 3: 3 rijstroken, statisch bepaald dek (Bijlage 1-3)

6.2 Berekening krachtverdeling rijdek

Voor de resultaten van het EEM wordt verwezen naar de uitvoer van SCIA Engineer in bijlage 1-1 t/m bijlage 1-3. Het rapport begint met een uiteenzetting van de gegevens. De constructie, naamgeving van de platen en knopen, gebruikte materiaal, en berekeningsinstellingen worden weergegeven.

Daarna volgen de weergaven van de verschillende belastinggevallen en bijbehorende resultanten op de constructie (berekeningsverslag).

Tot slot wordt ingegaan op de globale krachswerking en specifiek op de te toetsen sneden. De verschillende maxima zijn weergegeven. Dwarskrachten zijn gespreid over 4d. Onderstaand zijn de maatgevende resultaten opgenomen. De dwarskrachten, normaalkrachten en momenten zijn uitgelezen met integratiestroken. De wringmomenten worden opgeteld bij de buigmomenten.

Model	Reductiefactoren Verkeers- belasting*	Locatie					
		Moment Steunpunt		Moment Veld		Dwarskracht steunpunt	
		M_{Ed}^{**} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed}^{**} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	V_{Ed}^{***} [kN/m]	N_{Ed} [kN/m]
Model 1	1991-2+8701	-519,4	-240,3	606,9	-363,7	308	-149
	8701:A1	-502,4	-232,5	572,8	-340,9	292	-143
Model 2	1991-2+8701	-484,4	-234,9	550,8	-349,7	264	-120
	8701:A1	-474,4	-230,1	526,1	-331,1	251,5	-117
Model 3	1991-2+8701	n.v.t.	n.v.t.	855,7	-414,1	235	-65
	8701:A1	n.v.t.	n.v.t.	822	-392,9	223	-63,5

Tabel 8: Maatgevende momenten [kNm] en dwarskrachten [kN].

*) Zie hoofdstuk 2.2.4 van dit rapport voor een toelichting van de factoren.

**) De momenten worden afgelezen met behulp van een integratiestrook, de waarde in de tabel betreft de som van het buigmoment en het wringmoment.

***) De dwarskracht is afgelezen met een integratiestrook met een breedte van 4d (2160 mm), de waarde in de tabel is gedeeld door de breedte van de strook zodat de dwarskracht per m wordt uitgedrukt.

6.3 Toetsing rijdek

De momentcapaciteit is bepaald met behulp van het programma IDEA StatiCa RCS omdat de momentcapaciteit mede afhankelijk is van de aanwezige drukkracht in het brugdek. De berekening van de momentcapaciteiten is opgenomen in bijlage 2-1. De dwarskrachtcapaciteiten zijn bepaald met behulp van een standardspreadsheet in bijlage 2-2.

Model	Reductiefactoren Verkeersbelasting	Criterium	Optredend	Capaciteit	u.c.	Resultaat
Model 1 – 4 stroken (statisch onbepaald)	1991-2+8701	Moment steunpunt	-519,4 kNm	-324 kNm	1,60	Voldoet niet
		Moment Veld	606,9 kNm	1039,3 kNm	0,58	Voldoet
		Dwarskracht	308 kN	342 kN	0,90	Voldoet
	8701:A1	Moment steunpunt	-502,4 kNm	-324 kNm	1,55	Voldoet niet
		Moment Veld	572,8 kNm	1038,2 kNm	0,55	Voldoet
		Dwarskracht	292 kN	341 kN	0,86	Voldoet
Model 2 – 3 stroken (statisch onbepaald)	1991-2+8701	Moment steunpunt	-484,4 kNm	-326,2 kNm	1,48	Voldoet niet
		Moment Veld	550,8 kNm	1048,8 kNm	0,53	Voldoet
		Dwarskracht	264 kN	338 kN	0,78	Voldoet
	8701:A1	Moment steunpunt	-474,4 kNm	-326,2 kNm	1,45	Voldoet niet
		Moment Veld	526,1 kNm	1047,3 kNm	0,50	Voldoet
		Dwarskracht	251,5 kN	337 kN	0,75	Voldoet
Model 3 – 3 stroken (statisch bepaald)	1991-2+8701	Moment Veld	855,7 kNm	1009,4 kNm	0,85	Voldoet
		Dwarskracht	235 kN	400 kN	0,59	Voldoet
	8701:A1	Moment Veld	822 kNm	1007,9 kNm	0,82	Voldoet
		Dwarskracht	223 kN	400 kN	0,56	Voldoet

Tabel 9: Overzicht toetsingen rijdek

Aangezien het dek als statisch bepaald beschouwd wordt, is vermoeiing niet aan de orde aangezien de veldwapening niet gevoelig is voor vermoeiing.

6.4 Conclusie toetsing rijdek

Het betreft een integraalbrug met een statisch onbepaald dek; echter lijkt het dek gewapend alsof het statisch bepaald is met veel wapening in het veld en weinig wapening bij het steunpunt. De wapening valt echter in ductiliteitsklasse A wat betekent dat volgens [R.1] art. 5.5 herverdelen van momenten niet is toegestaan, maar zelfs wanneer 20% herverdeling wel toegestaan zou zijn, levert dit te weinig op.

