

# Alle pijlen gericht op de Pijlebrug

Een variantenstudie voor het projectgebied Pijlebrug in Meppel



|                           |                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel</b>              | Alle Pijlen gericht op de Pijlebrug<br>Een variantenstudie voor het projectgebied Pijlebrug in Meppel                                                     |
| <b>Auteur</b>             | N. (Niek) Rolink, BSc                                                                                                                                     |
| <b>Afstudeercommissie</b> | Prof.dr.ir. E.C. (Eric) van Berkum, Universiteit Twente<br>Dr. Ing K.T. (Karst) Geurs, Universiteit Twente<br>Ing. M. (Marinus) Pasjes, Provincie Drenthe |
| <b>Datum</b>              | 31 oktober 2011                                                                                                                                           |

## Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van mijn afstudeeronderzoek, welke de afsluiting van mijn Master Civil Engineering & Management aan de Universiteit Twente betekent. Het afstudeeronderzoek is gedaan in opdracht van de Provincie Drenthe. In dit onderzoek wordt een variantenstudie gedaan voor het projectgebied Pijlebrug te Meppel. Na het bedenken en beoordelen van een aantal varianten, wordt er een advies gegeven over de variant die als beste uit dit onderzoek komt.

Het afstuderen is voor mij een leerzame periode geweest. Naast het inhoudelijke deel van het afstuderen, heb ik ook veel andere zaken geleerd. Alhoewel ik niet mijn gehele afstudeerperiode op het provinciehuis aanwezig ben geweest, vond ik het leerzaam om een aantal weken aanwezig te zijn. Daarnaast vond ik het een mooie kans om aan de projectgroep te mogen deelnemen, zelfs voor te zitten, waarbij verschillende overheden actief waren. Dit was leerzaam en vooral interessant om meegemaakt te hebben.

Mijn dank gaat uit naar de projectgroep Pijlebrug, met in het bijzonder Marinus Pasjes, mijn stagebegeleider van de Provincie Drenthe. Door de vergaderingen met de projectgroep heb ik advies en informatie gekregen om tot mijn eindrapport te komen zoals deze er nu ligt. Daarnaast wil ik Eric van Berkum en Karst Geurs, mijn begeleiders van de Universiteit Twente, bedanken voor hun feedback en begeleiding tijdens mijn afstudeerperiode. Door de opmerkingen en begeleiding hebben ze me geholpen om mijn onderzoeksrapport te verbeteren.

Assen, september 2011

Niek Rolink

## Managementsamenvatting

In dit rapport wordt een variantenstudie uitgevoerd voor het projectgebied Pijlebrug te Meppel. De huidige Pijlebrug is aan vervanging toe, waardoor de Provincie Drenthe heeft besloten om te onderzoeken wat het beste alternatief is voor het hele projectgebied. De belangrijkste onderdelen in dit projectgebied zijn de Drentse Hoofdvaart, waarover de Pijlebrug ligt. De N371, de weg waarvan de Pijlebrug onderdeel van is en de toe- en afritten van de A32, welke vlakbij de Pijlebrug aansluiten op de N371. Daarnaast zijn er nog een aantal kleinere wegen in het projectgebied.

Voor het projectgebied zijn verschillende alternatieven besproken, waaruit de meest kansrijke alternatieven gekozen zijn en deze zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van een beoordelingskader.

Uit de mogelijke alternatieven voor het projectgebied zijn de volgende vier alternatieven gekozen om verder door te rekenen.

- Variant brug noord: In deze variant ligt de brug nagenoeg op dezelfde locatie als in de huidige situatie. De verkeerssituatie is verbeterd door een aantal rotondes in te passen bij de kruisingen met de toe- en afritten van de A32. Deze variant is het referentiescenario
- Variant brug zuid: Deze variant heeft een brug aan de zuidkant van de A32. Ook in deze variant zijn een aantal rotondes ingepast, waarvan één vijftaksrotonde aan de westkant van de Drentse Hoofdvaart.
- Variant ovonde: Deze variant bestaat uit twee bruggen, één aan de noordkant en één aan de zuidkant van de A32. De wegen hiertussen en op de bruggen zijn eenrichtingswegen, waardoor er een grote ovonde ontstaat.
- Variant viaduct: In deze variant is geen beweegbare brug aanwezig, maar een viaduct. Dit viaduct ligt op ongeveer 400m van het viaduct van de A32. Ook in deze variant zijn een aantal rotondes toegepast.

Deze varianten zijn beoordeeld aan de hand van een aantal criteria, waarin een aantal kwalitatief en een aantal kwantitatief is beoordeeld. De kwantitatieve beoordelingen zijn allemaal gemonetariseerd, waardoor er een uitkomst in euro's wordt weergegeven. De kwalitatieve beoordeling is toegepast bij criteria die voor dit project te complex waren om in geld uit te drukken. Bij de keuze van een alternatief is er rekening gehouden met zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve beoordeling.

Uit de verschillende analyses, waarin verschillende toekomstontwikkelingen zijn meegenomen, blijkt dat variant brug zuid in alle gevallen de beste score heeft op de kwalitatieve criteria. Het verschil met de overige varianten is dat variant brug zuid het veiligst is voor zowel het auto- als het fietsverkeer. Daarnaast heeft variant brug zuid bijna in alle analyses de beste gemonetariseerde uitkomst. Variant brug zuid krijgt een betere score indien er ontwikkeling is van zowel nieuwbouw in Nieuwveense Landen als ontwikkeling van industrie op Noord III. Doordat deze ontwikkelingen als realistisch worden beschouwd, kan geconcludeerd worden dat variant brug zuid de beste variant is voor het projectgebied Pijlebrug.

## Samenvatting

In dit rapport wordt een variantenstudie uitgevoerd voor het projectgebied Pijlebrug te Meppel. De huidige Pijlebrug is aan vervanging toe, waardoor de Provincie Drenthe heeft besloten om te onderzoeken wat het beste alternatief is voor het hele projectgebied. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt dan ook

“Welke variant voor het projectgebied Pijlebrug heeft de beste uitkomsten in de maatschappelijke kosten-baten analyse, rekening houdend met verschillende toekomstige ontwikkelingen?”

In figuur i is een schets weergegeven van het projectgebied. In het linkerdeel is te zien dat het projectgebied ten noorden van de stad Meppel ligt. In het rechterdeel is verder ingezoomd op het projectgebied.



**Figuur i: Situatieschets projectgebied Pijlebrug**

De belangrijkste onderdelen in dit projectgebied zijn de Drentse Hoofdvaart, het kanaal waarover de Pijlebrug ligt. De N371, de weg waarvan de Pijlebrug onderdeel van is en de toe- en afritten van de A32, welke vlakbij de Pijlebrug aansluiten op de N371.

Voor dit projectgebied zijn een aantal oplossingen bedacht en de vier meest kansrijke alternatieven zijn verder doorgerekend. Deze vier alternatieven zijn:

- Variant brug noord: In deze variant ligt de brug nagenoeg op dezelfde locatie als in de huidige situatie. De verkeerssituatie is verbeterd door een aantal rotondes in te passen bij de kruisingen met de toe- en afritten van de A32. Deze variant is het referentiescenario
- Variant brug zuid: Deze variant heeft een brug aan de zuidkant van de A32. Ook in deze variant zijn een aantal rotondes ingepast, waarvan één vijftaksrotonde aan de westkant van de Drentse Hoofdvaart.
- Variant ovonde: Deze variant bestaat uit twee bruggen, één aan de noordkant en één aan de zuidkant van de A32. De wegen hiertussen en op de bruggen zijn eenrichtingswegen, waardoor er een grote ovonde ontstaat.



- Variant viaduct: In deze variant is geen beweegbare brug aanwezig, maar een viaduct. Dit viaduct ligt op ongeveer 400m van het viaduct van de A32. Ook in deze variant zijn een aantal rotondes toegepast.

Deze varianten zijn geanalyseerd met een maatschappelijke kosten-baten analyse. In deze analyse worden zoveel mogelijk beoordelingscriteria gemonetariseerd, maar de criteria die niet gemonetariseerd kunnen worden, zijn kwalitatief gescoord. De uitkomst van de analyse is een combinatie van een geldwaarde en kwalitatieve scores. De criteria zijn weergegeven in het beoordelingskader in tabel i

| Criterium                    | Eenheid                                | Uiteindelijke eenheid |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>        |                                        |                       |
| Reistijd                     | Uur                                    | Euro                  |
| Betrouwbaarheid              | Uur                                    | Euro                  |
| Reisafstand                  | Kilometer                              | Euro                  |
| Accijns                      | Euro                                   | Euro                  |
| Effecten tijdens bouwperiode | Uur                                    | Euro                  |
| <b>Veiligheid</b>            |                                        |                       |
| Verkeersveiligheid           | Wegontwerp, intensiteiten, snelheden   | Kwalitatief           |
| Externe veiligheid           | Wegontwerp, Omwonenden                 | Kwalitatief           |
| <b>Leefomgeving</b>          |                                        |                       |
| Emissies                     | M <sup>3</sup>                         | Euro                  |
| Luchtkwaliteit               | Fijnstof, NO <sub>x</sub> , omwonenden | Kwalitatief           |
| Geluid                       | dB, omwonenden                         | Euro                  |
| <b>Natuur</b>                |                                        |                       |
| Landgebruik                  | M <sup>2</sup>                         | Euro                  |
| Natuur                       | M <sup>2</sup>                         | Euro                  |
| Landschappelijke inpassing   | Kwalitatief                            | Kwalitatief           |
| Draagvlak                    | Kwalitatief                            | Kwalitatief           |
| <b>Kosten</b>                |                                        |                       |
| Investeringskosten           | Euro                                   | Euro                  |
| Beheer- en onderhoudskosten  | Euro                                   | Euro                  |
| <b>Totaal</b>                | <b>Euro</b>                            | <b>Euro</b>           |

Tabel i: Beoordelingskader

De analyse is uitgevoerd voor meerdere toekomstscenario's. In de verschillende analyses is rekening gehouden met zowel regionale ontwikkelingen als de toekomstontwikkelingen volgens de WLO-scenario's. De verschillende regionale ontwikkelingen hebben betrekking op het ontwikkelen van industriegebied Noord III en de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen.

In figuur ii is Noord III weergegeven. In de analyses wordt gekeken wat het verschil is wanneer Noord III wel of niet wordt gerealiseerd. Ook wordt er een analyse uitgevoerd wanneer Noord III aan het zuidelijker gelegen industriegebied Noord II wordt gekoppeld door middel van een tunnelverbinding.



**Figuur ii: Industriegebied Noord III**

In figuur iii is de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen weergegeven. De nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen wordt in twee fases gerealiseerd. In beide fases worden er 1500 woningen gerealiseerd. De eerste fase eindigt in 2022 en de tweede fase start in 2022 en eindigt in 2030. In de toekomstanalyse wordt gekeken wat het verschil is tussen een scenario met alleen de eerste fase en een scenario met de ontwikkeling van beide fases.



**Figuur iii: Nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen**

Het basis toekomstscenario is het scenario met de ontwikkeling van zowel Nieuwveense Landen als Noord III. Er is uitgegaan van het WLO-scenario Global Economy. De uitkomsten zullen per analyse kort beschreven worden

### **Basis toekomstscenario**

In het basis toekomstscenario is de gemonetariseerde uitkomst van variant brug zuid de beste. Deze heeft een winst van € 300.000 ten opzichte van variant brug noord. Variant ovonde heeft een verlies van € 1.600.000 en variant viaduct heeft de slechtste uitkomst met een verlies van ruim € 9.000.000. Naast deze uitkomsten moet er ook nog gekeken worden naar de kwalitatieve scores. Hierop scoort variant brug zuid wederom het beste. Het heeft bij elk criterium een (gedeelde) hoogste score. In het basis toekomstscenario is variant brug zuid de beste variant.

### **Gevoeligheidsanalyse WLO-scenario's**

De uitkomst van deze analyse zijn nagenoeg gelijk aan de uitkomsten van de basisanalyse. De kwalitatieve scores blijven in elke analyse gelijk, maar de gemonetariseerde uitkomsten zijn ook hetzelfde gebleven. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de WLO-scenario's geen belangrijke invloed op de uitkomst hebben. Het verschil in de WLO-scenario's is dan ook niet meegenomen in de analyses met betrekking tot de regionale ontwikkeling.

### **Toekomstscenario met alleen 1<sup>e</sup> fase van Nieuwveense Landen**

De uitkomsten van deze analyse laten zien dat variant brug zuid voordeel heeft bij een grotere verkeersstroom vanuit het zuiden. In dit scenario neemt de intensiteit vanuit het zuiden af en daardoor is de winst van variant brug zuid ook gedaald naar € 200.000 ten opzichte van variant brug noord. Toch heeft deze variant zowel kwalitatief als kwantitatief de beste uitkomst. De uitkomsten van variant ovonde en variant viaduct zijn beide verbeterd, maar deze verbetering is slechts minimaal en dus eindigen deze varianten ver achter variant brug noord en variant brug zuid.

### **Toekomstscenario met verbinding tussen Noord II en Noord III**

Deze analyse laat zien dat variant brug zuid baat heeft bij ontwikkeling van het industriegebied. Wanneer er een verbinding tussen Noord II en Noord III wordt gerealiseerd, zal er meer verkeer vanuit het projectgebied naar het industrieterrein gaan. De winst bij dit toekomstscenario van variant brug zuid ten opzichte van variant brug noord is gestegen tot € 400.000, waardoor ook in deze analyse variant brug zuid de beste variant is.

### **Toekomstscenario zonder Noord III**

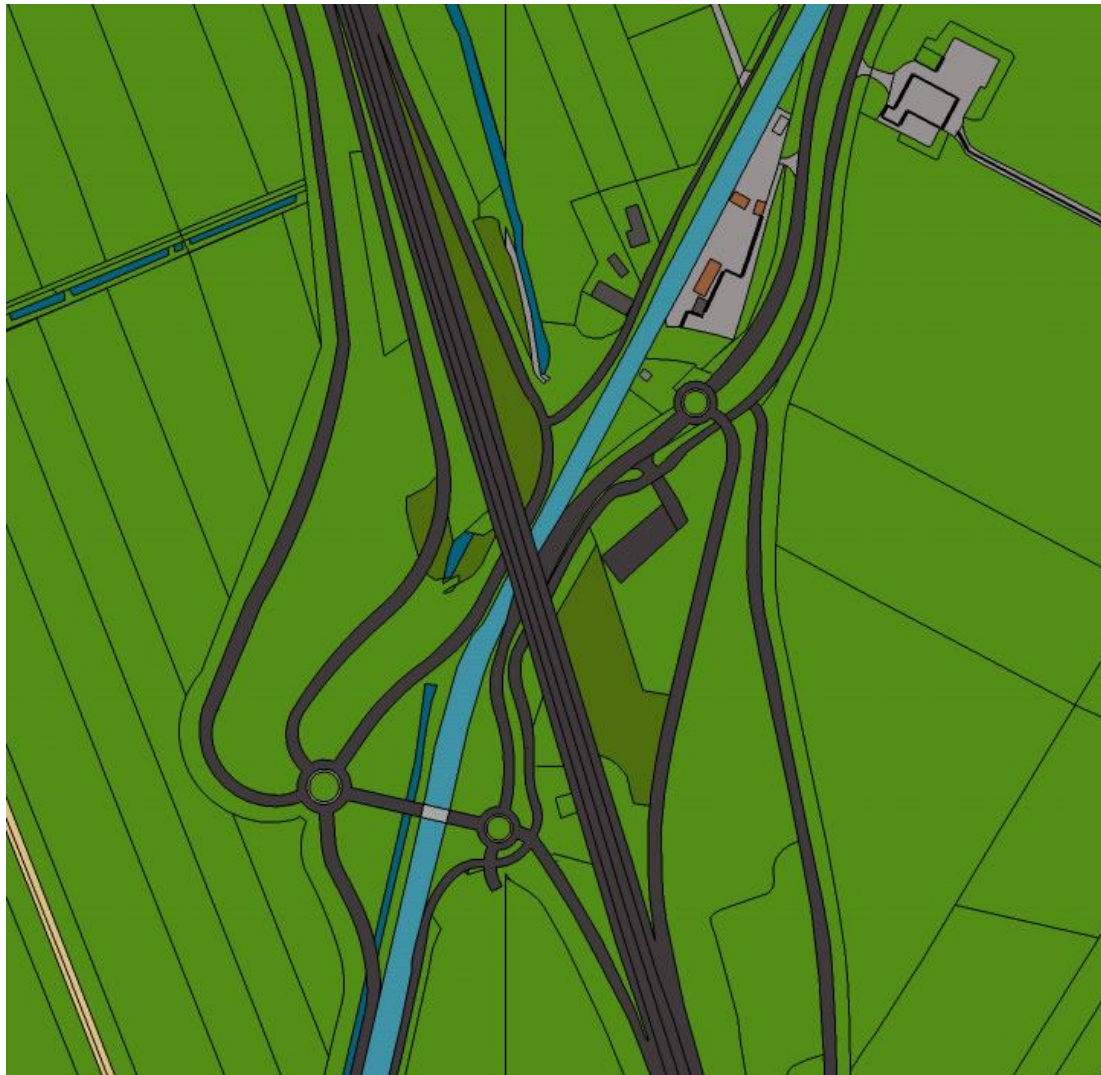
In de vorige toekomstanalyse is geconcludeerd dat variant brug zuid baat heeft bij verkeer van en naar het industriegebied. Indien Noord III niet ontwikkeld wordt, zal dit dus gevolgen hebben voor variant brug zuid. Dit blijkt ook uit de analyse, waar de gemonetariseerde uitkomst van variant brug zuid ineens niet meer de beste is. Variant brug zuid heeft een verlies van € 200.000 ten opzichte van variant brug noord. De uitkomst van de kwalitatieve scores is wel in het voordeel van variant brug zuid, welke een betere verkeersveiligheid heeft voor zowel het auto- als het fietsverkeer. In deze analyse kan geen eenduidig antwoord gegeven worden op de vraag welke variant de beste uitkomst heeft.

Uit de verschillende analyses blijkt dat variant brug zuid voordeel heeft bij ontwikkeling van zowel Nieuwveense Landen als van het industriegebied Noord III. Deze ontwikkelingen worden door de projectgroep als realistisch gezien en dus is variant brug zuid de beste keuze voor het projectgebied.



De analyses hebben eveneens aangetoond dat variant brug zuid de beste variant blijft, ook al wordt Nieuwveense Landen niet volledig ontwikkeld. Indien het industriegebied Noord III niet ontwikkeld wordt kan niet gezegd worden welke van de twee varianten, variant brug noord en variant brug zuid, de beste is aangezien de kwalitatieve en kwantitatieve scores niet overeenkomen.

De beste keuze voor het projectgebied is variant brug zuid en deze is weergegeven in figuur iv



Figuur iv: Nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen

## Inhoud

|       |                                       |    |
|-------|---------------------------------------|----|
| 1.    | Inleiding .....                       | 15 |
| 1.1   | Aanleiding.....                       | 15 |
| 1.2   | Probleemstelling.....                 | 15 |
| 1.3   | Doelstelling.....                     | 16 |
| 1.4   | Vraagstelling.....                    | 16 |
| 2.    | Situatieschets .....                  | 17 |
| 2.1   | Projectgebied .....                   | 17 |
| 2.2   | Occupatie.....                        | 18 |
| 2.3   | Eigendomskaart.....                   | 19 |
| 2.4   | Autoverkeer.....                      | 20 |
| 2.5   | Fietsverkeer .....                    | 23 |
| 2.6   | Scheepvaart .....                     | 23 |
| 3.    | Toekomstscenario's.....               | 25 |
| 3.1   | Woningbouw .....                      | 25 |
| 3.1.1 | Ontwikkelingen woningbouw.....        | 25 |
| 3.1.2 | Toekomst woningbouw.....              | 27 |
| 3.2   | Industrie .....                       | 27 |
| 3.2.1 | Ontwikkelingen industriegebied .....  | 27 |
| 3.2.2 | Toekomst industrie.....               | 28 |
| 3.3   | Overige regionale ontwikkelingen..... | 28 |
| 3.4   | WLO-scenario's.....                   | 28 |
| 3.4.1 | Gebruik WLO-scenario .....            | 29 |
| 4.    | Actorenanalyse.....                   | 32 |
| 5.    | Ontwerpeisen .....                    | 34 |
| 5.1   | Wetgeving en ontwerprichtlijnen ..... | 34 |
| 5.1.1 | Toe- en afritten A32 .....            | 34 |
| 5.2   | Programma van Eisen.....              | 36 |
| 5.2.1 | Randvoorwaarden .....                 | 36 |
| 5.2.2 | Eisen .....                           | 36 |
| 5.2.3 | Wensen.....                           | 36 |
| 6.    | Ontwerpcomponenten.....               | 37 |
| 6.1   | Oeververbindingen.....                | 37 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2 Locatie oeververbinding .....                                  | 38 |
| 6.3 Toe- en afritten A32 .....                                     | 39 |
| 7. Alternatieven .....                                             | 42 |
| 7.1 Referentiescenario .....                                       | 42 |
| 7.2 Mogelijke alternatieven .....                                  | 43 |
| 7.2.1 Brug ten zuiden van de A32 .....                             | 43 |
| 7.2.2 Viaduct naast viaduct A32 .....                              | 43 |
| 7.2.3 Viaduct op afstand ten zuiden van de huidige situatie .....  | 43 |
| 7.2.4 Viaduct op afstand ten noorden van de huidige situatie ..... | 43 |
| 7.2.5 Brug van 3,5m hoogte op huidige locatie .....                | 44 |
| 7.2.6 Mega-ovonde .....                                            | 44 |
| 7.2.7 N371 verleggen .....                                         | 44 |
| 7.3 Keuze drie meest kansrijke alternatieven .....                 | 44 |
| 7.3.1 Afvallers .....                                              | 44 |
| 7.3.2 Brug ten zuiden van de A32 .....                             | 46 |
| 7.3.3 Mega-ovonde .....                                            | 47 |
| 7.3.4 Viaduct op afstand ten zuiden .....                          | 48 |
| 8. Beoordelingsmethode .....                                       | 49 |
| 8.1 Beoordelingsmethodiek .....                                    | 49 |
| 8.2 O(E)EI leidraad .....                                          | 49 |
| 8.3 Kritiek OEI basisformat .....                                  | 50 |
| 8.4 Beoordelingskader .....                                        | 51 |
| 8.2 Zichtperiode .....                                             | 52 |
| 8.3 Discontering .....                                             | 52 |
| 9. OmniTrans analyse .....                                         | 53 |
| 9.1 Input .....                                                    | 53 |
| 9.2 Output .....                                                   | 53 |
| 10. Schokgolfanalyse .....                                         | 56 |
| 10.1 Intensiteit-dichtheidrelatie .....                            | 56 |
| 10.2 Brugopening .....                                             | 57 |
| 10.3 Berekening .....                                              | 57 |
| 10.4 Terugslag .....                                               | 57 |
| 11. Bereikbaarheid .....                                           | 58 |
| 11.1 Reistijd .....                                                | 58 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 11.2 Betrouwbaarheid.....                                              | 60 |
| 11.3 Reisafstand .....                                                 | 62 |
| 11.4 Accijns.....                                                      | 63 |
| 11.5 Overlast tijdens de bouw .....                                    | 64 |
| 12. Veiligheid .....                                                   | 65 |
| 12.1 Verkeersveiligheid .....                                          | 65 |
| 12.1.1 Autoverkeer.....                                                | 65 |
| 12.1.2 Fietsverkeer .....                                              | 70 |
| 12.2 Externe veiligheid .....                                          | 75 |
| 13. Leefomgeving .....                                                 | 76 |
| 13.1 Emissies .....                                                    | 76 |
| 13.2 Luchtkwaliteit .....                                              | 76 |
| 13.3 Geluid .....                                                      | 77 |
| 13.3.1 Geluidsniveau A32.....                                          | 77 |
| 13.3.2 Maximale geluidsniveau varianten .....                          | 78 |
| 13.4 Natuur .....                                                      | 78 |
| 13.4.1 Landgebruik.....                                                | 79 |
| 13.4.2 Natuurvermindering.....                                         | 79 |
| 13.5 Landschappelijke inpassing .....                                  | 80 |
| 14. Kosten.....                                                        | 81 |
| 14.1 Bouwkosten .....                                                  | 81 |
| 14.2 Onderhoud-/ bedieningskosten .....                                | 82 |
| 15. Effecten basis toekomstscenario .....                              | 84 |
| 15.1 Effecten variant brug zuid .....                                  | 84 |
| 15.2 Effecten variant ovonde .....                                     | 85 |
| 15.3 Effecten variant viaduct .....                                    | 87 |
| 15.4 Conclusie basis toekomstscenario.....                             | 88 |
| 16. Gevoeligheidsanalyses .....                                        | 89 |
| 16.1 WLO-scenario's.....                                               | 89 |
| 16.1.1 Lagere intensiteiten.....                                       | 89 |
| 16.1.2 Andere verhoudingen in verkeersstromen .....                    | 90 |
| 16.2 Regionale ontwikkelingen .....                                    | 92 |
| 16.2.1 Toekomst met alleen 1 <sup>e</sup> fase Nieuwveense Landen..... | 92 |
| 16.2.2 Toekomst scenario verbinding Noord II en Noord III .....        | 93 |

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 16.2.3 Toekomstscenario zonder industrieontwikkeling ..... | 94  |
| 16.3 Betrouwbaarheid volgens 95% buffertijd .....          | 94  |
| 16.4 Brugopeningen .....                                   | 95  |
| 17. Conclusie .....                                        | 97  |
| 18. Discussie en aanbevelingen.....                        | 99  |
| 18.1 Methodiek .....                                       | 99  |
| 18.2 Keuze alternatieven.....                              | 99  |
| 18.3 Aannames.....                                         | 100 |
| 18.4 Aanbeveling .....                                     | 100 |
| Bibliografie .....                                         | 102 |
| Interviews .....                                           | 104 |
| Appendix A: Uitkomst enquête fietsverkeer .....            | 106 |
| Analyse Jaagpad .....                                      | 106 |
| Selectie respondenten.....                                 | 106 |
| Herkomst-bestemming.....                                   | 106 |
| Gebruik Pijlebrug .....                                    | 107 |
| Alternatieven .....                                        | 107 |
| Conclusie .....                                            | 108 |
| Analyse Buitenvaart .....                                  | 109 |
| Selectie respondenten.....                                 | 109 |
| Herkomst-bestemming.....                                   | 109 |
| Gebruik Pijlebrug .....                                    | 109 |
| Alternatieven .....                                        | 109 |
| Conclusie .....                                            | 110 |
| Conclusie .....                                            | 110 |
| Appendix B: Correlatie inwoners - voertuigkilometers.....  | 111 |
| Appendix C: Matrices .....                                 | 114 |
| Verskil in reistijd en –afstand .....                      | 116 |
| Intensiteit varianten 2030 .....                           | 118 |
| Appendix D: Schokgolfanalyse .....                         | 119 |
| Variant brug noord: Oostkant .....                         | 119 |
| Variant brug noord: Westkant .....                         | 122 |
| Appendix E: Geluidsniveau .....                            | 124 |





## 1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de aanleiding en de probleemstelling van het project beschreven. Ook worden de doelstelling en de vraagstelling voor dit onderzoek geformuleerd.

### 1.1 Aanleiding

Een bekende uitdrukking in het Nederlands is “de brug stond open”. Dit gezegde wordt vaak als smoes gebruikt door een student die weer eens te laat bij zijn afspraak is. Maar er zit wel een kern van waarheid in, namelijk dat een brug een behoorlijke vertraging op kan leveren.

De Pijlebrug in Meppel is een voorbeeld van een beweegbare brug die vertraging kan veroorzaken voor het verkeer. De Pijlebrug loopt over de Drentse Hoofdvaart. Dit is het drukst bevaren kanaal van Drenthe, ook al is er alleen recreatievaart. De weg waarvan de Pijlebrug onderdeel van uit maakt is de N371 een regionale weg. Direct bij de Pijlebrug liggen toe- en afritten van de rijksweg A32.

Uit bovenstaande tekst blijkt dat de situatie rondom de Pijlebrug een kruising van een aantal verkeersstromen is. De beweegbare brug veroorzaakt hinder voor zowel het auto- als het fietsverkeer.

Dit probleem is echter niet de aanleiding voor dit onderzoek. De Pijlebrug heeft zijn technische levensduur bereikt en is aan vervanging toe. De Provincie Drenthe wil niet zomaar de situatie herbouwen zonder andere alternatieven bekeken te hebben. In mijn onderzoek zal ik verschillende alternatieven bedenken en deze toetsen op alle relevante criteria om zodoende tot een overzicht te komen van de effecten van elk alternatief. Tot slot zal er een voorkeursalternatief gekozen worden.

### 1.2 Probleemstelling

Zoals in de aanleiding is beschreven, is de aanleiding van dit onderzoek de staat van de Pijlebrug. De deklaag op de Pijlebrug laat los, stenen vallen uit de landhoofden en het metaalwerk corrodeert. Buiten dit bouwkundige probleem, wat de aanleiding voor dit project is, zijn er een aantal verkeerskundige problemen rondom de Pijlebrug. Omdat de brug vernieuwd moet worden is besloten om ook direct de verkeerssituatie rondom de Pijlebrug te verbeteren.

De verkeerskundige problemen kunnen onderverdeeld worden in drie categorieën. Het eerste probleem is de verkeersveiligheid en duidelijkheid voor de weggebruikers. Alhoewel de cijfers niet aangeven dat de situatie onveilig is, is de situatie onduidelijk en gevoelsmatig niet veilig. Daarnaast voldoen de aansluitingen van de toe- en afritten van de A32 met de N371 niet aan de richtlijnen van duurzaam veilig. Ook de Pijlebrug zelf is niet veilig genoeg omdat de brug te smal is om twee voertuigen tegelijkertijd te laten passeren. Ook de onduidelijkheid van de verkeerssituatie kan voor onveilige situaties zorgen.

Het andere probleem is het fietsverkeer. Alhoewel de Pijlebrug onderdeel uitmaakt van een belangrijke fietsroute, is er geen aparte fietsvoorziening aanwezig en moeten de fietsers gebruik maken van de smalle Pijlebrug.

Het derde probleem is een potentieel probleem. In de huidige situatie is er geen mogelijkheid voor andere aansluitingen rondom de Pijlebrug. In de toekomstscenario's van Meppel wordt gesproken over een nieuw bedrijventerrein (Noord III) ten zuiden van de Pijlebrug welke ontsloten dient te

worden. In de huidige situatie is daarvoor geen mogelijkheid. Ook de ontwikkeling van de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen kan een probleem veroorzaken. Door deze nieuwbouwwijk zal het verkeer op de N371 toenemen en door het knelpunt in de smalle Pijlebrug kan dit een probleem worden. Dit zijn ontwikkelingen waarmee rekening gehouden dient te worden.

### 1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om een adviesrapport voor de Provincie Drenthe te schrijven voor het gebied rondom de Pijlebrug. Een aantal varianten zal gemaakt worden en voor de meest kansrijke zullen de effecten bepaald worden. Wat de meest kansrijke alternatieven zijn wordt overlegd met de projectgroep Pijlebrug waarin Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Provincie Drenthe, Gemeente Meppel en de gemeente Westerveld vertegenwoordigd zijn. De meest kansrijke alternatieven zullen getoetst worden aan de hand van een beoordelingskader en tot slot zullen de effecten van de alternatieven gepresenteerd worden aan de projectgroep om samen tot een voorkeursvariant te komen.

### 1.4 Vraagstelling

De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

“Welke variant voor het projectgebied Pijlebrug heeft de beste uitkomsten in de maatschappelijke kosten-baten analyse, rekening houdend met verschillende toekomstige ontwikkelingen?”

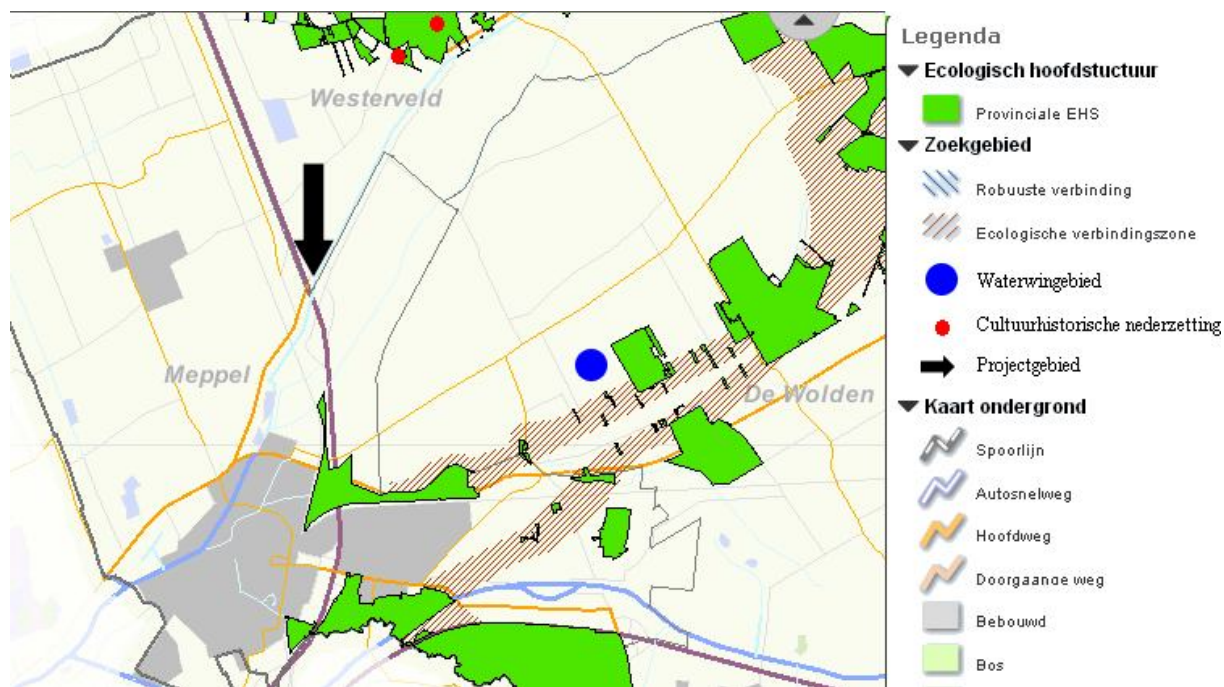
Deze hoofdvraag wordt opgedeeld in een aantal deelvragen. Onderstaande deelvragen moeten samen een antwoord geven op de hoofdvraag.

- Wat is het projectgebied?
  - In welk gebied speelt het zich af?
  - Hoe ziet de huidige situatie van het projectgebied eruit?
  - Wat zijn de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen die invloed hebben op het projectgebied?
  - Welke actoren zijn er en wat zijn hun belangen?
- Welke alternatieven zijn er voor het projectgebied?
  - Wat zijn de randvoorwaarden voor de oplossing?
  - Welke oplossingsrichtingen zijn er voor het projectgebied?
  - Welke alternatieven zijn het meest kansrijk?
- Op welke aspecten worden de alternatieven beoordeeld?
  - Wat zijn de uitgangspunten bij het beoordelen?
  - Welke beoordelingscriteria worden er gebruikt?
  - Hoe worden de effecten van de deze criteria gemeten?
- Hoe scoren de verschillende alternatieven op de beoordelingsaspecten?
  - Hoe scoren de alternatieven op de verschillende beoordelingscriteria wanneer het basis toekomstscenario gebruikt wordt?
  - Wat is de totaalscore van elk alternatief wanneer het basis toekomstscenario gebruikt wordt?
  - Hoe scoren de alternatieven op de verschillende beoordelingscriteria wanneer de verschillende toekomstscenario's gebruikt worden?
  - Wat is de totaalscore van elk alternatief wanneer de verschillende toekomstscenario's gebruikt worden?



## 2.2 Occupatie

Bij het ontwerpen van alternatieven is het belangrijk om te weten wat er allemaal speelt in het projectgebied. Er zijn veel kaarten bestudeerd voor het gebied Zuid-West Drenthe met factoren die een rol zouden kunnen spelen in dit project. Kaarten die bekeken zijn, zijn: Ecologische gebieden, ecologische verbindingen, waterwingebieden en cultuurhistorische nederzettingen. In figuur 2 zijn deze aspecten voor Zuid-West Drenthe weergegeven.



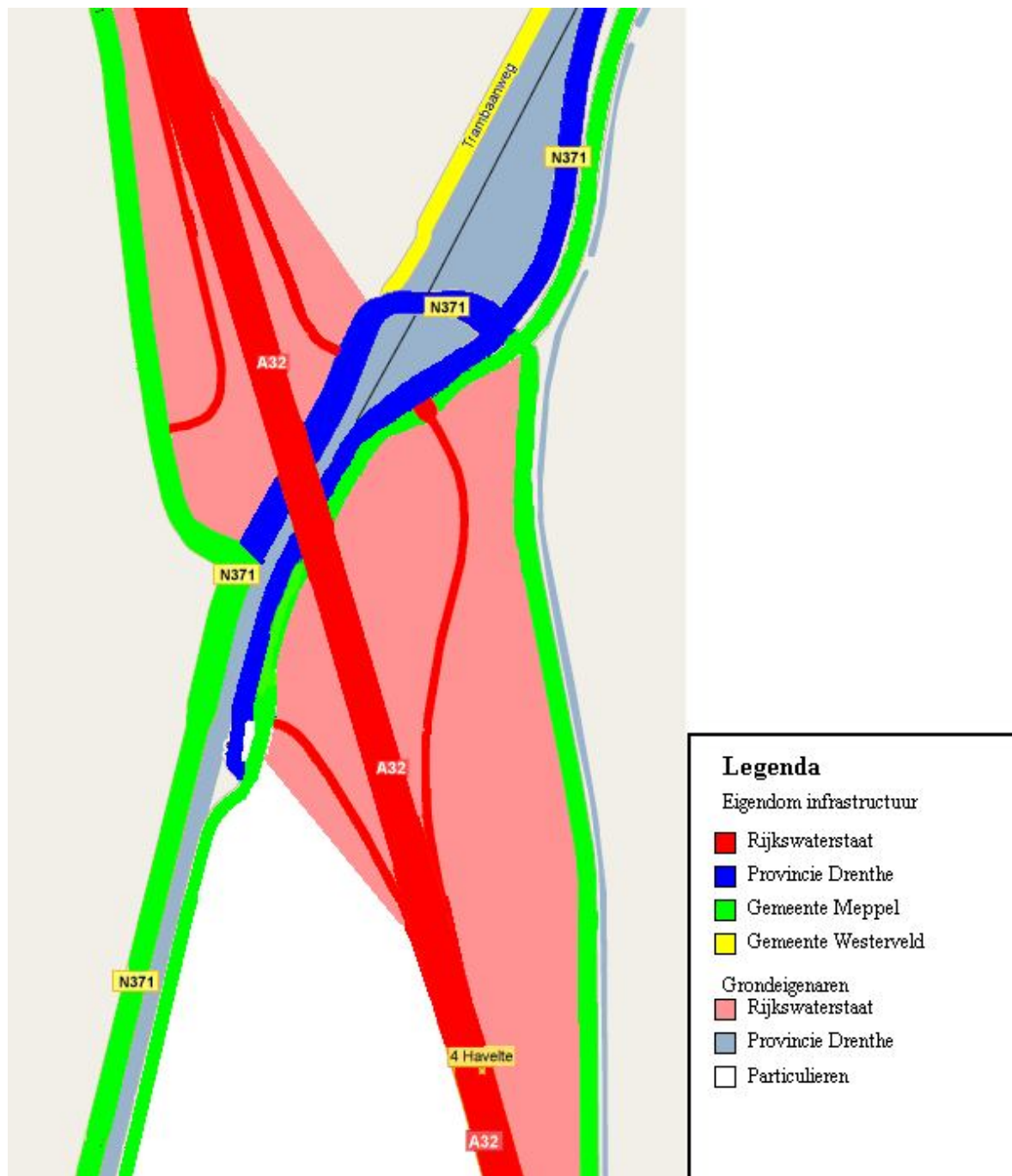
Figuur 2: Occupatie Zuid-West Drenthe

In figuur 2 is te zien dat zowel de ecologische zones en verbindingen, evenals het waterwingebied en de cultuurhistorische nederzettingen op ruime afstand van het projectgebied liggen. In zuidelijke richting, langs de A32, is de afstand ruim 1,5 kilometer tot de ecologische zone. Wanneer de A32 niet verlegd zal worden, zal de projectsituatie niet in de buurt van de ecologische hoofdstructuur komen. Toch is het goed om deze aspecten in het achterhoofd te houden bij het bedenken van de alternatieven.



## 2.3 Eigendomskaart

In figuur 3 is een eigendomskaart van het projectgebied weergegeven. Hier is onderscheid gemaakt tussen de infrastructuureigenaren en de grondeigenaren.



Figuur 3: Eigendomskaart (Provincie Drenthe, 2011a)

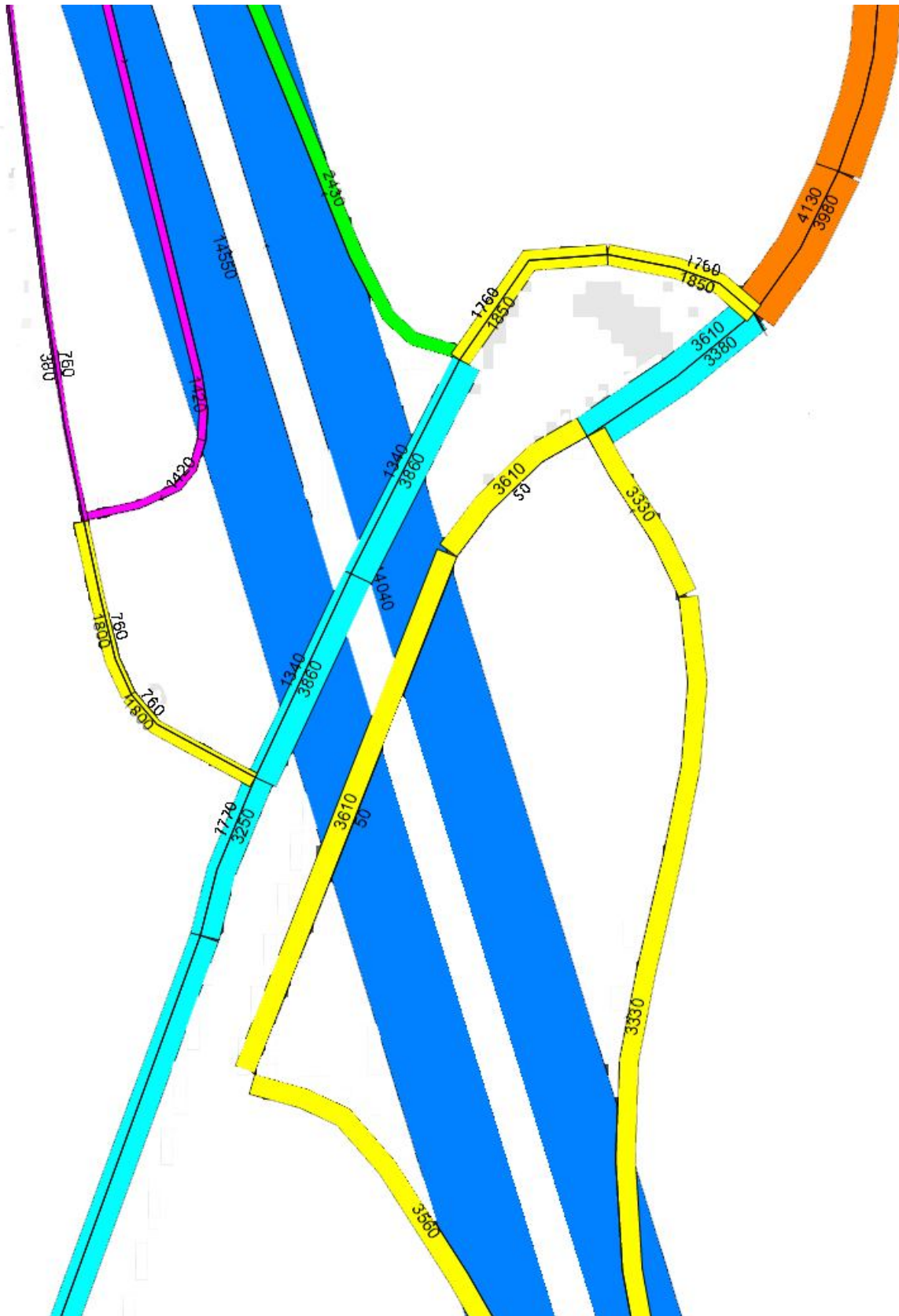
De rijksweg A32 met bijbehorende toe- en afritten behoort toe aan Rijkswaterstaat Oost-Nederland. Ook de grond rondom de A32 behoort toe aan Rijkswaterstaat. De provinciale weg N371 behoort grotendeels toe aan Provincie Drenthe, evenals de Pijlebrug en de Drentse Hoofdvaart. De gemeente Meppel bezit het deel van de N371 tussen Meppel en de A32. De overige regionale wegen behoren eveneens toe aan de gemeente Meppel. Het fietspad genaamd de Trambaanweg is van de gemeente Westerveld. De rest van de grond is in het bezit van particulieren, voornamelijk agrariërs.



## 2.4 Autoverkeer

Omdat er niet overal meetlussen aanwezig zijn in het projectgebied, is de verkeerssituatie rondom de Pijlebrug in kaart gebracht met een verkeersmodel. Dit is gedaan door Goudappel Coffeng met het verkeersmodel OmniTrans. De intensiteiten uit het verkeersmodel zijn in dezelfde orde van grootte als de gegevens die uit de meetlussen naar voren komen op zowel de N371 (Provincie Drenthe, 2011b) als op de A32 (Rijkswaterstaat Oost Nederland, 2009).

De verkeerssituatie van 2008, gehaald uit OmniTrans is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Intensiteiten rondom Pijlebrug in 2008 (Goudappel Coffeng, 2011a)

Uit figuur 4 wordt duidelijk dat er op een gemiddelde weekdag ongeveer 3600 voertuigen gebruik maken van de Pijlebrug.

De belangrijkste verkeersstromen voor deze studie zijn de rechtdoorgaande stroom op de N371 en het verkeer richting de A32. In figuur 5 zijn de belangrijkste verkeersstromen van en naar de A32 weergegeven.