Wanneer het dek als statisch onbepaald beschouwd wordt voldoet deze dus niet, dit geldt zowel voor een wegindeling met 4 rijstroken als met 3 rijstroken (model 1 en 2 in bovenstaande tabel).

Wanneer de steunpuntwapening bezwijkt zal de scheurvorming t.p.v. het steunpunt toenemen en zal het dek zich gedragen als een statisch bepaald systeem maar het dek zal dan niet bezwijken.

Uit de berekening blijkt dat het dek met de aanwezige veldwapening wel voldoet als deze beschouwd wordt als statisch bepaald. Hierbij is uitgegaan van een wegindeling met 3 rijstroken.

Op basis van beoordeling op sterkte is het dus gerechtvaardigd om de brug te beschouwen als statisch bepaald.

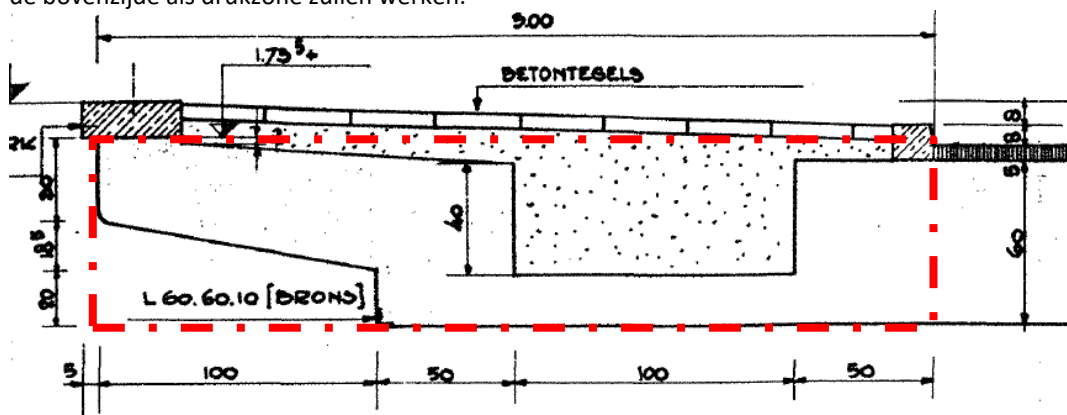
Op basis van beoordeling op duurzaamheid is het zo dat er t.p.v. de steunpunten aan de bovenzijde grotere scheuren zullen ontstaan of reeds zijn ontstaan wat leidt tot aantasting van de wapening wat negatieve gevolgen heeft voor de levensduur van het kunstwerk. Daarom is het raadzaam maatregelen te treffen om de duurzaamheid te waarborgen wanneer het dek de komende jaren nog behouden blijft (scheuren beschermen tegen indringing bijvoorbeeld d.m.v. membraan).

7 Herberekening randstrook brugdek

7.1 Modelleren en berekening krachtverdeling

Het rijwedgeel van het brugdek voldoet enkel wanneer het dek beschouwd wordt als statisch bepaald zoals blijkt uit voorgaand hoofdstuk. De randstrook van het brugdek wordt daarom tevens beschouwd als een statisch bepaalde ligger. Onderstaande figuur laat de strook zien met een breedte van 3,0 m die los beschouwd wordt.

De strook wordt als geheel beschouwd omdat de strook ook als geheel zal werken waarbij in het veld aan de onderzijde een trekzone ontstaat en aan de bovenzijde een drukzone. Het dunne betondeel t.p.v. de kabelgoot zal dus werken als een trekzone waarbij de naastgelegen delen aan de bovenzijde als drukzone zullen werken.



De krachtverdeling in de randstrook is bepaald met een handberekening opgenomen in bijlage 3-1.