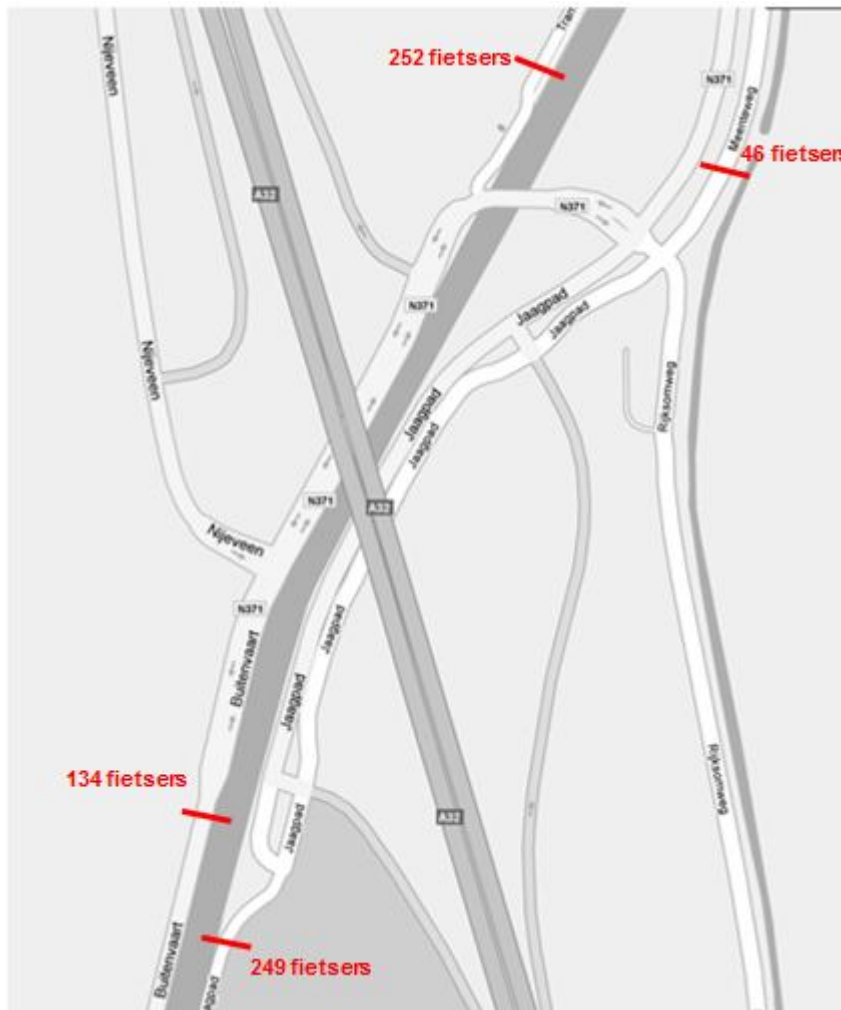


**Figuur 5: Belangrijkste verkeersstromen richting A32**

In figuur 5 is te zien dat het verkeer uit het zuiden (Meppel) de A32 voornamelijk gebruikt om richting het noorden te gaan en het verkeer uit het noorden (Vanaf Havelte) de A32 gebruikt om richting het zuiden te gaan. De omgekeerde richtingen komen weinig voor omdat deze richtingen een goed alternatief hebben in de vorm van afrit Steenwijk en de afritten in Meppel.

## 2.5 Fietsverkeer

In figuur 6 is een telling weergegeven van het fietsverkeer rondom de Pijlebrug.



Figuur 6: Intensiteiten van fietstelling (Provincie Drenthe, 2010)

In figuur 6 is te zien dat de intensiteiten van de Trambaanweg (252 fietsers) en het Jaagpad (249 fietsers) hoog zijn. Dit betekent dat veel fietsers bij de Pijlebrug de Drentse Hoofdvaart oversteken. Om inzicht te krijgen in de routekeuze is een enquête gehouden, de enquête en de verwerking is weergegeven in appendix A. Uit de enquête is gebleken dat de Pijlebrug veel gebruikt wordt door scholieren. Deze komen uit Havelte en de achterliggende dorpen en fietsen naar school in Meppel.

Veel van deze scholieren hebben alternatieve routes, maar de alternatieven zijn langer of minder veilig. Bij het ontwerpen van de alternatieven moet hier rekening mee gehouden worden.

## 2.6 Scheepvaart

De Drentse Hoofdvaart is het drukst bevaren kanaal van Drenthe met een intensiteit van ongeveer 3800 schepen per jaar. (Provincie Drenthe, 2009). Dit is allemaal pleziervaart, wat betekent dat een groot deel van de schepen (circa 80%) passeert in het hoogseizoen, wat loopt van 16 mei tot 16 september.

De bediening is handmatig geregeld en is het gehele jaar van 8:00 tot 12:00 en van 13:00 tot 17:00. In het hoogseizoen wordt de brug vaker geopend en daarom is er een brugwachter aanwezig die de bediening regelt. In het laagseizoen is er sprake van begeleidende vaart of op aanvraag.

Het aantal brugopeningen is ongeveer 1750 per jaar. Een opening duurt gemiddeld drie minuten. Bij de opening van de brug wordt geen rekening gehouden met de hinder voor het autoverkeer (Zijlstra, 2011a). De Provincie Drenthe heeft aangegeven het huidige regime met betrekking tot het openen van de brug in stand te houden, daarom zijn er geen andere regimes onderzocht.

### 3. Toekomstscenario's

In dit hoofdstuk wordt de toekomst van de situatie rondom de Pijlebrug beschreven. De toekomst is onzeker en daarom worden er verschillende scenario's gebruikt. Allereerst worden de ontwikkelingen omtrent woningbouw in Meppel besproken. Vervolgens worden de ontwikkelingen van industrie in kaart gebracht.

#### 3.1 Woningbouw

Woningbouwontwikkelingen zijn erg belangrijk voor de toekomstige verkeerstromen. Als eerst wordt beschreven welke ontwikkelingen er zijn op het gebied van woningbouw, vervolgens wordt beschreven hoe dit meegenomen gaat worden in het onderzoek.

##### 3.1.1 Ontwikkelingen woningbouw

Meppel is bezig met het aanleggen van de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen. De locatie van deze wijk is aangegeven in figuur 7 met in de rechterbovenhoek de Pijlebrug.



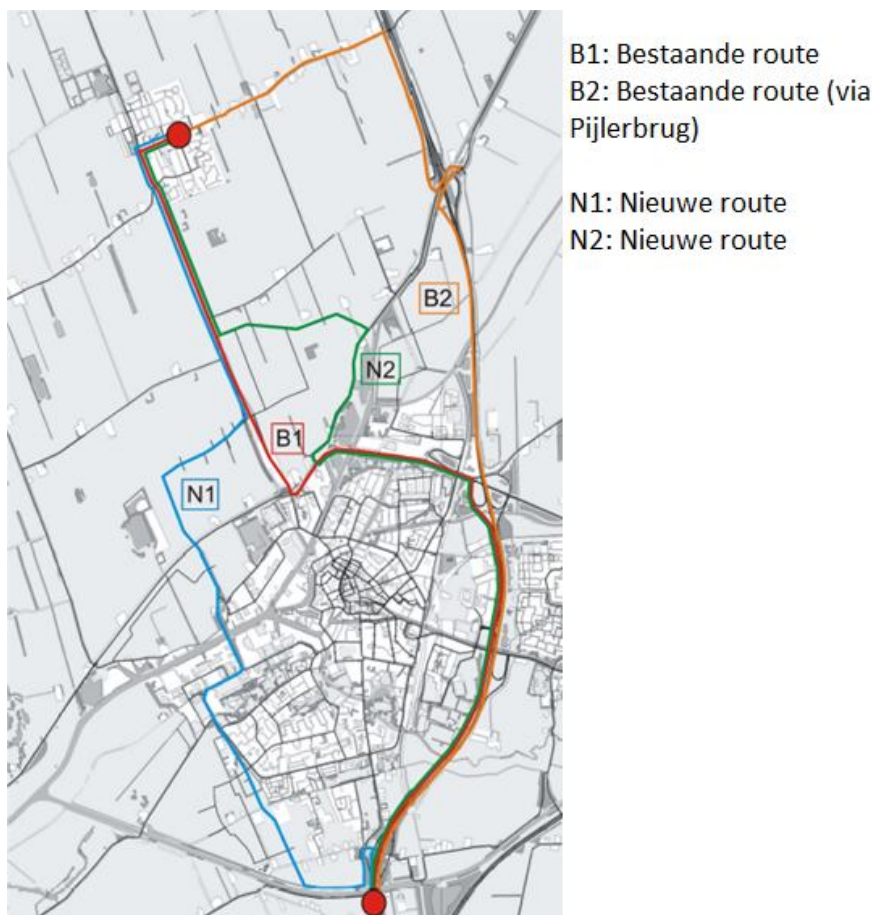
Figuur 7: Locatie Nieuwveense Landen (Gemeente Meppel, 2009)



Voor de wijk Nieuwveense Landen was een planning gemaakt met 5300 nieuwbouwwoningen in 2030. Dit bleek al snel te optimistisch en het bouwplan is aangepast naar 3000 woningen in 2030. (Goudappel Coffeng, 2010). Ook bij dit plan wordt een slag om de arm gehouden. Het plan is opgedeeld in twee fases, de eerste fase start in 2012 en duurt tot 2022 en hierbij worden er elk jaar 150 woningen gebouwd. Na deze fase wordt er gekeken of het mogelijk is om de tweede fase te starten, waarin de overige 1500 woningen worden gebouwd.

Door de bouw van Nieuwveense Landen zal er meer verkeer gegenereerd worden. Dit zal een toename in de intensiteit rondom de Pijlebrug veroorzaken. Een deel van Nieuwveense Landen zal de Pijlebrug gebruiken om op de A32 te komen.

Daarnaast zal het verkeer vanuit en naar Nijeveen beïnvloed worden. De wegenstructuur in de Nieuwveense Landen zal veranderen en daardoor ook de route vanuit Nijeveen naar Meppel en de A32. In figuur 8 is een overzicht gegeven van de mogelijke routes om vanuit Nijeveen naar Meppel Zuid te komen.



**Figuur 8: Routes vanuit Nijeveen naar Meppel Zuid (Goudappel Coffeng, 2011b)**

De keuze die het huidige verkeer uit Nijeveen kan maken bestaat uit de routes B1 en B2. De route B1 zal door de komst van Nieuwveense Landen komen te vervallen en deze zal vervangen worden door N1 en N2. De huidige routes B1 en B2 zijn qua reistijd gelijkwaardig (beide 10 minuten). De routes N1 en N2 zijn beide korter dan B2 maar de reistijden bedragen respectievelijk 13,5 en 11 minuten. Hierdoor wordt verwacht dat het verkeer van Nijeveen vaker voor route B2, via de Pijlebrug, zal kiezen dan nu het geval is. (Goudappel Coffeng, 2011b)

### 3.1.2 Toekomst woningbouw

In de gevoeligheidsanalyse wordt gekeken wat het effect is van de ontwikkelingen in Meppel. Het basisscenario voor woningbouw zal zijn dat de wijk Nieuwveense Landen zich ontwikkelt tot 3000 woningen in 2030. De ontwikkeling van Nieuwveense Landen wordt door de projectgroep als realistisch gezien. Een andere realistisch toekomstbeeld is dat alleen de 1<sup>e</sup> fase van Nieuwveense Landen wordt ontwikkeld. Daarom wordt in de gevoeligheidsanalyse gekeken wat het effect is bij een krimpscenario ten opzichte van het basisscenario. Het krimpscenario houdt in dat alleen de eerste fase zal worden afgerond, waarin er 1500 woningen gebouwd worden tot 2022.

## 3.2 Industrie

Ook de ontwikkeling van industrie in Meppel heeft invloed op het verkeersbeeld. Eerst worden de ontwikkelingen van industrie beschreven en vervolgens wordt beschreven welke ontwikkelingen meegenomen worden in de gevoeligheidsanalyse.

### 3.2.1 Ontwikkelingen industriegebied

De gemeente Meppel wil op lange termijn de industrie uitbreiden. Hiervoor zijn meerdere locaties beschikbaar, maar de meest logische optie is Noord III. De locatie van Noord III is weergegeven in figuur 9.



Figuur 9: Locatie industrieterrein Noord III

Zoals in figuur 9 gezien kan worden ligt dit gebied vlakbij de Pijlebrug. De ontsluiting van Noord III zal aan de noordkant plaats moeten vinden, hierbij moet rekening gehouden worden bij het ontwerp. Ook is er nog een mogelijkheid om een spoortunnel te bouwen om het nabijgelegen Noord II ook (deels) via het noorden te ontsluiten.

### 3.2.2 Toekomst industrie

Ook voor het industrieterrein wordt een gevoeligheidsanalyse gemaakt. Het basisscenario zal zijn dat Noord III ontwikkeld wordt en via het noorden ontsloten zal worden. Dit is volgens de projectgroep de meest realistische ontwikkeling.

Ook wordt voor de industrie een groei- en krimpscenario opgesteld. In de gevoeligheidsanalyse wordt gekeken wat de invloed zal zijn wanneer Noord III niet ontwikkeld wordt. In het groeiscenario is een noordelijke ontsluiting van Noord II aanwezig is, waardoor zowel Noord II (deels) als Noord III via het noorden ontsloten worden.

## 3.3 Overige regionale ontwikkelingen

De N371 sluit aan op de N375 in het noorden van Meppel. De N375 wordt op een aantal plaatsen mogelijk aangepakt. De situatie bij afrit 3 Meppel Noord wordt mogelijk veranderd en ook de aansluiting van de N371 op de N375 wordt iets gewijzigd. Deze aspecten zullen niet als variabelen beschouwd worden in dit project aangezien er nog veel onzekerheid over bestaat en deze ingrepen relatief ver van de Pijlebrug vandaag liggen. In de analyse is uitgegaan van een zogenaamde HIAB-variant als aansluiting bij de N375 en een rechtstreekse aansluiting van het industriegebied Noord I en II op de A32.

## 3.4 WLO-scenario's

Het Centraal Planbureau en de voorlopers van het Planbureau voor de Leefomgeving (Milieu- en Natuurplanbureau en het Ruimtelijk Planbureau) hebben in 2006 vier toekomstscenario's voor Nederland ontwikkeld, de zogenaamde Welvaart en LeefOmgeving scenario's (WLO-scenario's). Als verificatie van de waardes voor de WLO-scenario's heeft Planbureau voor de Leefomgeving een onderzoek gedaan, waaruit blijkt dat ondanks de economische crisis, de WLO-scenario's nog steeds bruikbaar zijn (2010).

De vier scenario's zijn opgesteld aan de hand van twee aspecten. Het eerste aspect is de internationalisering; In hoeverre zal de EU gezamenlijk proberen problemen op te lossen. Het tweede aspect is welke taken door publieke of private partijen geregeld zullen worden. Door de vergrijzing en individualisering zal er meer druk komen te liggen op de collectieve sector. In deze scenario's wordt het onderscheid gemaakt of deze druk opgevangen wordt door de collectieve sector of dat de private partijen dit over zullen nemen. In figuur 10 is een schema weergegeven van de vier verschillende scenario's. (Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, Ruimtelijk Planbureau, 2006)



Figuur 10: WLO-scenario's (Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, Ruimtelijke Planbureau, 2006)

Deze vier scenario's hebben een ander toekomstbeeld, wat resulteert in verschillende toekomst op het gebied van verkeer en vervoer. De scenario's global economy (hoog groeiscenario) en regional communities (laag groeiscenario) geven de bandbreedte van de vier scenario's aan. (Rijkswaterstaat; Ecorys, 2010) Deze vier scenario's zullen niet gebruikt worden om de ruimtelijke ontwikkeling van Meppel in te vullen, hiervoor worden de regionale ontwikkelingen gebruikt die hier vooraf zijn beschreven. De verschillende WLO-scenario's hebben wel invloed op het verkeer in het projectgebied. Als de omgeving zich anders ontwikkelt in de verschillende WLO-scenario's, dan zal het verkeersbeeld rondom de Pijlebrug ook veranderen. Dit zal in de volgende paragraaf onderzocht worden.

### 3.4.1 Gebruik WLO-scenario

De vier verschillende WLO-scenario's hebben allemaal een ander toekomstbeeld, wat resulteert in een ander verkeersbeeld. In het verkeersmodel OmniTrans wordt standaard gebruik gemaakt van het Global Economy (GE) scenario, welke het hoge groei scenario is. Als eerst moet worden onderzocht wat het verschil tussen de scenario's voor het projectgebied is. Als blijkt dat het verschil gering is, dan volstaat het om alleen met het GE scenario te rekenen. Blijkt dat de marge groot is, dan zal er rekening gehouden moeten worden met de verschillende scenario's.

Een WLO-scenario geeft informatie over verschillende variabelen per zone. De basis voor deze variabelen is het inwonersaantal. Dit is gespecificeerd naar onder andere leeftijdscategorie, woningvoorraad en aantal werkenden. Om de marge te schatten wordt de invloed van de scenario's op de variabelen gecombineerd met de herkomst van het verkeer.

Door middel van de herkomst-bestemmingsmatrix wordt het aandeel verkeer per zone bepaald. Uit deze matrix kan niet direct de woonplaats van de bestuurder bepaald worden. Daarom wordt de aanname gemaakt dat het verkeer in de ochtendspits de zone waarin ze wonen als herkomst heeft en dat deze zone in de avondspits de bestemming is. Om de woonplaats van het verkeer in de restdag te bepalen is ingewikkelder. Doordat de woonplaats in de ochtend- en avondspits bepaald is, kan de aantrekking van alle herkomst-bestemmingsrelaties bepaald worden. De aanname wordt

gedaan dat deze aantrekking hetzelfde is in de restdag als in de spitsperiodes, waardoor de woonplaats van het verkeer in de restdag bepaald kan worden. Als de drie periodes gesommeerd worden is bekend hoe groot de verkeersstroom is die door een bepaalde woonplaats gegenereerd wordt.

In tabel 1 is voor de drie analysejaren weergegeven hoe groot de verkeersstroom gegenereerd door de inwoners van de desbetreffende zone is.

|                           | 2008 | 2022 | 2030 |
|---------------------------|------|------|------|
| <b>Vanuit Havelte</b>     | 5001 | 4260 | 4322 |
| <b>Vanuit Meppel</b>      | 1129 | 1260 | 1260 |
| <b>Nieuwveense Landen</b> | 0    | 742  | 1484 |
| <b>Nijeveen</b>           | 813  | 1796 | 1929 |
| <b>A32 noord</b>          | 2332 | 1481 | 1808 |
| <b>A32 Zuid</b>           | 2215 | 3550 | 3510 |

Tabel 1: Intensiteiten verkeersstromen per herkomst

Nu het aandeel per zone bekend is, kan dit gecombineerd worden met de marge zoals weergegeven in de WLO-scenario's. In de WLO-scenario's zitten veel variabelen, maar geen variabelen met betrekking tot voertuigkilometers op zo'n kleine schaal. Het landelijk model systeem verkeer en vervoer heeft gegevens over de voertuigbewegingen per WLO-scenario, maar dit is op het hoofdwegennet en daarom niet geschikt voor dit project. Daarom wordt er een variabele gezocht uit de socio-economische gegevens die een sterke correlatie heeft met het aantal voertuigkilometers. Uit de analyse, weergegeven in appendix B, blijkt dat het inwonersaantal de grootste correlatie heeft met het aantal voertuigkilometers. Met een correlatiecoëfficiënt van 0,98 is deze correlatie zeer sterk te noemen.

De volgende stap is om het verschil in inwoneraantal voor de scenario's GE en RC te bepalen. Voor het verkeer vanuit Havelte worden de inwonersaantallen van de gemeente Westerveld gebruikt. Voor zowel Nijeveen als Meppel worden gegevens van de gemeente Meppel gebruikt. Het verkeer vanuit Nieuwveense Landen is niet afhankelijk van de WLO-scenario's, aangezien dit apart in de regionale ontwikkelingsanalyse wordt geanalyseerd. Voor het verkeer vanaf de A32 is de gemeente van herkomst moeilijk te bepalen, daarom wordt er gebruikt gemaakt van grotere gebieden, genaamd COROP gebieden. De aanname wordt gedaan dat het verkeer uit het noorden wat de A32 bij de Pijlebrug verlaat komt uit het COROP gebied Zuidoost Friesland komt, daarom worden de inwoneraantallen van deze COROP gebruikt. Voor het verkeer vanaf het zuiden op de A32 is de herkomst nog lastiger te bepalen. De aanname wordt gedaan dat dit verkeer uit Noord Overijssel en Zuidwest Drenthe komt. Deze inwonersaantallen worden gebruikt om het verschil per scenario te bepalen.

Om tot de verkeerssituatie van RC te komen is de procentuele verandering van het aantal inwoners in de zone vermenigvuldigd met het aantal ritten gegenereerd vanuit de zone. De verkeersstromen voor de scenario's GE en RC zijn nu bekend. In tabel 2 is de verhouding tussen de verkeersstromen in beide scenario's weergegeven. De getallen in de tabel zijn de procentuele afname per zone wanneer het RC scenario wordt gebruikt voor 2022 en 2030. De laatste kolom is de gemiddelde afname over de periode 2012-2030.

|                     | 2022          | 2030           | Gemiddeld     |
|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| Vanuit Havelte      | -6,51%        | -9,28%         | -5,31%        |
| Vanuit Meppel       | -12,72%       | -19,68%        | -11,13%       |
| NVL                 | 0%            | 0%             | 0%            |
| Vanuit Parallelweg  | -12,72%       | -19,68%        | -12,37%       |
| Vanaf Snelweg Noord | -7,39%        | -11,67%        | -5,93%        |
| Vanaf Snelweg Zuid  | -7,67%        | -11,81%        | -7,04%        |
| <b>Totaal</b>       | <b>-8,01%</b> | <b>-11,56%</b> | <b>-6,91%</b> |

Tabel 2: Verschil in intensiteit van het RC scenario ten opzichte van het GE scenario

Zoals in tabel 2 te zien is, is de gemiddelde invloed voor het projectgebied -6,91%. De afname in het verkeer zal effect hebben op de uitkomst en zal dus niet verwaarloosd mogen worden. In het hoofdrapport zal de analyse uitgevoerd worden met de gegevens zoals ze uit OmniTrans komen, wat inhoudt dat deze beschrijving rekening houdt met het GE scenario. Om de marge weer te geven zal in een robuustheidanalyse het effect van de afname van het verkeer geanalyseerd worden. Dit zal gedaan worden door de intensiteiten in de herkomst-bestemmingsmatrices te verlagen aan de hand van bovenstaande percentages.



## 4. Actorenanalyse

In de actorenanalyse worden de belangrijkste betrokkenen beschreven. Hierin zal ook beschreven zijn welk belang zij bij de Pijlebrug hebben. De invloeden op de verschillende actoren zullen niet berekend worden, maar de belangen van de actoren zullen wel gebruikt worden bij het maken van de ontwerpen. Door de belangen te kennen, kan beter beoordeeld worden welke ontwerpen een goede kans maken en dus verder doorgerekend moeten worden. De belangen van de actoren komen voort uit kennis van de projectgroep en onderzoeken van Goudappel (2010) (2011a).

### **Provincie Drenthe**

De provincie Drenthe is eigenaar van de Pijlebrug en opdrachtgever van dit project. Ook is zij eigenaar van de Drentse Hoofdvaart en de N371.

### **RWS Oost Nederland**

De af- en toeritten rondom de Pijlebrug zijn van Rijkswaterstaat Oost Nederland. Indien er iets veranderd moet worden aan de af- of toeritten van de A32, moet RWS hier toestemming voor geven.

### **Gemeente Meppel**

Het projectgebied ligt in de gemeente Meppel. Ook zijn zij wegbeheerder van een deel van de N371 en van twee kleinere wegen in het projectgebied. De gemeente Meppel vertegenwoordigt de bewoners van Meppel.

### **Gemeente Westerveld**

Het projectgebied ligt dichtbij de gemeentegrens van de gemeente Meppel en de gemeente Westerveld. De gemeente Westerveld is wegbeheerder van de Trambaanweg en het vertegenwoordigt de inwoners van de gemeente Westerveld, waarvan een deel gebruik maakt van de Pijlebrug.

### **Omwonenden**

Rondom het projectgebied zijn een paar woningen. Deze omwonenden hebben twee belangen bij het project. Het eerste belang is als omwonende. De omwonenden willen in de vernieuwde situatie niet teveel overlast ondervinden van het verkeer. Ook kunnen de omwonenden nog een rol spelen bij het opkopen van land. Wanneer de situatie aangepast wordt, is het denkbaar dat een stuk grond van omwonenden moet worden opgekocht.

Het tweede belang wat de omwonenden hebben is het belang als verkeersgebruiker. De omwonenden zullen vaak gebruik maken van de wegen rondom de Pijlebrug en de vernieuwde situatie zal dus voor hun als verkeersgebruiker ook invloed hebben.

### **Bewoners Nieuwveense Landen**

De nieuwbouwwijk wordt dicht bij het projectgebied gerealiseerd. Dit heeft als gevolg dat een deel van deze nieuwbouwwijk waarschijnlijk gebruik zal gaan maken van het projectgebied. De toekomstige bewoners uit de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen kunnen kiezen tussen toerit 1, Meppel Zuid, toerit 3, Meppel Noord of toerit 4 bij de Pijlebrug. Verwacht wordt dat de noordelijke helft van de nieuwbouwwijk zal kiezen tussen toerit 3 en 4, afhankelijk of ze richting het noorden of het zuiden gaan. Het zuidelijke deel van de Nieuwveense Landen zal kiezen tussen toerit 1 en 3. De bewoners van het noordelijke deel zullen vaak de Pijlebrug gebruiken indien ze richting het noorden gaan.

### **Bewoners Nijeveen**

De fietsers uit Nijeveen maken weinig gebruik van de Pijlebrug. Dit is ook gebleken uit de enquête. Het autoverkeer uit Nijeveen maakt wel gebruik van de Pijlebrug. Het verkeer uit Nijeveen heeft drie opties om op de A32 te komen. Indien het verkeer naar het noorden wil zal het gebruik maken van de toeritten 4, bij de Pijlebrug en 5, in Steenwijk. Wanneer het verkeer naar het zuiden gaat zal het verkeer kiezen voor de toeritten 3, Meppel Noord of 4, de Pijlebrug. In beide routes is de toerit bij de Pijlebrug een optie, toch hebben ze ook voor beide een goed alternatief. In de toekomst zal het alternatief toerit 3 minder aantrekkelijk gemaakt worden door de bouw van Nieuwveense Landen. Verwacht wordt dat meer mensen uit Nijeveen gebruik zullen maken van het projectgebied.

Ook het verkeer wat vanuit Nijeveen naar het noorden de N371 op wil zal gebruik kunnen maken van de Pijlebrug. Dit is overigens niet de kortste of de snelste route.

### **Bewoners Meppel**

De bewoners uit Meppel hebben drie alternatieven in Meppel om op de A32 te komen. Zij zullen dus weinig gebruik maken van de toerit bij de Pijlebrug. Als ze dit doen dan zal het in noordelijke richting zijn. Voor de bewoners uit Meppel is de N371 de kortste route richting het noorden van Drenthe, zij zullen dus wel gebruik maken van de N371.

### **Bewoners Havelte, Uffelte en achterliggende dorpen**

De fietsers vanuit Havelte en Uffelte maken veel gebruik van de Pijlebrug. Uit de enquête is gebleken dat het merendeel van de scholieren gebruik maakt van de Pijlebrug. Dit is dus erg belangrijk voor het project.

Ook het autoverkeer vanuit Havelte en Uffelte maakt veel gebruik van het projectgebied. Vanuit beide plaatsen kun je zowel bij toerit 4, bij de Pijlebrug als toerit 5, bij Steenwijk de A32 op. Het meeste verkeer wat richting het noorden gaat zal via toerit 5 gaan, het zuidelijk georiënteerde verkeer zal de toerit bij de Pijlebrug gebruiken.

Vanuit Havelte en Uffelte is de N371 een belangrijke weg naar Meppel. Aangezien Meppel een kernfunctie vervult, zal de N371 veel gebruikt worden vanuit Havelte en Uffelte.

## 5. Ontwerpeisen

Dit hoofdstuk bevat de wetgeving en ontwerprichtlijnen. Vervolgens wordt het Programma van Eisen (PvE) beschreven. De inhoud van het PvE is bepaald door de Provincie Drenthe.

### 5.1 Wetgeving en ontwerprichtlijnen

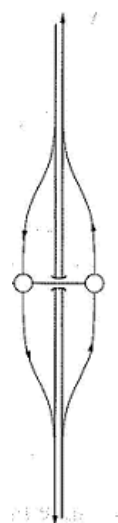
Bij het ontwerpen moet er gelet worden op een aantal wet- en regelgevingen. De belangrijkste zijn de Wegenverkeerswet 1994, het besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer en het reglement verkeersregels en verkeerstekens. Naast deze wettelijke verplichtingen gelden een aantal richtlijnen. Deze richtlijnen zijn ervoor om de verkeerssituatie in Nederland zo eenduidig en veilig mogelijk te maken. Deze richtlijnen zijn erg belangrijk bij het maken van een ontwerp. Ook al zijn de richtlijnen niet zo streng als de wetgeving, de ontwerper moet een hele goede argumentatie kunnen geven indien hij afwijkt van de richtlijnen.

De belangrijkste richtlijnen zijn de Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen (NOA) en de richtlijnen uit het handboek wegontwerp. In de NOA staan richtlijnen over de snelwegen en de toe- en afritten. Bij het ontwerp moet onder andere gelet worden op de maximale helling van de toe- en afritten, de boogstraal en de minimale lengte. In de volgende subparagraaf worden de verschillende typen toe- en afritten besproken.

De belangrijkste aspecten waarop gelet moet worden uit het handboek wegontwerp zijn de grootte van de bochtstraal en het type kruising. Een grotere boogstraal betekent een langere afstand en heeft dus invloed op het onderzoek.

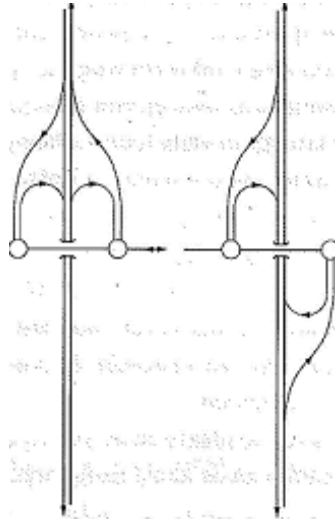
#### 5.1.1 Toe- en afritten A32

Volgens de richtlijnen uit het handboek wegontwerp zijn er drie opties voor het ontwerpen van de toe- en afritten van de rijksweg. (CROW, 2002) De eerste optie is de Haarlemmermeeroplossing en is weergegeven in figuur 11. In dit project kan de Haarlemmermeeroplossing wel toegepast worden, maar er moet dan rekening gehouden worden met het feit dat de afritten zich aan weerszijden van de Drentse Hoofdvaart bevinden. Een voordeel van deze variant is het feit dat er dan relatief weinig aan de huidige toe- en afritten hoeft te gebeuren.



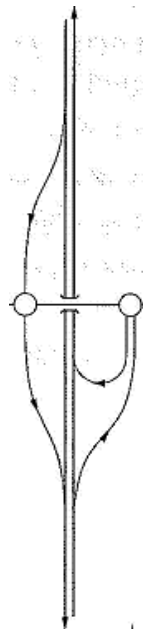
Figuur 11: Haarlemmermeeroplossing (CROW, 2002)

De tweede oplossing is het halfklaverblad. Deze variant is weergegeven in figuur 12. Deze variant heeft eigenlijk de tegenovergestelde voor- en nadelen als de Haarlemmermeeroplossing. De toe- en afritten bevinden zich mogelijk aan een kant van de Drentse Hoofdvaart, wat het overzichtelijk maakt, maar het nadeel is dat twee toe- of afritten volledig verlegd moeten worden.



Figuur 12: Halfklaverbladoplossing (CROW, 2002)

De derde variant is een combinatie van beide bovenstaande oplossingen. Dit is weergegeven in figuur 13. Doordat de Drentse Hoofdvaart een fysieke afscheiding vormt, zal deze variant voor veel onduidelijkheid zorgen.



Figuur 13: Combinatie oplossing (CROW, 2002)

Bij het maken van een keuze voor in het ontwerp is het belangrijk om de belangrijkste verkeersstromen te analyseren. Het is belangrijk dat de grootste groep gebruikers van een bepaalde toerit, deze ook gemakkelijk kan bereiken.

## 5.2 Programma van Eisen

Het PvE bestaat uit randvoorwaarden, eisen en wensen. Deze zijn per paragraaf apart behandeld.

### 5.2.1 Randvoorwaarden

Er zijn een aantal randvoorwaarden opgesteld voor dit project door de projectgroep Pijlebrug.

Randvoorwaarden zijn voorwaarden die opgelegd worden door de omgeving en die strikt gevolgd moeten worden bij het maken van het ontwerp. De randvoorwaarden van dit project zijn hieronder weergegeven.

- Er moet gehouden worden aan de wetgeving en aan de ontwerprichtlijnen. Van de ontwerprichtlijnen mag afgeweken worden, maar alleen indien er een goede onderbouwing kan worden gegeven voor het afwijken van de richtlijnen.
- Geen verkleining in het natte profiel. Omdat de Drentse Hoofdvaart een belangrijke waterafvoerfunctie heeft, mag het profiel van de Drentse Hoofdvaart niet verkleind worden.
- Een vaste oeververbinding moet minimaal 5,5 meter hoog zijn in verband met de scheepvaart. Deze hoogte is bepaald door het viaduct van de A32.

### 5.2.2 Eisen

Naast de randvoorwaarden zijn er een aantal eisen. De eisen worden opgelegd door de opdrachtgever en het ontwerp moet aan de eisen voldoen. De volgende eisen zijn opgesteld door de projectgroep Pijlebrug.

- Het bedrijventerrein Noord III moet ontsloten kunnen worden via het noordelijke deel van het gebied.
- De A32 moet bereikbaar blijven vanuit het projectgebied, de toe- en afritten moeten dus aangesloten kunnen worden op de verkeerssituatie
- Er moet een vrijliggende fietsverbinding komen voor de fietsers van Havelte naar Meppel. Dit hoeft niet per se in het projectgebied te zijn.
- Er mag geen terugslag van het onderliggende wegennetwerk op de A32 plaatsvinden.

### 5.2.3 Wensen

Naast de eisen en randvoorwaarden, waaraan strikt voldaan moet worden, zijn er nog wensen. Deze wensen zijn uitgesproken door de projectgroep Pijlebrug, maar deze hoeven niet ten koste van alles gerealiseerd te worden.

- De oplossing moet zo duurzaam mogelijk zijn. Hierbij kan gekeken worden naar uitstoot van de auto's alsmede naar het energieverbruik van een beweegbare brug. Naast dit is ook het materiaal wat gebruikt wordt van belang, maar hier wordt in een later stadium naar gekeken.
- De overlast voor het autoverkeer en de scheepvaart moet zoveel mogelijk beperkt worden bij het kruisen van de verkeersstromen.

## 6. Ontwerpcomponenten

De alternatieven bestaan uit verschillende componenten. Deze componenten worden eerst apart beschreven en er wordt een schifting gemaakt waarbij de irreële componenten afvallen. De overgebleven componenten worden in hoofdstuk 7 samengevoegd tot alternatieven.

### 6.1 Oeververbindingen

Er zijn verschillende oeververbindingen. Deze zullen hier besproken worden.

#### Brug

Een brug is een veelgebruikte en logische oplossing voor een oeververbinding. In dit project zal een vaste brug niet mogelijk zijn in verband met scheepvaart. Indien er voor een brug gekozen wordt, zal dit een beweegbare brug moeten zijn. Er zijn nog verschillende opties qua hoogte. De brug zal op maaiveldniveau kunnen liggen, maar ook hoger, zodat een deel van de scheepvaart ongehinderd kan doorvaren. Een brug op 3,5m hoogte zal ongeveer 80% van de scheepvaart door kunnen laten zonder open te gaan (Zijlstra, 2011a).

Een voordeel van een brug is dat het een relatief goedkope oplossing is maar een groot nadeel van een beweegbare brug is dat het vertraging veroorzaakt voor het wegverkeer wanneer de brug open gaat. Een ander nadeel zijn de bedieningskosten.

#### Viaduct

Een viaduct is een oplossing voor een oeververbinding. In principe is dit een vaste brug, maar dan hoger gelegen zodat alle scheepvaart kan passeren. De maatgevende hoogte in dit project is de hoogte van het viaduct van de A32, welke 5,5 meter hoog is.

Het voordeel van een viaduct is dat er voor zowel de scheepvaart als voor het wegverkeer geen hinder ontstaat als een schip moet passeren. Een nadeel aan een viaduct is dat het hoog gelegen is, wat betekent dat er veel hoogte overbrugd moet worden, waardoor er verbindingsbogen en hellingen ontstaan. Deze zorgen voor een groot ruimtebeslag.

#### Aquaduct

Een aquaduct is een onderwaterdoorgang. De constructie van het aquaduct zal 5,5 meter hoog moeten worden. Dit geheel moet onder de Drentse Hoofdvaart liggen, welke 2,0 meter diep is. Dit houdt in dat het aquaduct op 7,5 meter diepte zal komen te liggen.

Een voordeel van een aquaduct is dat het verkeer geen hinder ondervindt van de scheepvaart en een extra voordeel is dat een aquaduct landschappelijk goed ingepast kan worden. De nadelen zijn echter extremer. Zo zijn de kosten veel hoger dan de overige typen oeververbindingen en door het grote hoogteverschil heeft dit alternatief veel ruimte nodig. Daarbij komen nog de hoge onderhoudskosten van een aquaduct.

#### Keuze oeververbinding

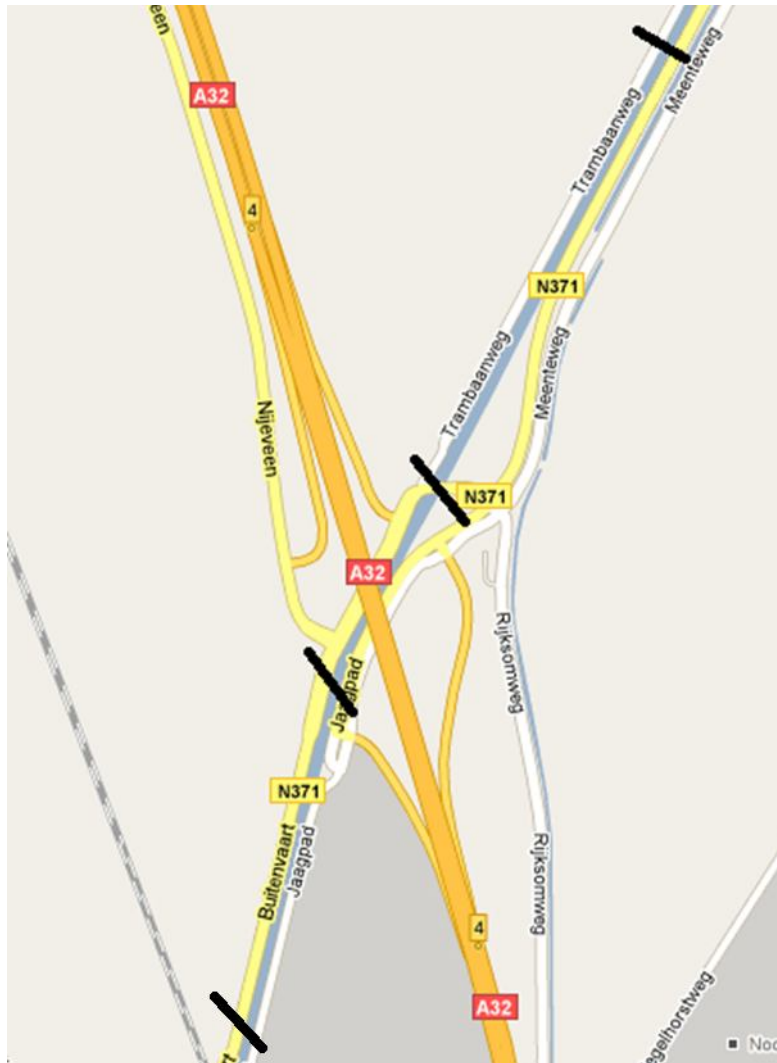
Van de drie opties voor een oeververbinding is het aquaduct veruit het duurst. De kosten en het landgebruik zijn dermate hoog dat deze oplossing al in deze fase van het project kan worden afgeschreven. Dit blijkt ook uit een voorstudie van Buma & Oostveen (2011). Een viaduct zal waarschijnlijk duurder zijn dan een beweegbare brug, maar heeft als voordeel dat er geen



bedieningskosten zijn en dat het geen overlast voor het verkeer en scheepvaart oplevert. Zowel het viaduct als de beweegbare brug worden als reële alternatieven beschouwd.

## 6.2 Locatie oeververbinding

Er zijn verschillende locaties voor de oeververbinding. De oeververbinding zal op vier locaties geplaatst kunnen worden. Deze locaties zijn weergegeven in figuur 14.



Figuur 14: Mogelijke locaties oeververbinding

### Ten noorden van het viaduct van de A32

De locatie ten noorden van het viaduct is de huidige locatie. Vanwege overlast tijdens de bouw zal het niet exact dezelfde locatie zijn. Het voordeel van deze locatie is dat het dichtbij de toe- en afritten gesitueerd is en dat deze goed bereikbaar zijn vanuit alle richtingen. Dat het dichtbij de toe- en afritten ligt, is eveneens een nadeel. Indien er voor een viaduct gekozen wordt, zullen er veel verbindingsbogen op een klein oppervlak liggen, wat voor een onoverzichtelijke situatie kan zorgen door alle bochten in de wegen. De locatie aan de noordzijde is gunstig voor het verkeer vanuit en richting het noorden.

### **Ten zuiden van het viaduct van de A32**

De tweede locatie is ten zuiden van het viaduct van de A32, ongeveer tussen de toe- en afrit van de A32. Deze locatie ligt, net als de locatie ten noorden van het viaduct, dichtbij de toe- en afritten en heeft dus ook bijbehorende voor- en nadeel. De locatie aan de zuidzijde is gunstig voor het verkeer vanuit en richting het zuiden. Dit is het verkeer van en naar Meppel en Nijeveen, maar ook het verkeer van en naar het nieuwe industrieterrein Noord III.

### **Op afstand ten noorden van het viaduct van de A32**

De derde locatie is op afstand ten noorden van het viaduct van de A32. Deze afstand zal ongeveer 400 tot 500 meter van de A32 zijn, op deze locatie is geen woningbouw. Het voordeel van deze locatie is dat er veel ruimte is voor infrastructuur, zonder dat het onoverzichtelijk wordt. Het grote nadeel van deze locatie is dat het relatief ver verwijderd is van de toe- en afritten. Het verkeer vanuit Meppel wat gebruik wil maken van de A32 richting het zuiden, zal ruim een kilometer om moeten rijden om bij de toe- en afritten te komen, indien de toe- en afritten op de huidige locatie blijven liggen.

### **Op afstand ten zuiden van het viaduct van de A32**

De vierde locatie is op afstand ten zuiden van het viaduct van de A32. Deze afstand is ongeveer 400 meter van de A32. Het voordeel van deze locatie is dat er veel ruimte is voor infrastructuur, zonder dat het onoverzichtelijk wordt. Het grote nadeel van deze locatie is dat het redelijk ver verwijderd is van de toe- en afritten. Het verkeer vanuit Havelte wat gebruik wil maken van de A32 richting het noorden, zal bijna een kilometer moeten omrijden om bij de toe- en afritten te komen, indien de toe- en afritten onveranderd blijven.

### **Keuze locatie**

Alle vier locaties zijn reële alternatieven. Toch zijn er een aantal combinaties van verschillende aspecten niet logisch. Indien er gekozen wordt voor een beweegbare brug vervallen de voordelen van de locaties op afstand van het viaduct van de A32. Het is dus niet logisch om een ontwerp te maken met een beweegbare brug op die locaties.

Alle vier locaties zijn dus reëel, maar bij het combineren met de overige aspecten moet goed nagegaan worden wat de beste locatie zal zijn voor het ontwerp.

## **6.3 Toe- en afritten A32**

In het hoofdstuk ontwerprichtlijnen zijn de mogelijkheden voor de toe- en afritten al besproken. Voor de aansluitingen van de toe- en afritten zijn volgens de richtlijnen twee mogelijkheden, namelijk een verkeersregelininstallatie (VRI) of een rotonde. In alle ontwerpen wordt voor een rotonde gekozen aangezien een rotonde een betere doorstroming heeft met de intensiteiten in dit projectgebied.

Bij de keuze voor de toe- en afritten is het belangrijk dat voor de grootste verkeersstromen richting de A32 de snelweg gemakkelijk te bereiken is.

In de actorenanalyse is beschreven dat het verkeer wat uit het noorden komt, de snelweg vooral zal gebruiken in zuidelijke richting. Het verkeer uit het zuiden zal de snelweg vooral gebruiken om richting het noorden te komen. Een deel van het verkeer vanuit Nieuwveense Landen zal beide richtingen opgaan. De grootste verkeersstromen zijn dus het verkeer vanuit het noorden wat de

snelweg richting het zuiden zal gebruiken en het verkeer vanuit het zuiden wat de snelweg zal gebruiken in noordelijke richting.

In figuur 15 zijn deze verkeersstromen in kaart gebracht voor een Haarlemmermeeroplossing.



Figuur 15: Belangrijkste verkeersstromen richting A32 in een Haarlemmermeeroplossing

In figuur 15 is duidelijk te zien dat de verkeersstromen vrij gemakkelijk de belangrijkste toe- en afritten kunnen bereiken. Verkeerskundig gezien is dit een goede situatie voor de toe- en afritten.

In figuur 16 zijn de verkeersstromen weergegeven voor een halfklaverblad oplossing aan de westelijke kant van de Drentse Hoofdvaart.