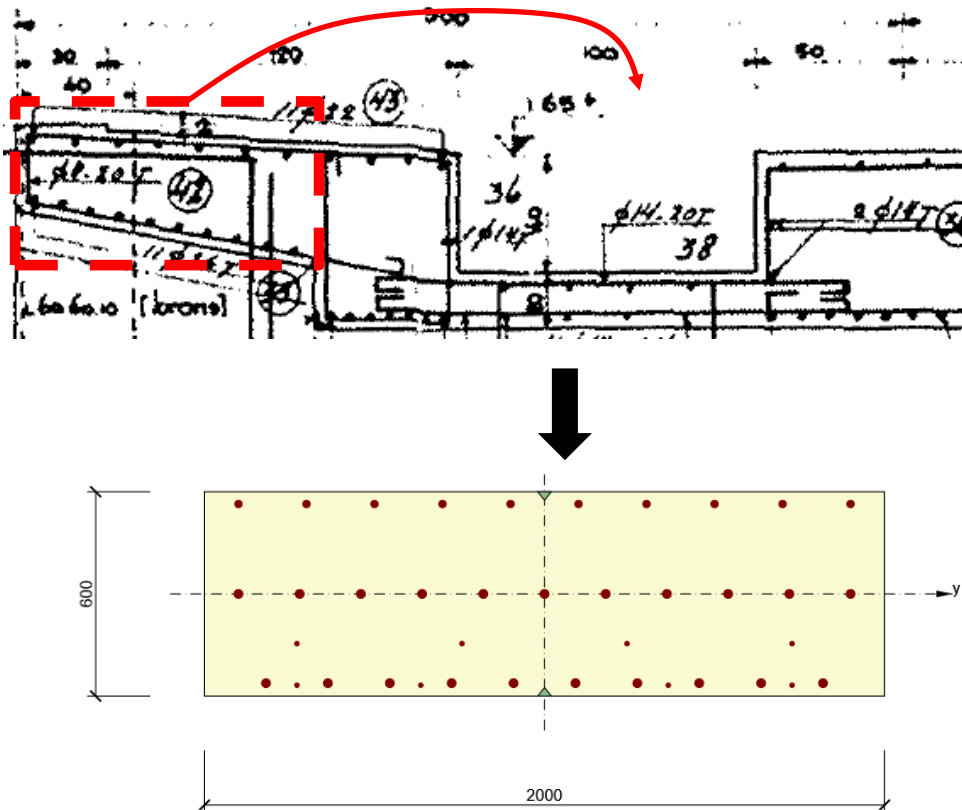
De relevante krachtverdeling voor de toetsing van de betondoorsnede wordt overgenomen:

Situatie	Veldmoment M_{Ed} [kNm]	Dwarskracht V_{Ed} [kN]
Permanente belasting met gelijkmatig verdeelde belasting	1474	463
Permanente belasting met Onbedoeld voertuig	1503	482

Tabel 10: Maatgevende momenten [kNm] en dwarskrachten [kN] randstrook dek (UGT)

7.2 Toetsing randstrook brugdek

Op onderstaande schets is te zien hoe de doorsnede van de randstrook beschouwd wordt in de wapeningsberekening ter vereenvoudiging. Met deze vereenvoudiging blijft het betonoppervlak en de hoeveelheid wapening gelijk. Aangezien de doorsnede enkel in beschouwd wordt voor buiging om de y-as en afschuiving in z-richting is deze vereenvoudiging gerechtvaardigd.



De momentcapaciteit is bepaald met behulp van het programma IDEA StatiCa RCS. De berekening van de momentcapaciteit is opgenomen in bijlage 3-2. De dwarskrachtcapaciteit is bepaald met behulp van een standaardspreadsheet in bijlage 3-3.

Situatie	Criterium	Optredend	Capaciteit	u.c.	Resultaat
Permanente belasting met gelijkmatig verdeelde belasting	Moment Veld	1472 kNm	1585 kNm	0,93	Voldoet
	Dwarskracht	463 kN	669 kN	0,69	Voldoet
Permanente belasting met onbedoeld voertuig	Moment Veld	1503 kNm	1585 kNm	0,95	Voldoet
	Dwarskracht	482 kN	669 kN	0,72	Voldoet

Tabel 11: Overzicht toetsingen randstrook brugdek

7.3 Conclusie toetsing randstrook brugdek

Omdat het rijdek enkel voldoet als deze als statisch bepaald systeem beschouwd wordt is tevens de randstrook van het brugdek met de verjonging onder de fiets-/voetpaden beschouwd als statisch bepaald.

Uit de toetsing van de randstroken van het brugdek volgt dat het dek voldoet met de belasting door fiets-/voetgangers en de belasting door een onbedoeld voertuig.

Zwaar verkeer op de fiets-/voetpaden is absoluut niet wenselijk aangezien het dek onder de voetpaden verjongd is t.b.v. de kabelgoten. Conform NEN-EN 1991-2NB art. 4.2.3 moet een stootrand minimaal 200 mm hoog zijn om als afscheiding te mogen beschouwen. Echter wordt sterk aangeraden extra voorzieningen te treffen zodat het fysiek onmogelijk is dat zwaar wegverkeer op de randen van het brugdek kan komen.

De randen van het brugdek voldoen enkel bij een wegingdeling met 3 rijstroken en fiets-/voetpaden met een breedte van minimaal 4,0 m zoals weergegeven in figuur 2-4 van hoofdstuk 2.2.3.

De verkeersbelasting mag niet te dicht op de rand van het dek staan omdat bijna de volledige capaciteit van de dekranden benut wordt om de belastingen op het fiets-/voetpad op te nemen.

Daarom voldoet de wegingdeling met 4 rijstroken niet zonder één van de volgende oplossingen:

- De verjongde delen van het brugdek versterken. T.p.v. van de kabelgoten in het dek zouden de kabels verwijderd/omgelegd kunnen worden; Vervolgens kunnen de goten aangevuld worden met beton waarbij tevens extra wapening ingelijmd en bijgelegd wordt. De haalbaarheid van dit principe zou nader uitgewerkt kunnen worden in een vervolgstap.
- De fiets-/voetpaden aan de randen volledig buiten gebruik stellen en ontoegankelijk maken voor al het verkeer inclusief fietsers en voetgangers. indien uit het verdere ontwerpproces naar voren komt dat een optie zonder gebruik van de zijkanten van de brug voor fietsverkeer en voetgangers een haalbare variant is, dan is het aan te bevelen om het scenario met vier rijstroken in een statisch bepaalde modellering te toetsen.

Naast het toepassen van één van bovenstaande oplossingen hebben de volgende maatregelen (mogelijk) een gunstig effect op de sterktebepaling van het brugdek:

- Wapening beproeven om ductiliteitsklasse vast te stellen en materiaalfactor te bepalen (risico bestaat dat de resultaten tegenvallen en dit niks oplevert)
- Verkeerstellingen uitvoeren aangezien het werkelijke aantal zware voertuigen over de brug waarschijnlijk veel lager ligt dan gehanteerd is in de berekening (hiermee worden de factoren voor de verkeersbelasting iets gunstiger maar de invloed is vrij beperkt)
- De brug registreren bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) als route waar voertuigen met een permanente ontheffing wegenbelasting niet zijn toegelaten. Hiermee voldoet de brug aan de voorwaarden uit NEN 8701:A1 om met gunstigere verkeersbelastingen te mogen rekenen. Het gunstige effect hiervan is echter vrij beperkt.

8 Controle

8.1 Eigen controles

In Scia Engineer is de invoer van de belastingen gecontroleerd. Met behulp van het berekeningsverslag is de totale belasting per belastinggeval gecontroleerd. Dit is enkel gedaan voor model 3 aangezien de overige modellen nagenoeg gelijk zijn qua belastinginvoer. De controle is opgenomen in bijlage 5. Geconcludeerd wordt dat de invoer in Scia Engineer correct is.

8.2 Controle door controleur

Voor de controle door de controleur wordt verwezen naar het verificatieformulier in bijlage 6.

9 Resultaten, conclusies en aanbevelingen

9.1 Resultaten

Aan de hand van NEN 8700 en NEN 8701 is in voorliggende rapportage een herberekening van de Wilsonbrug in Haarlem uitgevoerd.

In de volgende tabellen zijn resultaten van de toetsingen samengevat.

Toetsing rijweg brugdek:

Model	Reductiefactoren Verkeersbelasting	Criterium	Optredend	Capaciteit	u.c.	Resultaat
Model 1 – 4 stroken (statisch onbepaald)	1991-2+8701	Moment steunpunt	-519,4 kNm	-324 kNm	1,60	Voldoet niet
		Moment Veld	606,9 kNm	1039,3 kNm	0,58	Voldoet
		Dwarskracht	308 kN	342 kN	0,90	Voldoet
	8701:A1	Moment steunpunt	-502,4 kNm	-324 kNm	1,55	Voldoet niet
		Moment Veld	572,8 kNm	1038,2 kNm	0,55	Voldoet
		Dwarskracht	292 kN	341 kN	0,86	Voldoet
Model 2 – 3 stroken (statisch onbepaald)	1991-2+8701	Moment steunpunt	-484,4 kNm	-326,2 kNm	1,48	Voldoet niet
		Moment Veld	550,8 kNm	1048,8 kNm	0,53	Voldoet
		Dwarskracht	264 kN	338 kN	0,78	Voldoet
	8701:A1	Moment steunpunt	-474,4 kNm	-326,2 kNm	1,45	Voldoet niet
		Moment Veld	526,1 kNm	1047,3 kNm	0,50	Voldoet
		Dwarskracht	251,5 kN	337 kN	0,75	Voldoet
Model 3 – 3 stroken (statisch bepaald)	1991-2+8701	Moment Veld	855,7 kNm	1009,4 kNm	0,85	Voldoet
		Dwarskracht	235 kN	400 kN	0,59	Voldoet
	8701:A1	Moment Veld	822 kNm	1007,9 kNm	0,82	Voldoet
		Dwarskracht	223 kN	400 kN	0,56	Voldoet

Tabel 12: Overzicht toetsingen rijdek

Toetsing randstrook brugdek:

Situatie	Criterium	Optredend	Capaciteit	u.c.	Resultaat
Permanente belasting met gelijkmatig verdeelde belasting	Moment Veld	1472 kNm	1585 kNm	0,93	Voldoet
	Dwarskracht	463 kN	669 kN	0,69	Voldoet
Permanente belasting met onbedoeld voertuig	Moment Veld	1503 kNm	1585 kNm	0,95	Voldoet
	Dwarskracht	482 kN	669 kN	0,72	Voldoet

Tabel 13: Overzicht toetsingen randstrook brugdek

9.2 Conclusie

Het brugdek voldoet onder de volgende voorwaarden:

- Wegindeling met 3 rijstroken.
- Voertuigen kunnen niet op de fiets/-voetpaden komen en blijven minimaal 4 m uit de randen van het brugdek; D.m.v. voorzieningen wordt onmogelijk gemaakt dat voertuigen op de randen kunnen komen. Tussen de weg en het fietspad dient een rand van minimaal 200 mm hoogte te worden aangebracht. Deze rand dient voor- en na de brug voldoende ver door te lopen om gebruik van het fietspad door wegverkeer onmogelijk te maken.