Figuur 16: Belangrijkste verkeersstromen richting A32 in een halfklaverbladoplossing

In figuur 16 is te zien dat de verkeersstromen in deze situatie ook bijna optimaal zijn. Het nadeel is dat het verkeer vanuit het noorden altijd over de Drentse Hoofdvaart moet. Bij een beweegbare brug is dat niet een groot probleem, maar bij een viaduct levert het echter een minder optimale situatie op dan wanneer er een Haarlemmermeeroplossing gekozen wordt. Dit komt doordat het verkeer eerst het viaduct over moet wat extra reistijd en reisafstand betekent door de grote verbindingsbogen. De combinatieoplossing betekent voor één verkeersstroom dat het moet oversteken. Daarnaast zorgt de combinatieoplossing voor onduidelijkheid doordat er geen logica in de locatie van de toe- en afritten zit. Aan de ene kant van de Drentse Hoofdvaart zijn dan drie toe- of afritten, terwijl aan de andere kant maar één is.

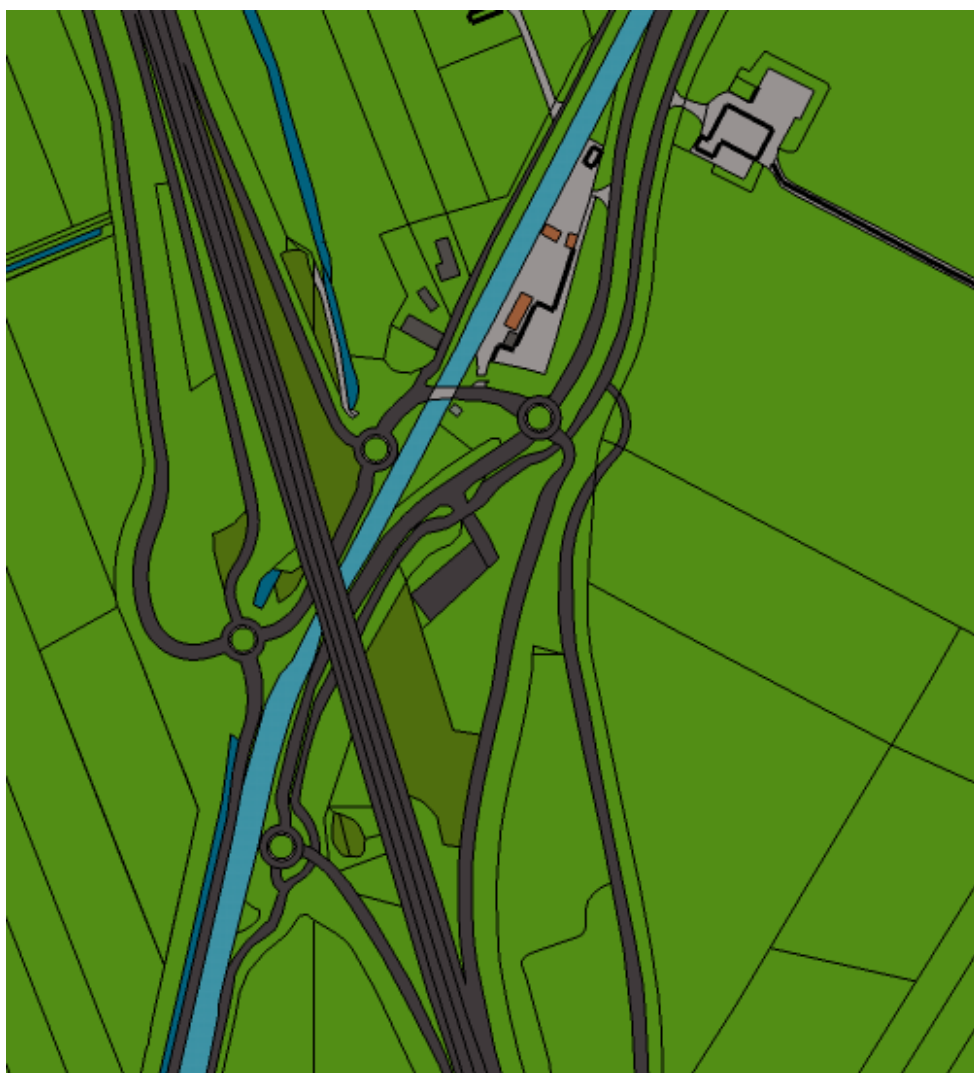
Naast de hoge kosten voor het verleggen van de toe- en afritten, verslechterd de verkeerssituatie. Hierdoor gaat de voorkeur uit naar de Haarlemmermeeroplossing.

## 7. Alternatieven

In het hoofdstuk ontwerpcomponenten zijn verschillende aspecten van het ontwerp besproken. In dit hoofdstuk zullen de verschillende aspecten gecombineerd worden om tot een aantal alternatieven te komen. Als eerst zal het referentiescenario besproken worden. Dit scenario zal sowieso onderzocht worden en zal de basis zijn voor de scores van de overige alternatieven. Vervolgens worden de alternatieven besproken en worden de beste drie alternatieven uitgekozen. Dit proces is gebaseerd op de kennis en ervaring van de projectgroep. Daarnaast is ervoor gekozen om niet vier nagenoeg gelijke varianten door te rekenen omdat de uitkomsten dan erg dicht bij elkaar zullen liggen.

### 7.1 Referentiescenario

Het referentiescenario is een vernieuwde versie van de huidige situatie. Hierin is de brug vernieuwd en het projectgebied aangepast volgens de richtlijnen. De vernieuwde brug zal op nagenoeg dezelfde locatie liggen en de toe- en afritten blijven zoals ze zijn. Het grote verschil is dat de vernieuwde brug breder zal zijn zodat er twee voertuigen tegelijk kunnen passeren en dat een aantal kruispunten worden vervangen door rotondes. Het referentiescenario, vanaf nu ook “variant brug noord” genoemd, is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17: Referentiescenario – Variant brug noord

## 7.2 Mogelijke alternatieven

In deze paragraaf worden zeven verschillende alternatieven aangedragen voor het projectgebied. Deze alternatieven zijn gebaseerd op een samenvoeging van de ontwerpcomponenten uit hoofdstuk 6.

### 7.2.1 Brug ten zuiden van de A32

Het eerste alternatief lijkt erg veel op het referentiescenario, alleen de locatie van de brug is gewijzigd. In dit alternatief zal er een beweegbare brug op maaiveldniveau komen, net ten zuiden van het viaduct van de A32. De toe- en afritten blijven als een Haarlemmermeeroplossing liggen.

### 7.2.2 Viaduct naast viaduct A32

In dit alternatief wordt een viaduct gebouwd aan de zuidkant, direct naast het viaduct van de A32. Er is gekozen voor de zuidkant om de praktische reden dat het gemakkelijker in te passen is. Het viaduct zal op dezelfde hoogte komen te liggen als de huidige viaduct, waardoor het goed landschappelijk ingepast is. Het is belangrijk dat de toe- en afritten op de huidige manier blijven, zodat de grootste verkeersstromen niet eerst het viaduct over hoeven om de A32 te bereiken. Wanneer een halfklaverbladoplossing wel toegepast wordt, zullen de auto's op een klein traject veel bochten en hellingen ervaren. Daarnaast zijn de kosten voor het aanpassen van de toe- en afrit relatief hoog, waardoor de keuze wordt gemaakt voor de huidige situatie van de toe- en afritten.

### 7.2.3 Viaduct op afstand ten zuiden van de huidige situatie

In dit alternatief zal er een viaduct worden gebouwd op afstand van de huidige Pijlebrug in zuidelijke richting. Net als bij het vorige alternatief met een viaduct is het voor de grootste verkeersstromen belangrijk dat de toe- en afritten blijven zoals in de huidige situatie. De optie om een halfklaverblad aan de westzijde te plaatsen wordt direct afgeschreven, aangezien het verkeer uit het noorden dan een kilometer moet rijden vanaf de huidige toe- en afritten om de vernieuwde toe- en afritten te bereiken. De optie om een halfklaverblad aan de oostzijde te plaatsen wordt verworpen, aangezien dan de grote verkeersstroom vanuit het Meppel naar noordelijke richting de A32 op, gebruik maakt van het viaduct. Hierdoor moet een grote verkeersstroom een langere weg nemen plus dat het viaduct extra belast wordt. Daarnaast zijn de kosten van het verleggen van de toe- en afritten dermate hoog dat het alleen gedaan moet worden als het daadwerkelijk voordeel oplevert.

### 7.2.4 Viaduct op afstand ten noorden van de huidige situatie

In dit alternatief zal er een viaduct worden gebouwd op afstand maar dan ten noorden van de huidige Pijlebrug. Net als bij het vorige viaduct op afstand is het voor de grootste verkeersstromen belangrijk dat de toe- en afritten blijven zoals in de huidige situatie. In dit alternatief kan de optie om een halfklaverblad aan de oostzijde te plaatsen direct worden afgeschreven, aangezien het verkeer vanuit Meppel dan een kilometer moet omrijden om de af en toe-ritten te bereiken. De optie voor een halfklaverblad aan de westzijde wordt ook afgeschreven vanwege dezelfde reden als bij het viaduct op afstand aan de zuidzijde, namelijk dat de kosten voor het verleggen hoog zijn, een grote verkeersstroom een langere weg moet nemen door het viaduct en dat deze dus extra belast wordt. Er wordt gekozen voor een Haarlemmermeeroplossing in dit alternatief.



### 7.2.5 Brug van 3,5m hoogte op huidige locatie

Onder een brug van 3,5 meter hoogte kan ongeveer 80% van de scheepvaart door (Zijlstra, 2011a). Deze brug zal geplaatst worden direct naast de huidige locatie. De toe- en afritten blijven zoals in de huidige situatie. Hiervoor is gekozen om dezelfde reden als bij het viaduct. De belangrijkste verkeersstromen kunnen gemakkelijk de toe- en afritten bereiken en de kosten van het verleggen worden zo vermeden.

### 7.2.6 Mega-ovonde

Dit alternatief is een grote ovonde tussen alle vier de toe- en afritten. Het ontwerp bestaat uit twee enkelstrookse beweegbare bruggen. Met daartussen eenrichtingswegen, zodat het geheel een ovonde vormt. In deze oplossing zullen de toe- en afritten blijven liggen als een Haarlemmermeeroplossing.

### 7.2.7 N371 verleggen

Dit alternatief is een alternatief zonder oeververbinding. Waar normaliter de N371 oversteeft naar de oostzijde, zal deze weg nu vervolgd worden aan de westzijde tot hij weer samenkomt met de N371. Dit is bij de Boschkampburg in Havelte waar de N371 in de huidige situatie weer van kant wisselt. De N371 zal over een lengte van vier kilometer verlegd moeten worden. In dit alternatief moeten de toe- en afritten allemaal aan de westkant komen te liggen, anders zijn ze niet bereikbaar vanaf de N371.

## 7.3 Keuze drie meest kansrijke alternatieven

Naast het referentiescenario worden er drie alternatieven uitgekozen die het meest realistisch lijken om uiteindelijk het voorkeursalternatief te worden. Welke varianten het meest kansrijk zijn is geschat door de projectgroep. De keuze is gebaseerd op een globale kostenschatting, inpasbaarheid en verkeerskundige effecten. Als eerst worden de afvallers beschreven samen met de motivatie. Vervolgens worden de drie meest kansrijke alternatieven beschreven.

### 7.3.1 Afvallers

Hieronder staan de vier afgevalen scenario's beschreven met de reden waarom de keuze is gemaakt om deze varianten te laten afvallen.

#### Verleggen N371

Dit alternatief valt af vanwege de hoge kosten voor het verleggen van de weg en het verleggen van de toe- en afritten. Door de hoge kosten lijkt deze variant geen realistische kanshebber. Daarnaast kan deze variant niet voldoen aan de eis om het industrieterrein Noord III te ontsluiten. De verlegging van de N371 valt af.

#### Brug op 3,5 meter hoogte

De volgende afvaller is de brug op 3,5 meter hoogte. Deze oplossing zit tussen een brug en een viaduct in en heeft tegelijkertijd ook beide nadelen, namelijk dat de brug alsnog bediend moet worden en hinder voor het verkeer veroorzaakt (ook al is dit minder vaak) en het nadeel dat er verbindingbogen en hellingen gemaakt moeten worden omdat de brug op hoogte ligt. Om deze redenen valt ook deze variant af.

#### Viaduct aan de A32

Dit alternatief heeft als voordeel dat er geen hinder voor het wegverkeer en scheepvaart ontstaat

door een brug die opengaat. Het grote nadeel is de hoogte die overbrugd moet worden. Dit gaat gepaard met grote verbindingbogen. Deze verbindingbogen zorgen ervoor dat minimaal één toerit en één afrit verlegd moet worden. De kosten en het ruimtebeslag worden zo hoog dat dit alternatief niet bij de meest kansrijke alternatieven hoort.

#### **Viaduct op afstand ten noorden**

De alternatieven met het viaduct op 500 meter afstand lijken erg veel op elkaar, daarom zal er maar één van deze alternatieven onderzocht worden. De locatie ten noorden is minder gunstig. Er staan een aantal huizen in de buurt en de Meenteweg loopt parallel aan de N371 en zal dus ook gewijzigd moeten worden. Ook is er bij de keuze tussen deze twee alternatieven gekeken naar de verkeersstromen.

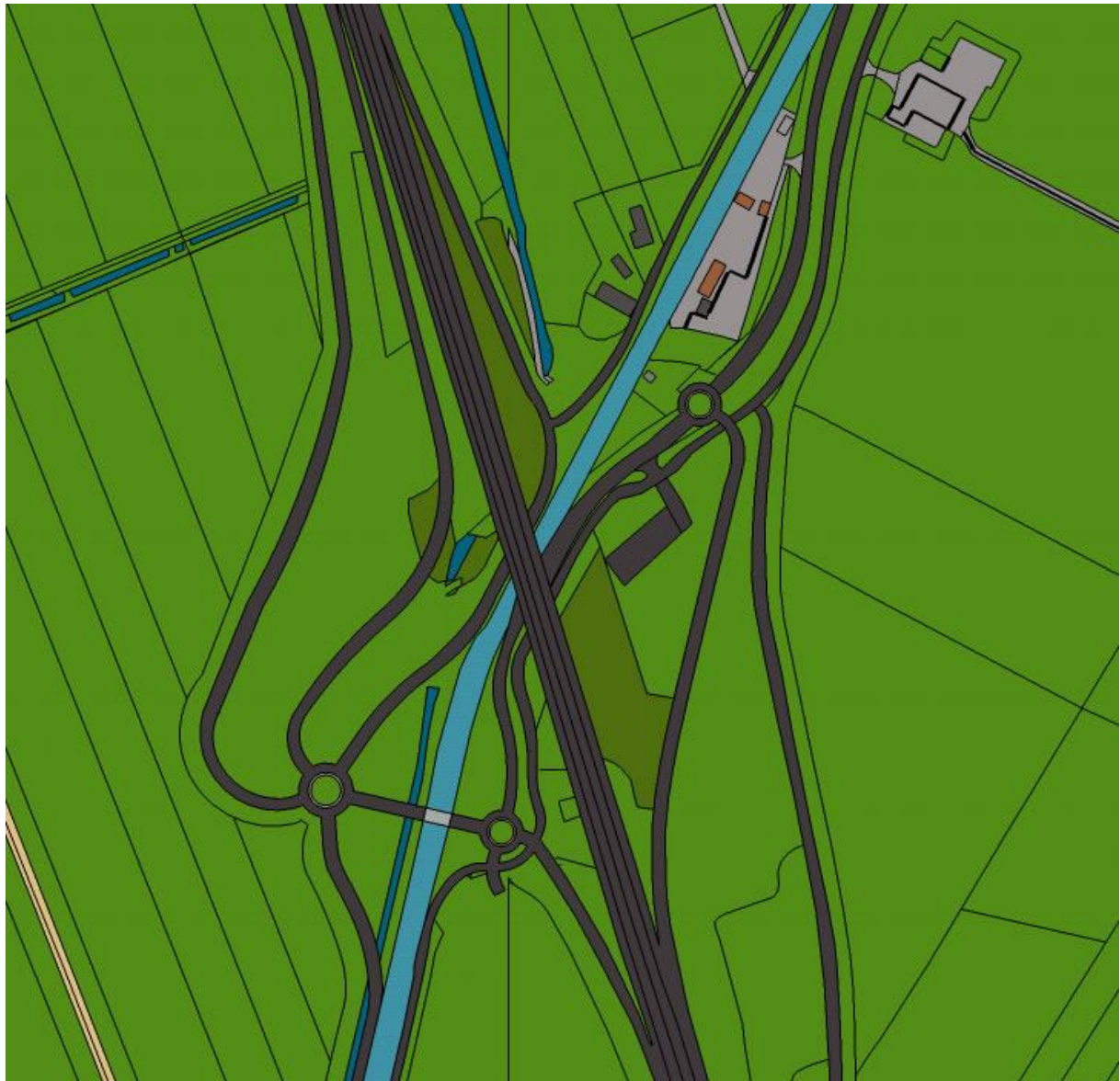
Bij een viaduct ten zuiden zal het verkeer vanuit het noorden (Havelte, Uffelte) om moeten rijden om de A32 in noordelijke richting te bereiken. De overige verkeersstromen kunnen gemakkelijk de toe- en afritten bereiken.

Bij een noordelijk viaduct zal het verkeer vanuit en richting het zuiden (Meppel, Nijeveen) een omweg moeten maken om de A32 richting het zuiden te bereiken. De overige verkeersstromen kunnen gemakkelijk de toe- en afritten bereiken.

Bij de keuze wordt er gekeken naar de verkeersstroom die moet omrijden. Deze groep is het kleinst bij een viaduct aan de zuidkant, mede doordat de verkeersstroom vanuit Meppel in zuidelijke richting de A32 op zal groeien door de bouw van Nieuwveense Landen. Om deze reden, gecombineerd met het gemakkelijker inpassen is gekozen voor de zuidelijke locatie en valt de locatie op afstand ten noorden van de A32 af.

### 7.3.2 Brug ten zuiden van de A32

De brug ten zuiden van de A32 lijkt veel op het referentiescenario. Toch kan de locatie van de brug een belangrijke factor worden. Het verkeer vanuit het zuiden zal voordeel hebben bij een brug aan de zuidkant, terwijl dit voor het verkeer vanuit het noorden juist een nadeel is. De keuze voor dit alternatief is gemaakt omdat zowel de kosten als het ruimtebeslag laag zijn. Verkeerskundig gezien is dit ook een goed alternatief, aangezien de belangrijkste verkeersstromen geen omweg hoeven te maken. In figuur 18 is de toekomstige situatie weergegeven voor dit alternatief, die vanaf nu variant brug zuid wordt genoemd.



Figuur 18: Variant brug zuid

### 7.3.3 Mega-ovonde

De mega-ovonde bestaat uit twee beweegbare bruggen tussen de toe- en afritten met daartussen eenrichtingsverkeer, dit samen maakt de ovonde. Omdat het eenrichtingsverkeer is, is het gemakkelijk om de toe- en afritten aan te sluiten, hiervoor zijn namelijk geen aparte rotondes nodig. Het nadeel is dat er twee bruggen gebouwd moet worden. Dit alternatief is gekozen om verder uit te werken omdat de bouwkosten, ondanks de twee bruggen, redelijk laag blijven en een aantal routes korter zijn ten opzichte van het referentiescenario doordat er twee bruggen zijn. In figuur 19 is de mega-ovonde weergegeven, die vanaf nu variant ovonde wordt genoemd.

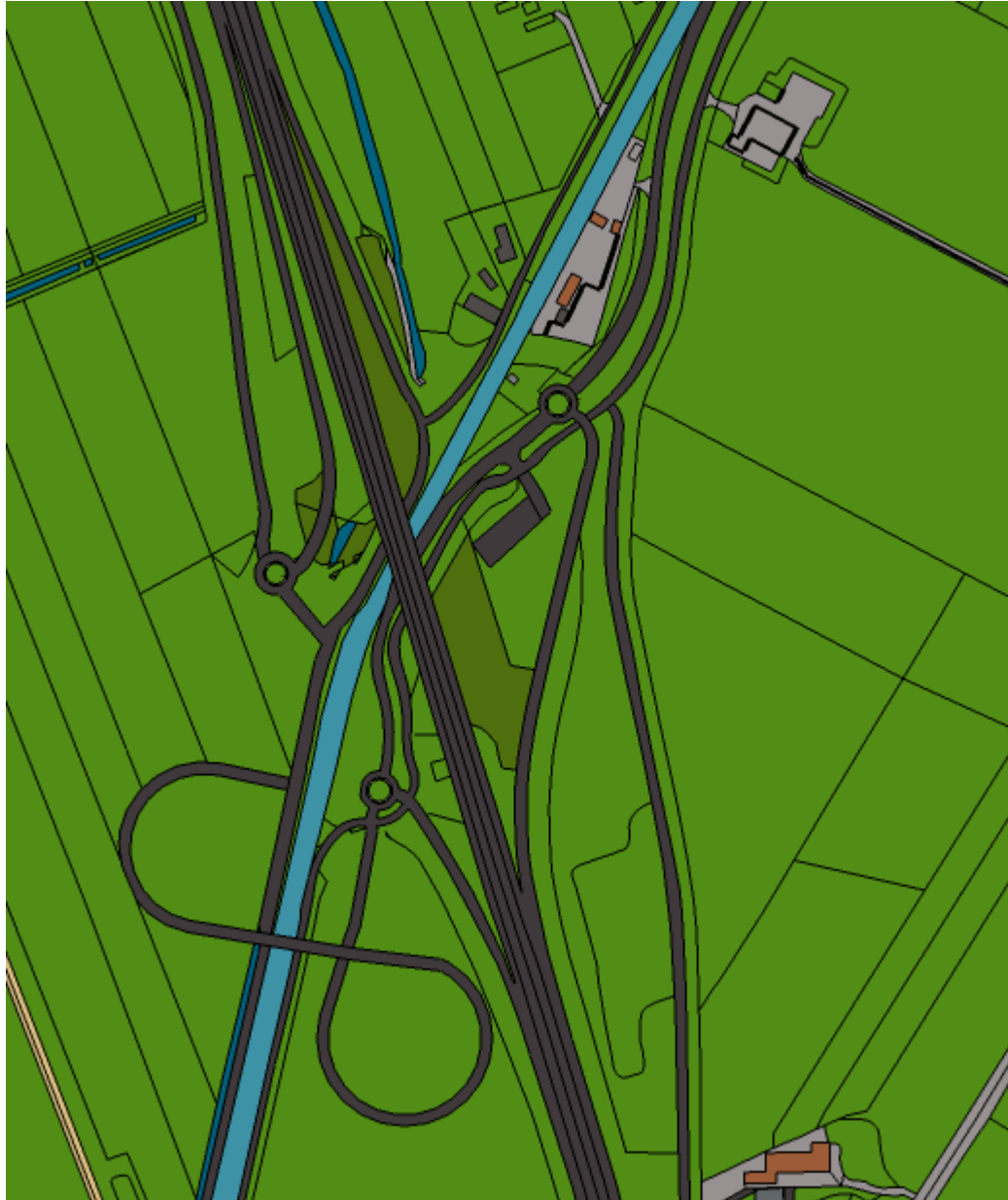


Figuur 19: Variant ovonde



### 7.3.4 Viaduct op afstand ten zuiden

Bij de variant met het viaduct op afstand ten zuiden is het grote voordeel aanwezig dat de scheepvaart en het verkeer ongehinderd kunnen kruisen. Een nadeel is dat een viaduct duurder is dan een beweegbare brug en dat het ruimtebeslag groot is. Het ontwerp van deze variant, die vanaf nu variant viaduct genoemd wordt, is te zien in figuur 20.