9.3 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan voor de volgende fases:

- De bovenzijde van het dek t.p.v. steunpunten dient vrijgemaakt te worden om de huidige staat van het betonnen dek te beoordelen en de bovenzijde vervolgens duurzaam te beschermen tegen indringing van vocht en overige vervuiling (bijv. met een membraan).
- Een wegingdeling met 4 rijstroken zou eventueel mogelijk kunnen zijn met één van de volgende oplossingen:
 - De verjongde delen van het brugdek versterken. T.p.v. van de kabelgoten in het dek zouden de kabels verwijderd/omgelegd kunnen worden; Vervolgens kunnen de goten aangevuld worden met beton waarbij tevens extra wapening ingelijmd en bijgelegd wordt. De haalbaarheid van dit principe zou nader uitgewerkt kunnen worden in een vervolgstap.
 - De fiets-/voetpaden aan de randen volledig buiten gebruik stellen en ontoegankelijk maken voor al het verkeer inclusief fietsers en voetgangers. indien uit het verdere ontwerpproces naar voren komt dat een optie zonder gebruik van de zijkanten van de brug voor fietsverkeer en voetgangers een haalbare variant is, dan is het aan te bevelen om het scenario met vier rijstroken in een statisch bepaalde modellering te toetsen.

De volgende maatregelen hebben (mogelijk) een gunstig effect op de sterktebepaling van het brugdek en kunnen daarom overwogen worden bij een nadere beschouwing van een indeling met 4 rijstroken:

- Wapening beproeven om ductiliteitsklasse vast te stellen en materiaalfactor te bepalen (risico bestaat dat de resultaten tegenvallen en dit niks oplevert).
- Verkeerstellingen uitvoeren aangezien het werkelijke aantal zware voertuigen over de brug waarschijnlijk veel lager ligt dan gehanteerd is in de berekening (hiermee worden de factoren voor de verkeersbelasting iets gunstiger maar de invloed is vrij beperkt).
- De brug registreren bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) als route waar voertuigen met een permanente ontheffing wegenbelasting niet zijn toegelaten. Hiermee voldoet de brug aan de voorwaarden uit NEN 8701:A1 om met gunstigere verkeersbelastingen te mogen rekenen. Het gunstige effect hiervan is echter vrij beperkt.

Bijlage 3

Rapport en simulatie onderzoek rechtsafstrook Boerhaavelaan Oostzijde

Memo

memonummer 01
datum 31 juli 2019
aan gemeente Haarlem
van Antea Group
kopie
project DO Amerikaweg gemeente Haarlem
projectnr. 0413188.135
betreft VISSIM-simulatie Amerikaweg - Boerhaavelaan Haarlem

1 Inleiding

Vanuit de werkgroep Verkeer en Vervoer Schalkwijk is er, op het stakeholdersoverleg d.d. 27 mei 2019, aan de gemeente Haarlem gevraagd een onderbouwing te leveren voor de keuze om de extra opstelstrook voor rechts afslaand verkeer vanaf de Wilsonbrug niet aan te brengen.

In de variantenstudie die is uitgevoerd door Goudappel Coffeng, d.d. 8 december 2016, is de extra rechtsaffer op de Wilsonbrug als verbetermaatregel opgenomen. De werkgroep Verkeer en Vervoer Schalkwijk is meegenomen in de keuze van Goudappel Coffeng. In het verleden is ook een simulatiefilm getoond aan de werkgroep. Graag zou de werkgroep Verkeer en Vervoer Schalkwijk zien dat de gemeente Haarlem aantoont dat het weghalen van de extra rechtsaffer geen onacceptabel negatief effect heeft op de doorstroming op het kruispunt.

Om te bepalen of het kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan functioneert zonder een extra rechtsaffers op de oostelijke tak is een VISSIM-simulatie uitgevoerd. In deze simulatie is een berekening uitgevoerd voor zowel de ochtend- als avondspits. Op basis van de simulatie de microsimulatie bieden we inzicht in de te verwachten wachtrijlengten wanneer het kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan functioneert met één opstelstrook voor de rechtsaf beweging.

Deze nieuwe VRI regeling (met 1 opstelstrook rechtsaf-slaand) en de reeds bestaande VRI regeling met twee rechtsaffers (van Goudappel) dienen als basis voor de VISSIM-simulatie. Hiermee is het verschil tussen een enkele en een dubbele rechtsaffer te zien.