Figuur 20: Variant viaduct

## 8. Beoordelingsmethode

In dit hoofdstuk is het beoordelingskader bepaald. Allereerst is er een beoordelingsmethodiek gekozen en vervolgens is er op basis van literatuurstudie een beoordelingskader samengesteld.

### 8.1 Beoordelingsmethodiek

Er zijn verschillende methodes die toegepast kunnen worden voor een ex ante studie. De meest gebruikte methodes zijn kosten-baten analyse (KBA) en Multi-criteria analyse (MCA). Een KBA heeft als nadeel dat alles in geld uitgedrukt dient te worden en dat daarom belangrijke aspecten vergeten kunnen worden (Sijtsma, 2008). Een MCA heeft als nadeel dat er gewichten toegekend moeten worden terwijl deze gewichten politiek besloten moeten worden (Annema, 2008). Een bijkomend nadeel genoemd door Grant-Muller, Mackie Nellthorp en Pearman (2001) : "De MCA maakt de beslissing, in plaats van dat deze de beslissing ondersteunt." Uit de literatuur komen een aantal negatieve aspecten van deze beoordelingsmethodieken naar voren, die belangrijk zijn voor dit project. Een andere methode, die beide negatieve aspecten niet heeft, is een uitbreiding van de KBA, de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA).

De MKBA methode neemt ook de effecten mee die geen geldstromen betreffen en probeert deze te monetariseren. Volgens Eijgenraam, Koopmans, Tang en Verster (2000) moeten effecten waarbij het niet mogelijk is deze in geld uit te drukken, niet geforceerd gemonetariseerd worden, maar juist apart vermeld worden. Op die manier komt er een duidelijk overzicht van alle gemonetariseerde kosten en baten met daarbij duidelijk vermeld wat voor effecten er nog meer optreden. Op deze manier is er een duidelijk overzicht van alle effecten en zal door middel van een politieke discussie het beste alternatief gekozen worden.

### 8.2 O(E)EI leidraad

De MKBA wordt al veelal gebruikt in het keuzeprocess voor infrastructuur. Sinds 2000 is er een leidraad opgesteld door het ministerie van Economische zaken en het ministerie van Verkeer en Waterstaat om tot een eenduidig en transparant keuzeprocess te komen voor alle investeringen in de infrastructuur. Dit heeft geleid tot de leidraad Overzicht Economische Effecten Infrastructuur (OEEI) wat gebruikt kan worden voor ex ante studies voor grote (maar ook minder grote) infrastructuurprojecten. (Eijgenraam, Koopmans, Tang, & Verster, 2000) Het rapport OEI bij MIRT (overzicht effecten infrastructuur bij meerjarenprogramma infrastructuur, ruimte en transport) is een afsplitsing van de OEEI leidraad en meer een gerichte werkwijze voor projecten. (Rijkswaterstaat; Ecorys, 2010) In dit rapport staat beschreven welke aspecten belangrijk zijn bij een beoordeling. Beide rapporten zullen gebruikt worden om het beoordelingskader op te stellen.

In het OEEI rapport worden drie verschillende effecten benoemd, directe, indirecte en externe effecten. De indirecte effecten zijn alleen van toepassing bij grote infrastructurele projecten, in figuur 21 wordt getest of de indirecte effecten meegenomen dienen te worden of dat het basisformat in het OEI rapport volstaat.





Figuur 21: Beslisboom voor aanvullende formules (Rijkswaterstaat; Ecorys, 2010)

Hieruit blijkt dat het basisformat van het OEI rapport gebruikt kan worden voor het project Pijlebrug. Dit basisformat is een format voor een MKBA waarin criteria staan beschreven waarop een project beoordeeld moet worden. De criteria uit het basisformat zijn bereikbaarheid, veiligheid, leefomgeving, kosten en uitkomsten van de KBA.

### 8.3 Kritiek OEI basisformat

Om het beoordelingskader compleet te maken, zullen er een aantal aanpassingen gedaan worden aan het OEI basisformat. Deze aanpassingen zijn gedaan omdat het basisformat niet perfect aansluit op de projectsituatie en omdat er een aantal punten van kritiek in de literatuur beschreven staat welke voor een verbetering kunnen zorgen.

Het vijfde criterium “uitkomsten van de KBA” zal niet meegenomen worden. Dit criterium is opgesplitst in drie subcriteria: Netto contante waarde, Kosten-baten ratio en de interne rentevoet. Omdat niet alle effecten gemonetariseerd worden kan er een verkeerd beeld ontstaan wanneer deze financiële criteria bepaald worden. Daarom zal dit criterium niet meegenomen worden.

Een ander punt van kritiek komt van Boon, Geurs en Van Wee (2002). Zij stellen dat het sociale aspect vaak te weinig wordt belicht bij infrastructuurprojecten in Nederland. Omdat in dit project erg weinig omwonenden zijn, zal de hinder voor omwonenden geen grote rol spelen. Wel zal er nadrukkelijk op de verkeersveiligheid van de fietsers en het gebruiksgemak van de fietsers moeten worden gelet, omdat dit een belangrijke rol kan spelen voor de keuze voor het nemen van de fiets. Als deze aspecten achteruit gaan zou dit kunnen betekenen dat de fietsers geneigd zijn eerder het openbaar vervoer of de auto te nemen.

De Jong en Geerlings (De Jong & Geerlings, 2003) stellen dat het bestuurlijke proces een belangrijk deel vormt van een analyse van de projecten. Het is niet zelden gebeurd dat een economisch goed alternatief van de tafel is geveegd vanwege het gebrek aan draagvlak van omwonenden. Om deze reden kan het belangrijk zijn om het criterium draagvlak toe te voegen aan het beoordelingskader, zoals ook gedaan wordt in het buitenland, bijvoorbeeld in Schotland (Transport Scotland, 2008). In dit project zijn er weinig omwonenden en de vier gekozen ontwerpen liggen geen van allen dichtbij de woningen dan in de huidige situatie. Om deze reden wordt draagvlak ook in dit project niet meegenomen.

Naast de criteria is de manier van scoren ook erg belangrijk. In dit project wordt het criterium veiligheid kwalitatief gescoord in plaats van kwantitatief. De kwantitatieve benadering is gebaseerd op weglengte terwijl bij een klein project zoals dit de inrichting veel belangrijker is. Om deze reden wordt veiligheid kwalitatief gescoord.

## 8.4 Beoordelingskader

Het beoordelingskader wordt gebruikt om de beste variant voor de maatschappij te bepalen. In het beoordelingskader wordt geen onderscheid gemaakt wie er baat heeft bij welke effecten, maar er wordt gekeken of de totale effecten een winst opleveren. Dit onderzoek gaat er vanuit dat de Provincie Drenthe als overheid niet beslist om zelf zoveel mogelijk geld te besparen, maar dat ze een oplossing wil die voor de maatschappij het beste is. Uit het beoordelingskader kan wel opgemaakt worden wat de effecten voor zowel de weggebruiker als de wegbeheerder zijn. De beoordelingscriteria zijn weergegeven in tabel 3.

| Criterium                    | Eenheid                                | Uiteindelijke eenheid |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>        |                                        |                       |
| Reistijd                     | Uur                                    | Euro                  |
| Betrouwbaarheid              | Uur                                    | Euro                  |
| Reisafstand                  | Kilometer                              | Euro                  |
| Accijns                      | Euro                                   | Euro                  |
| Effecten tijdens bouwperiode | Uur                                    | Euro                  |
| <b>Veiligheid</b>            |                                        |                       |
| Verkeersveiligheid           | Wegontwerp, intensiteiten, snelheden   | Kwalitatief           |
| Externe veiligheid           | Wegontwerp, Omwonenden                 | Kwalitatief           |
| <b>Leefomgeving</b>          |                                        |                       |
| Emissies                     | M <sup>3</sup>                         | Euro                  |
| Luchtqualiteit               | Fijnstof, NO <sub>x</sub> , omwonenden | Kwalitatief           |
| Geluid                       | dB, omwonenden                         | Euro                  |
| <b>Natuur</b>                |                                        |                       |
| Landgebruik                  | M <sup>2</sup>                         | Euro                  |
| Natuur                       | M <sup>2</sup>                         | Euro                  |
| Landschappelijke inpassing   | Kwalitatief                            | Kwalitatief           |
| <b>Kosten</b>                |                                        |                       |
| Investeringskosten           | Euro                                   | Euro                  |
| Beheer- en onderhoudskosten  | Euro                                   | Euro                  |
| <b>Totaal</b>                | <b>Euro</b>                            | <b>Euro</b>           |

Tabel 3: Het beoordelingskader

Alle waarden in het beoordelingskader netto contante waarden over de gehele zichtperiode en de waarden zijn ten opzichte van het referentiescenario. Indien een variant een score heeft van € - 100.000 betekent dit dat de variant over de gehele periode een verdisconteerde winst boekt van €

100.000 ten opzichte van het referentiescenario. Bij de kwalitatieve waarden wordt een score --- tot en met +++ gegeven waarbij --- het meest negatief is en +++ het meest positief is ten opzichte van het referentiescenario.

## 8.2 Zichtperiode

De kunstwerken van de Provincie Drenthe worden afgeschreven in 40 jaar. De zichtperiode van het project is bepaald door de projectgroep op ongeveer de helft van deze levensduur. Om praktische redenen met betrekking tot kengetallen en de wlo-scenario's is een zichtperiode gekozen tot en met 2030 met basisjaar 2012. Volgens OEI moet er minimaal tot 2030 gekeken worden, maar in veel gevallen wordt er gebruik gemaakt van een zichtperiode van 100 jaar. In overleg met de projectgroep is besloten om de zichtperiode tot 2030 te laten lopen, omdat er na 2030 geen gegevens meer zijn met betrekking tot de verkeerssituatie en veel kengetallen.

## 8.3 Discontering

In de kosten baten analyse mogen niet alle kosten direct van de baten afgetrokken worden. De waarde van geld in de toekomst is kleiner dan de huidige waarde. De kosten en baten in de toekomst moeten namelijk eerst verdisconteerd worden naar een basisjaar. Dit wordt gedaan volgens de netto contante waarde methode. De formule voor deze methode is:

NCW= Netto Contante Waarde

t= Desbetreffend jaar

T= Eindjaar

Bt= Baten in desbetreffend jaar

Kt= Kosten in desbetreffend jaar

r= Discontovoet

$$NCW(j) = \sum_{t=0}^T \frac{Bt - Kt}{(1-r)^t}$$

De discontovoet die toegepast wordt bij infrastructuurprojecten is 5,5%. Dit bestaat uit een risicovrije discontovoet van 2,5% met een risico-opslag van 3%. (Rijkswaterstaat; Ecorys, 2010)

## 9. OmniTrans analyse

Om het beoordelingskader in te vullen is er gewerkt met OmniTrans. De uitkomsten van dit macroscopisch verkeersmodel zijn een belangrijke basis bij het invullen van het beoordelingskader. In dit hoofdstuk is beschreven wat de OmniTrans analyse inhoudt en hoe dit gebruikt zal worden bij het invullen van het beoordelingskader.

### 9.1 Input

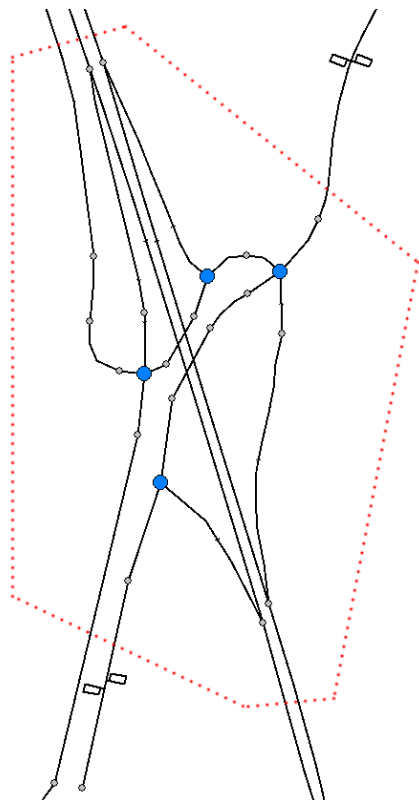
Om een analyse in OmniTrans te doen zijn twee componenten noodzakelijk. Het eerste is een wegennetwerk, waarin alle wegen met hun karakteristieken toegevoegd worden. Naast de wegen moeten er ook zones gemaakt worden, deze zones zullen de herkomsten en bestemmingen van het verkeer zijn. De tweede component is een database. In deze database zijn alle zones opgenomen met belangrijke karakteristieken zoals inwoners en arbeidsplaatsen.

Voor de analyse zijn de wegennetwerken van de vier meest kansrijke varianten ingevoerd in OmniTrans. Nadat dit gebeurd was, zijn de juiste databases gemaakt. Er waren bestaande databases voor de jaren 2008, 2022 en 2030. Deze databases bevatten de volledige ontwikkeling omtrent Nieuwveense Landen en ook de ontwikkeling van industrieterrein Noord III. De databases waren gelijk aan dat van het basis toekomstscenario in dit onderzoek. Voor de overige toekomstscenario's moesten de databases aangepast worden om overeen te komen met het desbetreffende scenario. De input bestond dus uit vier wegennetvarianten, vier toekomstscenario's en drie jaartallen. Omdat een aantal scenario's te combineren was (2008 heeft bijvoorbeeld geen verschillende toekomstscenario's), resulteerde dit in 28 verschillende analyses.

### 9.2 Output

Het programma OmniTrans koppelt de databases aan het verkeersnetwerk en maakt een toedeling van het verkeer op het wegennetwerk. Hieruit komen de intensiteiten op de wegvakken en de afslagbewegingen op de kruispunten. Voor de analyse is het erg belangrijk om te zien hoe groot de verkeersstromen binnen het projectgebied zijn en wat het effect qua reistijd en reisafstand voor deze verkeersstroom is. Met die gegevens kan het effect op de voertuigkilometers en voertuiguren bepaald worden.

De verkeersstromen met bijbehorende herkomst en bestemming behoren niet tot de standaardoutput van OmniTrans. Omdat deze erg belangrijk zijn, is een cordon gemaakt, waardoor het mogelijk is om de benodigde data te krijgen. Een cordon is een afbakening van het wegennetwerk rondom het projectgebied. In figuur 22 is het cordon voor het referentiescenario weergegeven.



Figuur 22: Het cordon van het referentiescenario

Zoals in figuur 22 te zien is doorsnijdt het cordon acht wegen. Deze doorsnijdingen worden een nieuwe zone voor het cordon. De output van de cordon-analyse is een herkomst-bestemmingsmatrix voor het projectgebied met de intensiteit tussen de acht herkomsten en acht bestemmingen. Dit houdt in dat er 64 mogelijke verkeersstromen zijn. Voor al deze verkeersstromen is de reistijd en reisafstand per variant bepaald. Hierin is geen vertraging door congestie of door het openstaan van de brug opgenomen. Dit laatste zal handmatig toegevoegd worden.

De cordonanalyse geeft een matrix met de intensiteiten voor de verkeersstromen binnen het projectgebied. Er zijn verschillende analyses uitgevoerd waardoor er matrices gemaakt zijn voor het autoverkeer en het vrachtverkeer apart. Beide zijn opgedeeld in ochtendspits, avondspits en restdag. In totaal zijn er dus 28 analyses uitgevoerd waaruit elk 6 matrices kwamen met 64 verkeersstromen. Dit houdt in dat er meer dan tienduizend verkeersstromen onderzocht moeten worden. Om dit te doen is een model gebouwd in Microsoft Excel.

Dit model bepaalt uiteindelijk het effect in reistijd, reisafstand, betrouwbaarheid en emissies per variant per toekomstscenario. Het model leest automatisch alle benodigde informatie in, waaronder de verschillende matrices met de intensiteiten, de reistijd en de reisafstand. De belangrijkste

matrices zijn weergegeven in appendix C, dit zijn de matrices voor het basis toekomstscenario en de matrices met het verschil in reistijd en reisafstand. Als eerste stap bepaalt het model het verschil in reistijd en reisafstand per route van de huidige variant met het referentiescenario. Daarna worden de intensiteit per verkeersstroom per jaar bepaald. De verkeersstromen zijn bekend voor de jaren 2008, 2022 en 2030.

Een aanname die gedaan is in het model, is dat het basisjaar 2012 gelijk is aan de uitkomsten van 2008. Deze aanname houdt in dat er geen verkeersgroei of –krimp is geweest tussen 2008 en 2012. Uit telgegevens van de Provincie Drenthe blijkt dat de verkeerssituatie rondom het projectgebied nagenoeg constant blijft, wat de aanname dus ondersteunt. (Provincie Drenthe, 2011b) Voor de periode na 2012 is er uitgegaan van een lineaire groei tot 2022, wat overeenkomt met het constante bouwtempo van Nieuwveense Landen gedurende deze periode. Van 2022 tot 2030 is er eveneens uitgegaan van een lineaire groei, ook dit is in overeenstemming met het bouwtempo van Nieuwveense Landen. Hierdoor is voor elk jaar de intensiteit per verkeersstroom bekend. Dit gebeurt voor alle zes matrices die bestaan uit het auto- en vrachtverkeer voor de ochtendspits, avondspits en restperiode. De tabel met de intensiteiten per verkeersstroom per jaar wordt gebruikt om de verschillende beoordelingscriteria in te vullen. De verdere uitwerking hiervan is bij desbetreffend criterium beschreven.

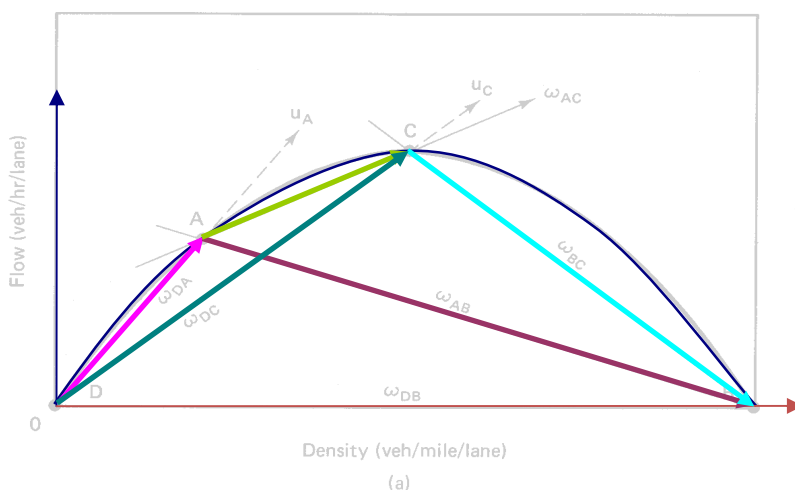


## 10. Schokgolfanalyse

In dit hoofdstuk wordt een schokgolfanalyse uitgevoerd. Dit wordt gedaan om te analyseren wat de extra reistijd is wanneer de beweegbare brug opengaat. Deze extra reistijd zal opgeteld worden bij de normale reistijd. Ook zal dit gebruikt worden om de betrouwbaarheid te bepalen. Uiteindelijk zal de maximale terugslag per variant worden weergegeven.

### 10.1 Intensiteit-dichtheidrelatie

In figuur 23 is een basisdiagram weergegeven voor de relatie tussen intensiteit en dichtheid.



Figuur 23: Diagram intensiteit-dichtheidsrelatie

De punten A, B, C en D staan allemaal voor een verkeerssituatie. Punt A is de verkeerssituatie in normale omstandigheden. Wanneer de brug geopend wordt, verandert de verkeerssituatie in punt B, waarbij al het verkeer stil staat. Wanneer het verkeer weg rijdt zal het verkeer richting de verkeerssituatie van punt C gaan, wat de situatie bij de capaciteit is. Situatie D is de verkeerssituatie direct na het obstakel. Hier is geen verkeer, aangezien er niemand de brug kan passeren als deze open is.

Om de eigenschappen van deze verkeerssituaties te krijgen, zijn er een aantal aannames gedaan, welke nodig zijn om de schokgolfanalyses uit te voeren. De capaciteit van de N371 is gebaseerd op een kengetal. Dit is gedaan omdat de capaciteit voor de N371 niet bekend is. Het kengetal voor de capaciteit is 1600 per richting. De snelheid bij de capaciteit is geschat op 60km/h, dit komt overeen met gelijksoortige wegen.

De eigenschappen van deze situaties zijn weergegeven in tabel 4. De intensiteit en dichtheid van situatie A is afhankelijk van de variant.

|   | Intensiteit (q) | Dichtheid (k) | Snelheid (v) |
|---|-----------------|---------------|--------------|
| A |                 |               | 80           |
| B | 0               | 200           | 0            |
| C | 1600            | 26,67         | 60           |
| D | 0               | 0             | 0            |

Tabel 4: Eigenschappen verkeerssituaties

Uit de meetgegevens van de N371 blijkt dat tijdens de bedieningstijd van de brug (van 8:00 tot 17:00) gemiddeld 58,2% van het verkeer passeert, dit is gemiddeld 6,467% per uur. Voor de intensiteit in de schokgolfanalyse wordt 6,467% van het etmaalgemiddelde gebruikt.

## 10.2 Brugopening

De brug wordt ongeveer 1750 keer per jaar geopend. Voor de schokgolfanalyse is dit niet van belang, echter wel voor de berekening van de extra reistijd. De tijdsduur van de opening van de brug is wel belangrijk voor de schokgolfanalyse. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde openingstijd van 3 minuten. (Zijlstra, 2011a)

## 10.3 Berekening

In de berekening wordt een schokgolfanalyse uitgevoerd voor de verschillende varianten en toekomstscenario's. Een uitgangspunt bij de berekening is dat er geen terugslag op het knooppunt plaatsvindt. Dit houdt in dat de opstelstrook in het ontwerp minstens net zo lang moet zijn als de wachtrij. De schokgolfanalyse wordt voor elke variant tweemaal uitgevoerd, eenmaal voor de oostkant van de brug en eenmaal voor de westkant. Omdat de intensiteit per jaar verschilt, wordt de analyse voor elk jaar apart berekend. Dit is geautomatiseerd in het excelmodel. In appendix D is de berekening weergegeven voor variant brug noord in het jaar 2030.

## 10.4 Terugslag

In deze paragraaf wordt de terugslag van de overige varianten weergegeven voor het jaar 2030. De berekening is op dezelfde manier uitgevoerd als in Appendix D, daarom wordt alleen de terugslag weergegeven. De terugslag is belangrijk voor het vormgeven van het definitieve ontwerp en is weergegeven in tabel 5.

| Locatie                       | Terugslag (m) |
|-------------------------------|---------------|
| Variant brug noord – oostkant | 45,51m        |
| Variant brug noord - westkant | 43,67m        |
| Variant brug zuid – oostkant  | 33,49m        |
| Variant brug zuid – westkant  | 82,92m        |
| Variant ovonde – oostkant     | 151,90m       |
| Variant ovonde - westkant     | 125,61m       |

Tabel 5: Terugslag van de varianten bij een brugopening

## 11. Bereikbaarheid

In dit hoofdstuk wordt het criterium bereikbaarheid behandeld. Dit criterium bestaat uit de subcriteria reistijd, betrouwbaarheid, reisafstand, accijns en overlast tijdens de bouw.

### 11.1 Reistijd

De formule om het reistijdverschil te bepalen is:

*Gemonetariseerde reistijd (GR)*  
*Reistijd per voertuig nul alternatief ( $R_0$ )*  
*Reistijd per voertuig nieuw alternatief ( $R_1$ )*  
*Value of Time (VoT)*  
*Bezettingsgraad (Bg)*  
*Intensiteit nulalternatief ( $I_0$ )*  
*Intensiteit nieuw alternatief ( $I_1$ )*  

$$GR = (VoT \cdot Bg) \cdot (R_0 - R_1) \cdot (I_0 + \frac{1}{2}(I_1 - I_0))$$

Om het reistijdverschil te bepalen is gebruik gemaakt van het Excel model. Dit Excel model bestaat uit vier tabellen waarin de intensiteiten per verkeersstroom per jaar weergegeven zijn. De verschillende tabellen zijn voor de ochtendspits, de avondspits, de restdag en het vrachtverkeer. Het vrachtverkeer is niet opgedeeld in dagperioden, omdat de reistijdwaardering voor vrachtverkeer gelijk blijft over de dag.

De eerste stap die het model toepast is het berekenen van het verschil in voertuiguren, dit wordt gedaan met het volgende deel van de formule:  $(R_0 - R_1) \cdot (I_0 + \frac{1}{2}(I_1 - I_0))$ . Het model berekent voor alle vier tabellen de reistijd per verkeersstroom per jaar. Daarna wordt de reistijd van de verkeersstromen voor het desbetreffende jaar bij elkaar opgeteld. De uitkomst hiervan bestaat uit vier kolommen (ochtend-, avondspits, restdag en vrachtverkeer) waarin de totale reistijd per jaar is weergegeven.

De volgende stap is het monetariseren van deze reistijd. Zoals in de formule te zien is, wordt de reistijd vermenigvuldigd met de Value of Time (VoT) en de bezettingsgraad van de auto. Dit laatste is nodig omdat VoT de eenheid euro/uur/persoon heeft en de reistijd is in uur/auto. Door het te vermenigvuldigen met de bezettingsgraad (personen/auto) krijgt VoT de eenheid euro/uur/auto en kan het vermenigvuldigd worden met de reistijd.

De VoT wordt bepaald aan de hand van kengetallen van Rijkswaterstaat. (2007a) (2007b). Deze kengetallen zijn onderverdeeld in de categorieën woon-werk, zakelijk, vrachtverkeer en overig verkeer. Dit correspondeert niet met de reistijd die is onderverdeeld in ochtendspits, avondspits, restdag en vrachtverkeer. De VoT voor vrachtverkeer kan rechtstreeks overgenomen worden, voor de rest is een extra rekenslag nodig. In deze rekenslag moet berekend worden wat de VoT voor de verschillende dagdelen zijn. Dit kan door de huidige kengetallen per motief te combineren met het aandeel van de motieven per dagdeel. In tabel 6 is de procentuele verdeling van de afgelegde kilometers per motief weergegeven.

|           | Ochtendspits | Avondspits | Restdag |
|-----------|--------------|------------|---------|
| Woon-werk | 45,53%       | 14,89%     | 8,23%   |
| Zakelijk  | 0,13%        | 0,06%      | 0,86%   |
| Overig    | 54,34%       | 85,05%     | 90,91%  |

Tabel 6: Procentuele verdeling afgelegde voertuigkilometers per motief (Jorritsma & Korteweg, 2008)

Nu het aandeel per motief per periode bekend is, kan de Value of Time per dagperiode berekend worden. Dit is hieronder gedaan voor het de ochtendspits, voor het jaar 2020 voor het WLO-scenario Regional Communities. In het Excel model is dit gedaan voor alle dagperiodes, voor de vier WLO-scenario's en voor de jaren 2010, 2020 en 2040. De jaren hiertussen zijn geïnterpoleerd. Ditzelfde is gedaan voor de bezettingsgraad van de auto.

| Ochtendspits (RC 2020) | Waardering/uur |
|------------------------|----------------|
| Woon-werk              | € 8,84         |
| Zakelijk               | € 33,17        |
| Overig                 | € 8,08         |

Tabel 7: Value of Time (Rijkswaterstaat, 2007a)

Met de waardering per uur uit tabel 7 en de verhouding uit tabel 6 kan de waardering per periode bepaald worden. Hieronder is dit voorgedaan voor het scenario RC 2020 voor de ochtendspits.

$$VoT_{ochtendspits} = 0,4553 \cdot € 8,84 + 0,0013 \cdot € 33,17 + 0,5434 \cdot € 8,08 = € 7,997$$

Zowel de reistijden als de reistijdwaarderingen zijn nu bekend. Beiden zijn weergegeven per jaar en opgesplitst in vier dagperiodes. De reistijdwaarderingen zijn weergegeven voor alle vier WLO toekomstscenario's. Als de tabellen van reistijd en reistijdwaardering met elkaar vermenigvuldigd worden ontstaat er een gemonetariseerde reistijd per dagperiode. Deze kunnen nu bij elkaar opgeteld worden en de uitkomst is de totale gemonetariseerde reistijd van de variant. Dit is berekend voor de vier WLO toekomstscenario's waardoor er een marge ontstaat in plaats van een definitieve uitkomst.

De extra reistijd door de vertraging van de brug is berekend in de schokgolfanalyse. De totale vertraging per jaar kan berekend worden door het aantal openingen van de brug per jaar te vermenigvuldigen met de vertraging per opening. Deze extra reistijd wordt op dezelfde manier gemonetariseerd als de gewone reistijd. Het kengetal wat gebruikt wordt verschilt. Voor de extra reistijd wordt een gewogen gemiddelde genomen over de ochtend-, avondspits en restdag. De brugopeningen zijn tussen 8:00-12:00 en 13:00-17:00. Van deze openingstijden valt één uur in de ochtendspits en één uur in de avondspits. De overige zes uur is restdag. Omdat de intensiteiten niet gelijk zijn over de hele dag, is er rekening gehouden met de verkeersintensiteit in desbetreffende perioden. Uit gegevens van de meetlussen blijkt dat in de periode dat de brug opengaat 51,2% van het vrachtverkeer passeert.

In 6 uur van de restperiode passeert 51,8% van het etmaalgemiddelde van het autoverkeer. De intensiteit voor de ochtend- en avondspits kan uit OmniTrans gehaald worden. Het kengetal wordt berekend met onderstaande formule, waarbij de intensiteiten in percentages zijn uitgedrukt.

$$VoT = I_{1uurochtend} \cdot VoT_{ochtend} + I_{1uuravond} \cdot VoT_{avond} + I_{6uurrest} \cdot VoT_{rest} + I_{vracht} \cdot VoT_{vracht}$$

De totaal gemonetariseerde reistijd voor de vier varianten ten opzichte van variant brug noord is weergegeven in tabel 8:

|                           | Reistijd                  | Reistijd + vertraging     |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Variant brug noord</b> | € 0                       | € 0                       |
| <b>Variant brug zuid</b>  | € 83.800 à € 121.000      | € 102.300 à € 139.800     |
| <b>Variant ovonde</b>     | € 297.100 à € 348.500     | € 1.089.400 à € 1.214.500 |
| <b>Variant viaduct</b>    | € 5.873.400 à € 6.219.000 | € 5.640.900 à € 5.963.100 |

Tabel 8: Gemonetariseerde reistijd

In de tabel is te zien dat variant brug noord het beste scoort van alle vier varianten. Dit houdt in dat de gemiddelde reistijd het laagst is in deze variant. Het verschil met variant brug zuid is relatief klein. Variant viaduct en in mindere mate variant ovonde leveren een flinke kostenpost op door de extra reistijd.

In variant ovonde moet een deel van het verkeer omrijden, doordat er eenrichtingswegen worden gemaakt. Het verkeer wat normaal gesproken aan dezelfde kant van het kanaal blijft, moet nu de rotonde voor driekwart nemen en dat kost extra tijd. De vertraging in de extra reistijd in variant ovonde door vertraging is groter dan in de overige varianten omdat de intensiteit van het verkeer wat de brug wil passeren veel hoger is, waardoor de wachtrijen langer worden. In variant viaduct moet het verkeer grote verbindingsslussen gebruiken om het kanaal over te steken. Dit levert extra reistijd op en zorgt ervoor dat variant viaduct erg slecht scoort, ook al is er geen vertraging in deze variant.

## 11.2 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid wordt bepaald aan de hand van de standaarddeviatie van de reistijd. In de schokgolfanalyse is berekend hoe de verkeerssituatie eruit komt te zien als de brug opengaat. Hieruit valt af te leiden hoeveel auto's vertraging hebben en wat de vertraging is. Het aantal auto's wordt bepaald door middel van de tijdsduur van de schokgolf en de intensiteit. Hiermee kan het aantal auto's binnen deze tijdsduur bepaald worden. De aannahme is gedaan dat het verkeer gelijkmatig aankomt, waarmee de vertraging per voertuig bepaald kan worden door dit evenredig te verdelen over de wachttijd.

De extra reistijd van de auto's die vertraging hebben is bekend en voor de auto's zonder vertraging wordt 0 gebruikt. Alle extra reistijden van het verkeer zijn bekend, waardoor de standaarddeviatie berekend kan worden. Nu de standaarddeviatie bekend is, kan de waarde van betrouwbaarheid berekend worden, dit gebeurt met de volgende formule.

$$\begin{aligned}
 & \text{Gemonetariseerde betrouwbaarheid (BR)} \\
 & \text{Betrouwbaarheid per voertuig nul alternatief (B}_0\text{)} \\
 & \text{Betrouwbaarheid per voertuig nieuw alternatief (B}_1\text{)} \\
 & \text{Value of Time (VoT)} \\
 & \text{Reliability Ratio (RR)} \\
 & \text{Value of Reliability (VoR)} \\
 & \text{Bezettingsgraad (Bg)} \\
 & \text{Intensiteit nul alternatief (I}_0\text{)} \\
 & \text{Intensiteit nieuw alternatief (I}_1\text{)} \\
 & \text{VoR} = \text{VoT} \cdot \text{RR} \\
 & \text{BR} = \text{VoR} \cdot \text{Bg} \cdot (\text{B}_0 - \text{B}_1) \cdot (\text{I}_0 + \frac{1}{2}(\text{I}_1 - \text{I}_0))
 \end{aligned}$$

De intensiteit in de formule is niet de intensiteit van een specifieke route, maar de intensiteit van de verkeersstroom die de brug passeert. Deze is bepaald door de intensiteiten van de routes die de brug passeren op te tellen.

Om de betrouwbaarheid te monetariseren gaat men uit van de Value of Time in combinatie met een Reliability Ratio (RR). Deze RR is 0,8 voor het autoverkeer en 1,2 voor het vrachtverkeer. (Rijkswaterstaat, 2005). Om de juiste VoR te bepalen moet eerst een  $\text{VoR}_{\text{auto}}$  bepaald worden. Hier wordt een gewogen gemiddelde genomen van de VoT over de verschillende periodes. Het percentage verkeer in de bepaalde dagperiodes wordt vermenigvuldigd met de VoT van desbetreffende periode. De gemiddelde VoT voor het autoverkeer is nu bekend. Deze was al bekend voor het vrachtverkeer. Nu moet de VoR voor het vracht- en autoverkeer gemiddeld worden aangezien deze verschillend zijn.

Om de juiste VoR te bepalen is berekend wat het percentage vrachtverkeer ( $\alpha$ ) van het totale verkeer wat de brug passeert is. Uit de verschillende verkeersmatrices is dit te herleiden. Vervolgens is de VoR bepaald door onderstaande formule.

$$\text{VoR} = \alpha \cdot \text{VoT}_{\text{vracht}} \cdot \text{RR}_{\text{vracht}} + (1 - \alpha) \cdot \text{VoT}_{\text{auto}} \cdot \text{RR}_{\text{auto}}$$

De totale gemonetariseerde betrouwbaarheid is weergegeven in tabel 9

|                           | Betrouwbaarheid             |
|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Variant brug noord</b> | € 0                         |
| <b>Variant brug zuid</b>  | € 84.500 à € 97.100         |
| <b>Variant ovonde</b>     | € 1.118.100 à € 1.208.500   |
| <b>Variant viaduct</b>    | € -1.592.600 à € -1.510.200 |

Tabel 9: Gemonetariseerde betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid krijgt natuurlijk de beste score in variant viaduct, aangezien hier geen beweegbare brug is en er dus geen onbetrouwbaarheid is. Alhoewel dit een flinke winst oplevert, compenseert het de kostenpost van extra reistijd niet. Van de drie varianten met een beweegbare brug, scoort variant brug noord het beste, maar wederom is het verschil met variant brug zuid relatief klein. Variant ovonde scoort het slechtst. Dit is te verklaren doordat er veel verkeer gebruik maakt van de brug. Hierdoor heeft een grotere groep weggebruikers last van onbetrouwbaarheid, maar is de onbetrouwbaarheid ook groter doordat de wachtrijen, en dus de wachttijden, langer zijn.



### 11.3 Reisafstand

De reisafstand worden op nagenoeg dezelfde manier berekend als de reistijd. Het enige verschil is dat het verschil tussen de routes niet in tijd maar in afstand is uitgedrukt en dat er een ander kengetal gebruikt wordt, welke de waarde per afstand vertegenwoordigd. De formule voor de reisafstand berekening is:

*Gemonetariseerde reisafstand (GA)*

*Afgelegde afstand per voertuig nul alternatief ( $s_0$ )*

*Afgelegde afstand per voertuig nieuw alternatief ( $s_1$ )*

*Value of Distance (VoD)*

*Intensiteit nulalternatief ( $I_0$ )*

*Intensiteit nieuw alternatief ( $I_1$ )*

$$GA = VoD \cdot (s_0 - s_1) \cdot (I_0 + \frac{1}{2}(I_1 - I_0))$$

Het model berekent eerst het verschil in voertuigkilometers tussen desbetreffende variant en het referentiescenario. Het verschil in voertuigkilometers is opgesplitst in drie dagdelen (ochtend-, avondspits en restdag) voor zowel vrachtverkeer als autoverkeer. Deze dagdelen worden vervolgens samengevoegd, waarbij het onderscheid vracht- en autoverkeer gewaarborgd blijft. De verschillende dagdelen kunnen samengevoegd worden omdat er geen onderscheid gemaakt hoeft te worden tussen de waardering van een kilometer in de spitsperiode en de kosten van een kilometer in de restdag.

De volgende stap is het monetariseren van het verschil in voertuigkilometers. Dit wordt gedaan aan de hand van het kengetal Value of Distance (VoD) welke de eenheid heeft van euro per kilometer. Vrachtverkeer en autoverkeer hebben een verschillende VoD. Het kengetal voor VoD, gegeven door Rijkswaterstaat en Ecorys (2008) is gebruikt, maar deze is alleen beschikbaar voor 2007, met dat prijspeil. Deze waarde is door middel van discontering opgehoogd naar het prijspeil van 2012. Voor de toekomstjaren zijn geen kengetallen bekend.

Voor de toekomstige VoD's is de aanname gedaan dat deze, na discontering, constant blijft. De brandstofprijs stijgt volgens de verwachtingen van WLO met 3,5% tot 16,0% (Centraal planbureau; Planbureau voor leefomgeving, 2004) in de periode van 2012 tot 2030. Door Besseling, Groot en Lebouille (2005) wordt een daling van het brandstofverbruik in dezelfde orde van grootte gebruikt. Deze twee gegevens ondersteunen de aanname.

Door de VoD en het verschil in voertuigkilometers te combineren kan de gemonetariseerde reisafstand bepaald worden. Dit is nog opgedeeld in autoverkeer en vrachtverkeer maar kan na de monetarisering opgeteld worden.

De kosten van het wachten voor de brug zijn ook meegenomen, aangezien de auto dan ook brandstof verbruikt. Door middel van de schokgolfanalyse was de totale vertraging per jaar berekend. Deze wachttijd kan vermenigvuldigd worden met het verbruik van een voertuig wanneer de motor stationair draait. De uitkomst is het aantal liter wat verbruikt wordt per jaar door het wachten voor de brug. Omdat alle kengetallen in euro per kilometer zijn is er nog een extra rekenslag nodig. Het aantal liter wordt door middel van het gemiddelde verbruik omgerekend naar gesimuleerde kilometers. Als er in totaal één liter benzine verbruikt is tijdens het wachten en het

gemiddelde verbruik van de auto is 1:14 dan staat de wachttijd waarin één liter benzine verbruikt wordt gelijk aan 14 kilometer. De gesimuleerde kilometers kunnen met behulp van de kengetallen gemonetariseerd worden.

De totale gemonetariseerde reisafstand is weergegeven in tabel 10.

|                    | Reisafstand |
|--------------------|-------------|
| Variant brug noord | € 0         |
| Variant brug zuid  | € -513.000  |
| Variant ovonde     | € -116.900  |
| Variant viaduct    | € 3.679.100 |

Tabel 10: Gemonetariseerde reisafstand

Variant brug zuid is de beste variant. Bij de vorige twee criteria was variant brug noord licht in het voordeel, maar dat wordt opgeheven door het verschil in reisafstand. Het verschil in reisafstand is een factor 5 groter dan het verschil in reistijd en betrouwbaarheid. Variant ovonde is iets beter dan variant brug noord, maar het verschil is niet zo groot dat het de vorige twee kostenposten kan compenseren. Variant viaduct scoort verreweg het slechtst en de kostenpost voor deze variant loopt sterk op en wijkt erg af van de overige varianten.

## 11.4 Accijns

De accijns is het geld wat de overheid binnenkrijgt door middel van verkoop van benzine. In het kengetal van reisafstand zit een deel accijns in. Dit geld gaat naar de overheid en moet dus meegerekend worden. De accijns worden op dezelfde manier berekend als de reisafstand. De accijns zijn afhankelijk van het kengetal en het verschil in voertuigkilometers. De formule voor accijns is hieronder weergegeven.

$$\begin{aligned}
 & \text{Accijns}(A) \\
 & \text{Afgelegde afstand per voertuig nul alternatief}(s_0) \\
 & \text{Afgelegde afstand per voertuig nieuw alternatief}(s_1) \\
 & \text{Value of Excise (VoE)} \\
 & \text{Intensiteit nulscenario} (I_0) \\
 & \text{Intensiteit nieuw alternatief} (I_1) \\
 & A = \text{VoE} \cdot (s_1 - s_0) \cdot \left( I_0 + \frac{1}{2}(I_1 - I_0) \right)
 \end{aligned}$$

Het verschil tussen reisafstand en accijns is dat eerstgenoemde een winst oplevert wanneer de voertuigkilometers dalen en dat is bij de accijns niet het geval. Dit komt doordat accijns een bron van inkomsten is en het gunstig is als deze toenemen. De voertuigkilometers worden gemonetariseerd aan de hand van een kengetal voor accijns (Besseling, Groot, & Lebouille, 2005). De uitkomst hiervan is weergegeven in tabel 11.

|                    | Accijns    |
|--------------------|------------|
| Variant brug noord | € 0        |
| Variant brug zuid  | € 138.900  |
| Variant ovonde     | € 30.200   |
| Variant viaduct    | € -991.100 |

Tabel 11: Gemonetariseerde accijns

De accijnzen zijn afhankelijk van de voertuigkilometers. Variant viaduct scoorde bij de reisafstand erg slecht omdat het veel voertuigkilometers heeft, maar scoort daardoor op de accijns juist goed. Het omgekeerde geldt voor variant brug zuid en variant ovonde. Aangezien accijns een onderdeel is van reisafstand, zijn de uitkomsten van de varianten ook kleiner.

### 11.5 Overlast tijdens de bouw

In de projectgroep is besloten om de huidige brug te laten liggen totdat een andere oeververbinding gerealiseerd is. Dit is mogelijk omdat er geen alternatief is waarbij de brug exact op dezelfde locatie komt te liggen. Omdat er in alle varianten ten alle tijden een oeververbinding aanwezig blijft in de vorm van de huidige brug, blijven alle routes mogelijk tijdens de bouw. Natuurlijk zal er enig overlast zijn gedurende de bouwperiode door bijvoorbeeld snelheidsmaatregelen of het afsluiten van een rijstrook, maar doordat er geen periode is waarbij de oeververbinding tijdelijk verdwijnt, is de overlast dusdanig laag dat dit niet onderzocht wordt.

## 12. Veiligheid

Het criterium veiligheid is opgesplitst in twee subcriteria, namelijk verkeersveiligheid en externe veiligheid. Beide criteria worden kwalitatief gescoord.

### 12.1 Verkeersveiligheid

De verkeersveiligheid is opgedeeld in autoverkeer en fietsverkeer, dit is gedaan omdat beide categorieën erg belangrijk zijn en dat de verkeerssituatie dusdanig verschilt dat het niet in één oordeel gevangen kan worden.

#### 12.1.1 Autoverkeer

De veiligheid van het autoverkeer wordt kwalitatief beoordeeld. De basis van dit oordeel is het ontwerp, de intensiteiten en het aantal conflictpunten.

In tabel 12 is het aantal conflictpunten per type rotonde weergegeven.

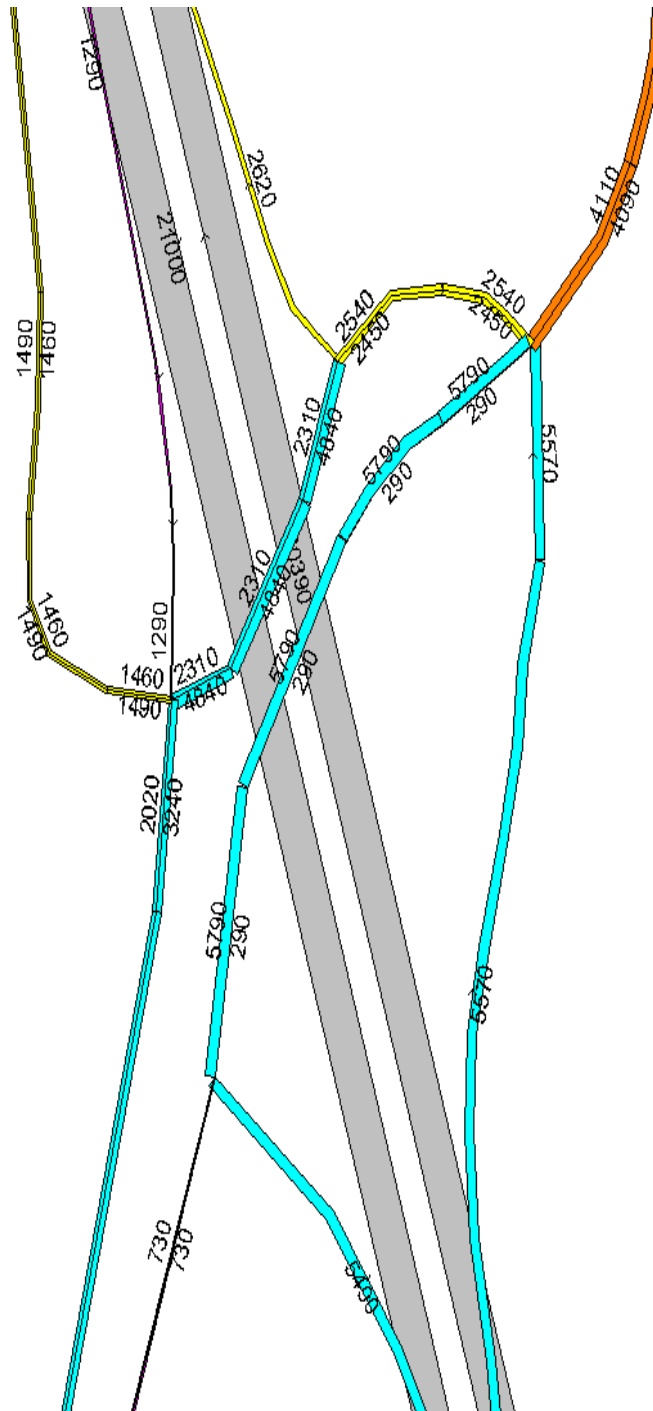
|                 | Normaal | Met afrit | Met toerit |
|-----------------|---------|-----------|------------|
| <b>Drietaks</b> | 3       | 2         | 1          |
| <b>Viertaks</b> | 4       | 4         | 3          |
| <b>Vijftaks</b> | 5       | 5         | 4          |

Tabel 12: Aantal conflictpunten per type rotonde

Per variant is een schematische weergave gemaakt met daarin het ontwerp en de intensiteiten. Daaronder zal het aantal conflictpunten berekend worden. De intensiteiten zijn voor het jaar 2030 met het basis toekomstscenario. De varianten zullen voor de overige toekomstscenario's dezelfde kwalitatieve beoordeling krijgen, ook al zijn de intensiteiten dan licht gewijzigd.