2 Uitgangspunten

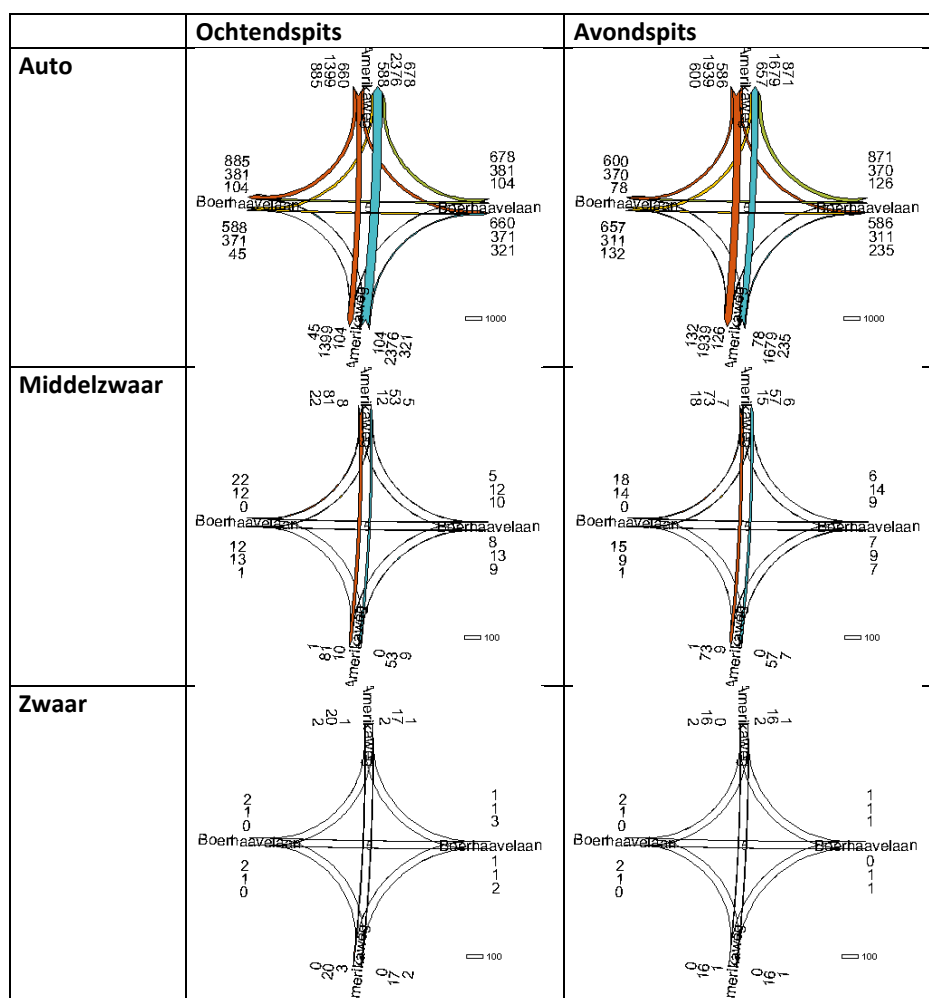
Als input voor de microsimulatie is de volgende informatie verzameld:

- De VRI regelingen die zijn opgesteld door Goudappel Coffeng in het kader van de variantstudie uit december 2016.
- De verkeersintensiteiten die zijn toegevoegd aan het verkeersmodel zijn aangeleverd door Goudappel Coffeng en betreffen verkeersintensiteiten die zijn opgesteld in 2017. Hierop zijn tevens de verkeersintensiteiten voor prognosejaar 2030 bepaald.
- Omdat er ten tijde van het opstellen van de microsimulatie geen verkeerstellingen beschikbaar waren voor het kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan, zijn de spitsprofielen bepaald op basis van een standaard verdeling.

Goudappel Coffeng heeft in december 2016 een VRI regeling opgesteld in het programma COCON. Deze VRI regelingen is gehanteerd voor onze microsimulatie. In de COCON berekening is Goudappel Coffeng toentertijd uitgegaan van één opstelstrook voor verkeer dat rechtsaf slaat afrijdend van de Wilsonbrug. Ten behoeve van de vergelijkbaarheid hebben wij aanvullend een COCON regeling opgesteld met 2 opstelstroken rechtsaf-slaand.

Voor de microsimulaties zijn we uitgegaan van het drukste uur in zowel de ochtend- als avondspits, dus in de simulatie is één uur gesimuleerd. De intensiteiten die zijn toegepast zijn opgesteld door Goudappel Coffeng in het jaar 2017. De intensiteiten voor het prognosejaar 2030 zijn gebaseerd op deze intensiteiten.

Onderstaande afbeelding geeft inzicht in de 2-uurs intensiteiten per voertuigcategorie voor het prognosejaar 2030.



Intensiteiten t.b.v. VISSIM-simulatie. De weergegeven intensiteiten zijn 2-uurs intensiteiten.

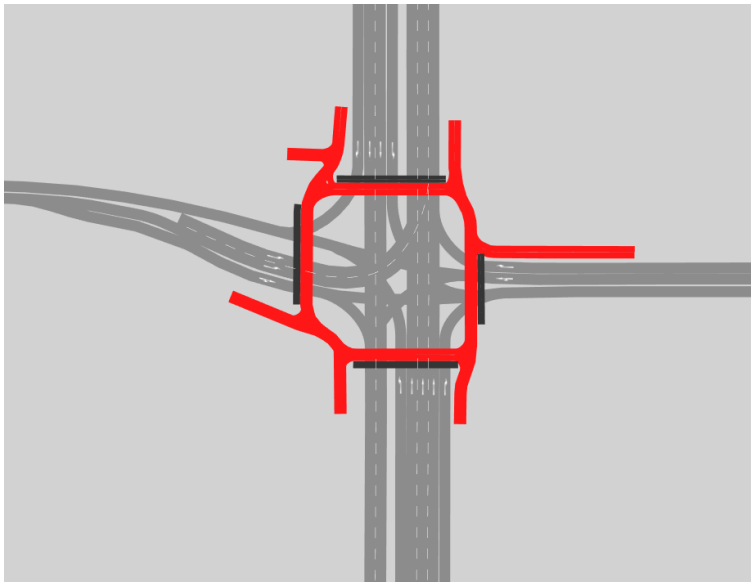
Voor het spitsprofiel van het drukste uur is in de microsimulatie een standaardverdeling aangehouden. Om de vraag met betrekking tot het effect op de wachtrijvorming op de Boerhaavelaan te beantwoorden is gekozen om het kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan te simuleren. In deze microsimulatie zijn aanliggende kruispunten niet opgenomen. Er is bij de beoordeling van de resultaten wel gekeken naar de lengte van de wachtrijen en/of dit eventueel effect zal hebben op de afwikkeling op aanliggende kruispunten.

3 Microsimulatie

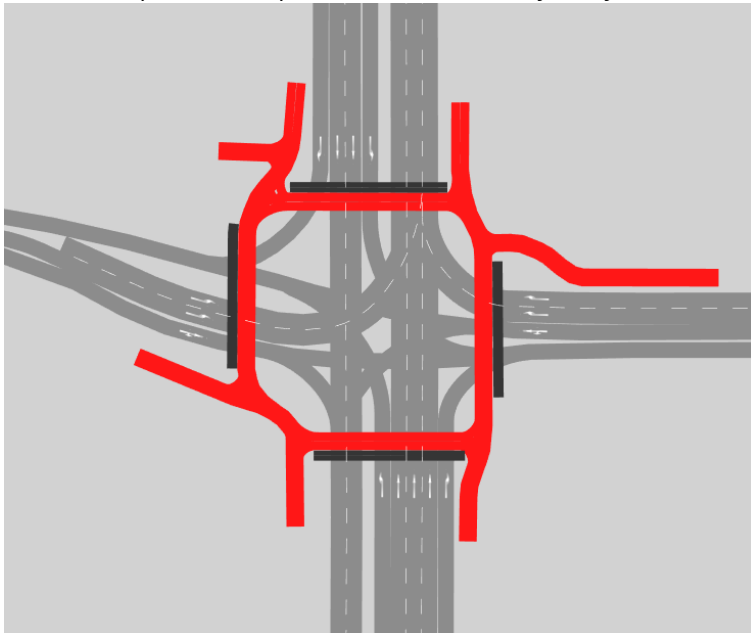
Op basis van de in hoofdstuk 2 toegelichte uitgangspunten is een microsimulatie uitgevoerd van de wachtrijen op kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan waarbij de volgende varianten met elkaar zijn gewogen:

- Amerikaweg-Boerhaavelaan (met 1 opstelstrook voor rechtsaf-slaand verkeer afrijdend van de Wilsonbrug).
- Amerikaweg-Boerhaavelaan (met 2 opstelstroken voor rechtsaf-slaand verkeer afrijdend van de Wilsonbrug).

Voor beide varianten is zowel een ochtendspits (8:00 – 9:00) en avondspits (17:00 – 18:00) gemodelleerd. Onderstaande afbeeldingen geven inzicht in de netwerken die zijn gebouwd in VISSIM.



Variant kruispunt met 1 opstelstrook voor rechtsaf vanaf de Boerhaavelaan (oost)



Variant kruispunt met 2 opstelstroken voor rechtsaf vanaf de Boerhaavelaan (oost)

4 Resultaten microsimulatie

Op basis van bovenstaande uitgangpunten zijn reproductieruns gedraaid in de microsimulatie. Om ervoor te zorgen dat een representatief beeld ontstaat van de wachtrijen op het kruispunt Amerikaweg-Boerhaavelaan zijn in totaal 10 reproductieruns uitgevoerd voor de ochtend- en avondspits van beide varianten. Om het effect van niet maatgevende piekbelastingen op de modelresultaten te voorkomen, zijn de resultaten beoordeeld na het uitvoeren van de reproductieruns. Hierbij is ervoor gekozen om de 2 reproductieruns die het meeste afwijken van de gemiddelde maximum wachtrijvorming die in de 10 reproductieruns is waargenomen uit te sluiten van de resultaten.

Simulatierun	Ochtendspits	Avondspits
1	56,3	62,3
2	59,3	57,3
3	61,0	63,6
4	71,8	67,3
5	59,1	57,8
6	56,9	63,1
7	58,4	58,1
8	60,4	61,6
9	61,9	56,6
10	58,5	61,2

Gemiddelde maximale wachtrijlengte per simulatierun. Variant 1 opstelstrook rechtsaf. In rood de simulatierun die niet meegenomen is in het bepalen van de gemiddelde en maximale wachtrijlengte

Simulatierun	Ochtendspits	Avondspits
1	50,1	46,7
2	51,2	42,3
3	53,4	44,1
4	52,6	49,6
5	51,3	43,2
6	51,2	42,6
7	51,6	43,8
8	52,9	46,9
9	52,7	43,8
10	52,4	49,8

Gemiddelde maximale wachtrijlengte per simulatierun. Variant 2 opstelstroken rechtsaf. In rood de simulatierun die niet meegenomen is in het bepalen van de gemiddelde en maximale wachtrijlengte

Op basis van bovenstaande selectie kunnen voor zowel de uitvoeringsvariant Amerikaweg-Boerhaavelaan waarbij 1 opstelstrook rechtsaf-slaand beschikbaar is als de uitvoeringsvariant Amerikaweg-Boerhaavelaan waarbij 2 opstelstroken rechtsaf-slaand beschikbaar zijn de volgende conclusies getrokken worden m.b.t. de gemiddelde wachtrij, gemiddelde maximum wachtrij en maximum wachtrij.

Richting	Ochtendspits			Avondspits		
	Gem.	Gem max.	Max.	Gem.	Gem max.	Max.
1	31	68	280	32	79	248
2	34	68	343	30	64	390
4	15	38	212	10	27	73
5	42	95	237	28	69	155
6	4	10	30	3	10	25
8	19	52	152	18	44	179
9	27	53	301	25	56	213
10	20	60	235	29	72	349
11	38	85	296	59	128	355
12	28	67	257	26	59	354

Wachtrijlengte per richting: gemiddelde wachtrijlengte, gemiddelde maximale wachtrijlengte en maximale wachtrijlengte.

Variant 1 opstelstrook rechtsaf

Uit de simulaties blijkt dat één rijstrook voor rechtsaf zorgt voor langere wachtrijen in vergelijking met twee rijstroken voor rechtsaf. Daarnaast kent ook richting 2 een lange wachtrij, omdat deze onvoldoende kan afwikkelen door de aanwezigheid van het deelconflict met richting 8. De wachtrijen op de Boerhaavelaan (oost) lopen maximaal op tot 343 meter in de ochtendspits en 390 meter in de avondspits. Daarnaast zorgt de langere cyclustijden in deze variant ook voor langere wachtrijen op andere takken. De langere wachtrijen zijn alleen aanwezig bij piekbelasting. De gemiddelde maximale wachtrijlengte past binnen de beschikbare opstellengte voor elke richting.

Richting	Ochtendspits			Avondspits		
	Gem.	Gem max.	Max.	Gem.	Gem max.	Max.
1	13	32	72	15	37	74
2	29	65	379	22	49	278
4	10	31	86	7	18	60
5	43	97	258	24	53	116
6	6	14	31	3	8	31
8	19	46	185	17	39	178
9	19	44	206	18	40	229
10	20	62	240	28	61	310
11	23	64	237	39	96	331
12	28	64	184	18	50	109

Wachtrijlengte per richting: gemiddelde wachtrijlengte, gemiddelde maximale wachtrijlengte en maximale wachtrijlengte.

Variant 2 opstelstroken rechtsaf

Uit de simulaties blijkt uiteraard dat de extra opstelstrook voor rechtsaf zorgt voor een betere afwikkeling op de Boerhaavelaan (oost) als het gaat om de rechtsafrichting, in vergelijking met één opstelstrook. Echter, uit de cijfers is goed te zien dat de opstelstrook voor rechtdoor en linksaf (richting 2) lange wachtrijen kent. Maximaal kan de wachtrij zelfs oplopen tot 379 meter in de ochtendspits en 278 meter in de avondspits. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van het deelconflict tussen de richtingen 2 en 8. Doordat verkeer dat links afslaat moet wachten op verkeer uit de tegenovergestelde richting, kan de Boerhaavelaan (oost) onvoldoende het verkeer verwerken, waardoor de lange wachtrijen ontstaan. De langere wachtrijen zijn alleen aanwezig bij de piekbelasting. De gemiddelde maximale wachtrijlengte past binnen de beschikbare opstellengte voor elke richting.

5 Conclusie en advies

Over het gemiddelde spitsuur voldoen beide varianten. Uit de simulaties is gebleken dat wachtrijen die ontstaan bij de piekbelastingen niet per definitie veroorzaakt wordt door 1 of 2 opstelstroken voor rechtsaf, maar dat voornamelijk het deelconflict voor langere wachtrijen zorgt.

Geadviseerd wordt om niet alleen te focussen op het aantal opstelstroken voor rechtsaf, maar de gehele regeling in ogenschouw te nemen of verbeterpunten mogelijk zijn. Daarbij is het van belang om te onderzoeken of het mogelijk is om tot een regeling te komen zonder deelconflict. Tevens kan bekeken worden of op andere takken van het kruispunt de afrijdcapaciteit verhoogd kan worden (meer opstelstroken) om zo de cyclustijd te verkorten en de noodzaak voor een tweede rechtsaffer te verminderen.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE
T. 06 20 30 21 01

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

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