### Variant brug noord

In variant brug noord zijn de kruisingen met de toe- en afritten allemaal rotondes.

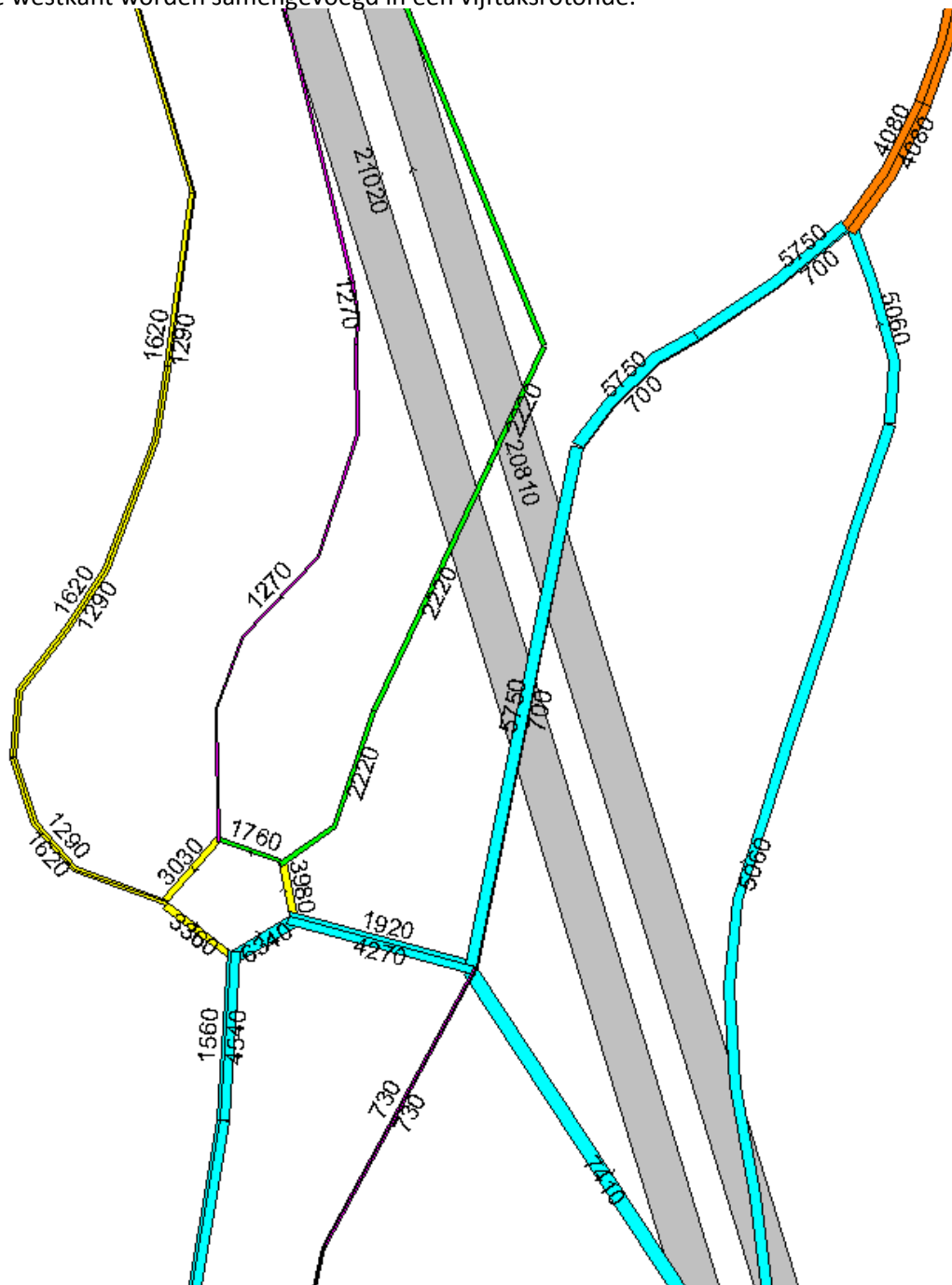


Figuur 24: Verkeerssituatie 2030 variant brug noord

Deze variant bevat twee keer een drietaksrotonde met een toerit, en twee keer een viertaksrotonde met een afrit. In totaal zijn dit 10 conflictpunten. Het nadeel van deze variant is dat de conflictpunten erg verdeeld zijn over het projectgebied. Daarnaast passeren de belangrijkste stromen veel conflictpunten.

### Variant brug zuid

De aansluitingen van de toe- en afritten in variant brug zuid zijn allemaal rotondes. De toe- en afrit aan de westkant worden samengevoegd in een vijftaksrotonde.



**Figuur 25: Verkeerssituatie 2030 variant brug zuid**

Deze variant bevat een drietaksrotonde met een afrit, een viertaksrotonde met een toerit en een vijftaksrotonde met een afrit. In totaal zijn dit 10 conflictpunten. Het voordeel van deze variant is dat een groot deel van de conflictpunten gebundeld zijn. Hierdoor wordt het projectgebied overzichtelijk. Een ander voordeel is dat de belangrijkste verkeersstromen minder conflictpunten hebben dan bij variant brug noord.







In tabel 13 is de kwalitatieve score voor de veiligheid van het autoverkeer weergegeven. Deze beoordeling is tot stand gekomen aan de hand van het aantal conflictpunten, maar ook aan de hand van andere aspecten zoals de bundeling van de conflictpunten, de intensiteit op de wegen, de intensiteit nabij de conflictpunten etc.

|                    | Autoverkeer |
|--------------------|-------------|
| Variant brug noord | 0           |
| Variant brug zuid  | +++         |
| Variant ovonde     | +           |
| Variant viaduct    | ++          |

Tabel 13: Veiligheid autoverkeer

Variant brug zuid heeft de hoogste beoordeling. Een belangrijk voordeel was dat veel van de conflictpunten gebundeld zitten in de vijftaksrotonde, waardoor de situatie overzichtelijk is. Ook zijn er weinig conflictpunten in de belangrijkste routes. Variant ovonde heeft het minste aantal conflictpunten maar krijgt toch slechts de derde beoordeling. Dit komt doordat de conflictpunten niet gebundeld zijn en dat de intensiteiten en snelheden bij de conflictpunten veel hoger zijn.

De verkeersveiligheid wordt niet gemonetariseerd, aangezien het te complex is om een ontwerp door te rekenen naar ongevallencijfers. Het is wel belangrijk dat de veiligheid in de discussie van de beste variant niet vergeten wordt, aangezien dit een erg belangrijk aspect is. Het kengetal voor een statistisch leven is € 2.200.000 en voor een ziekenhuisgewonde is dit € 250.000 (SWOV, 2009). Hieruit blijkt dat veiligheid een hoge waarde kan hebben. Indien de verschillen in gemonetariseerde waarden klein zijn, kan de veiligheid dus een grote rol van betekenis spelen in de keuze voor een variant.

### 12.1.2 Fietsverkeer

In de ontwerpen staan de fietspaden weergegeven. Bij elk ontwerp zijn de conflictpunten met het autoverkeer van de drie belangrijkste fietsroutes weergegeven. De intensiteiten van het autoverkeer zijn tussen haakjes weergegeven achter elk conflictpunt. De fietsroutes staan gerangschikt op welke het meest gebruikt worden door de veelgebruikers volgens de enquête.

### Variant brug noord:

Route Trambaanweg (westzijde) – Jaagpad (oostzijde)

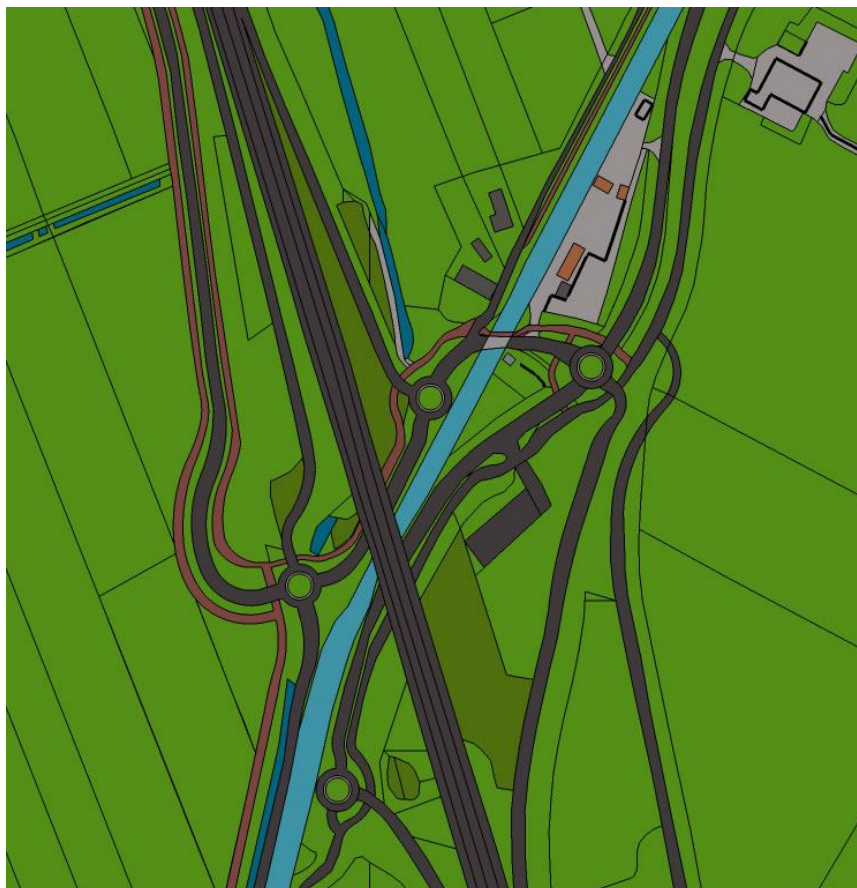
- Conflict 1: N371 ( 2450, 2540)
- Conflict 2: Weg tussen rotonde en toerit A32 zuid (5790, 290)
- Conflict 3: Toerit A32 zuid (5490)
- Conflict 4: Weg richting Noord III (730, 730)

Route Meenteweg (oostzijde) – Jaagpad (oostzijde)

- Conflict 1: Afrit A32 zuid (5570)
- Conflict 2: Toerit A32 zuid (5490)
- Conflict 3: Weg richting Noord III (730, 730)

Route Trambaanweg (westzijde) – Watertoren (westzijde)

- Conflict 1: Toerit A32 noord (2620)
- Conflict 2: Afrit A32 noord (1290)
- Conflict 3: Parallelweg A32 (1490, 1460)



**Figuur 28: Ontwerp fietspaden variant brug noord**

De belangrijkste fietsroutes kennen redelijk veel conflictpunten. Alle routes kennen minimaal drie conflictpunten, waarvan de meest gebruikte route het meeste aantal conflictpunten kent.

**Variant brug zuid:**

Route Trambaanweg (westzijde) – Jaagpad (oostzijde)

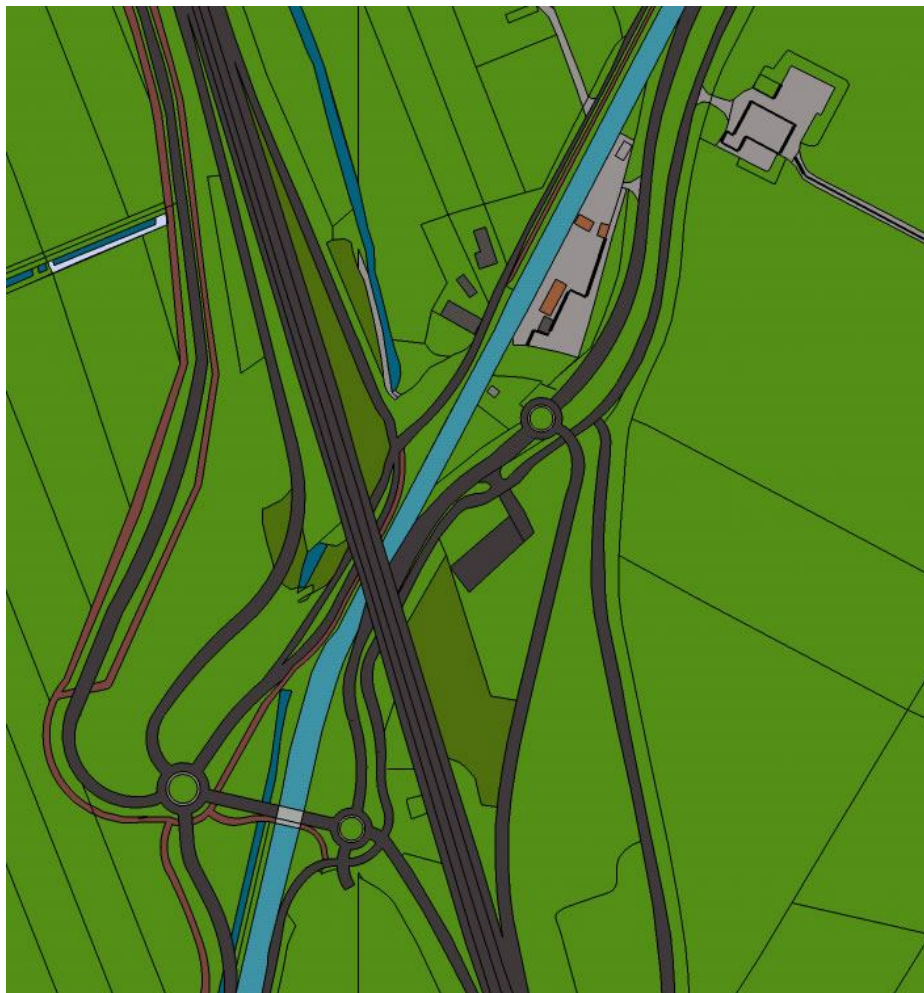
- Conflict 1: N371 (1920, 4270)

Route Meenteweg (oostzijde) – Jaagpad (oostzijde)

- Conflict 1: Afrit A32 Zuid (5060)
- Conflict 2: Toerit A32 Zuid (7410)
- Conflict 3: Weg richting noord III ( 730, 730)

Route Trambaanweg (westzijde) – Watertoren (westzijde)

- Conflict 1: N371 (1920, 4270)
- Conflict 2: N371 (4540, 1560)



**Figuur 29: Ontwerp fietspaden variant brug zuid**

Het aantal conflictpunten in deze variant is een stuk lager dan in variant brug noord. Vooral de meest gebruikte route, van de Trambaanweg naar het Jaagpad, is erg verbeterd en kent nog maar één conflictpunt.



**Variant ovonde:**

Route Trambaanweg (westzijde) – Jaagpad (oostzijde)

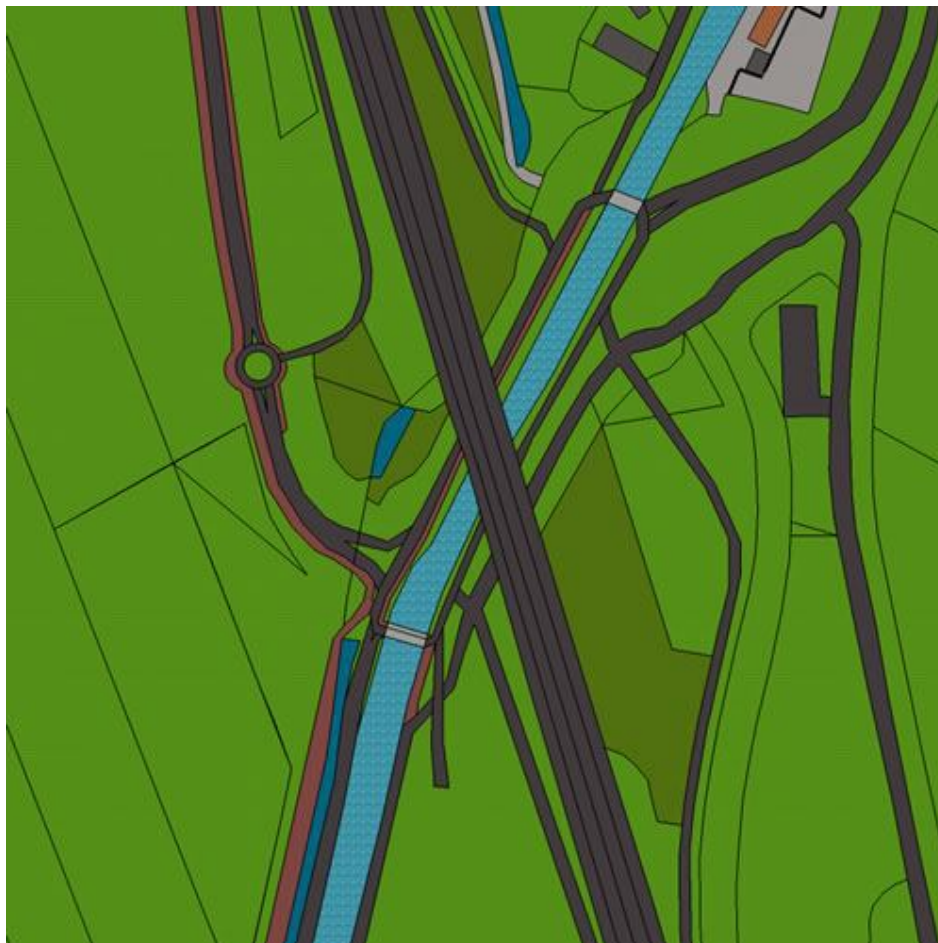
- Conflict 1: N371 (8400)
- Conflict 2: N371 (8090)

Route Meenteweg (oostzijde) – Jaagpad (oostzijde)

- Conflict 1: N371 (8440)
- Conflict 2: N371 (8090)
- Conflict 3: Weg richting Noord III (730, 730)

Route Trambaanweg (westzijde) – Watertoren (westzijde)

- Conflict 1: N371 (8400)
- Conflict 2: N371 (8090)



**Figuur 30: Ontwerp variant ovonde**

Het aantal conflictpunten in deze variant is lager dan variant brug noord. Een ander voordeel is dat de conflictpunten allemaal met eenrichtingswegen zijn, het nadeel is dat de intensiteiten van het autoverkeer hoger zijn.

#### Variant viaduct:

Route Trambaanweg (westzijde) – Jaagpad (oostzijde) (**Niet mogelijk zonder extra oeververbinding**)

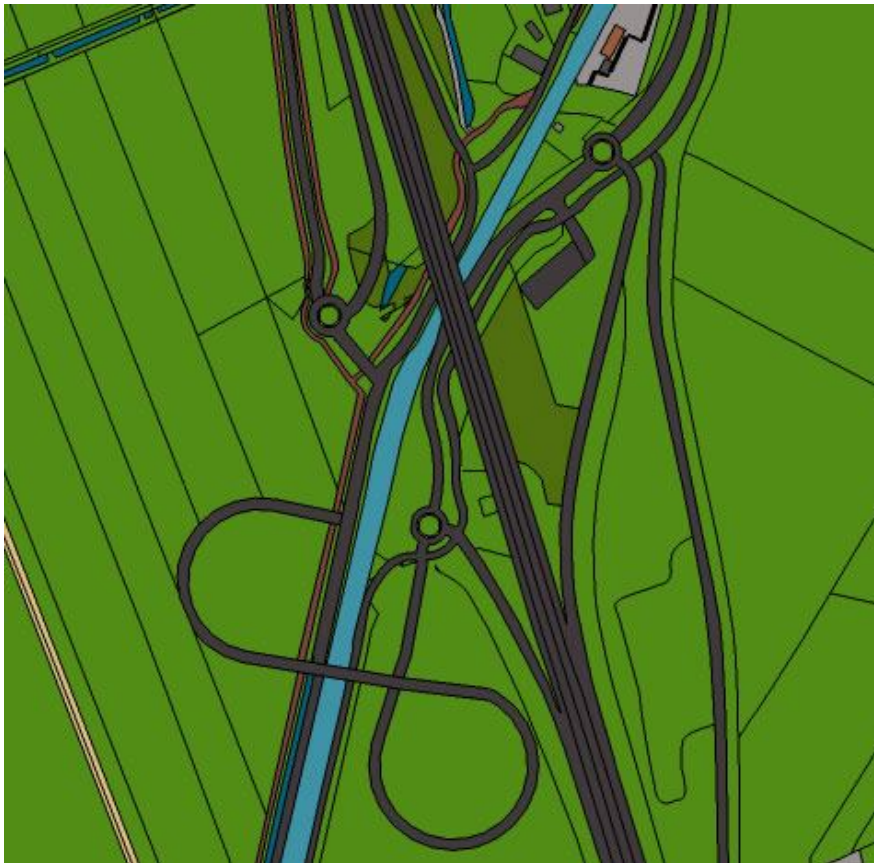
- Conflict 1: Toerit A32 (2660)
- Conflict 2: Parallelweg A32 ( 2340, 1070)
- Conflict 3: Verbindingsboog Viaduct (1580, 1520)
- Conflict 4: N371 (2340, 3730)

Route Meenteweg (oostzijde) – Jaagpad (oostzijde)

- Conflict 1: Afrit A32 Zuid (5070)
- Conflict 2: Toerit A32 Zuid ( 5120)
- Conflict 3: N371 (1800, 1760)

Route Trambaanweg (westzijde) – Watertoren (westzijde)

- Conflict 1: Toerit A32 (2660)
- Conflict 2: Parallelweg A32 ( 2340, 1070)
- Conflict 3: Verbindingsboog Viaduct (1580, 1520)



**Figuur 31: Ontwerp variant viaduct**

Variant viaduct heeft veel conflictpunten op de belangrijke fietsroutes. De belangrijkste verbinding is niet mogelijk zonder extra oeververbinding. Indien er een fietsbrug komt over de Drentse Hoofdvaart moeten de fietsers de N371 oversteken bij de nieuwe fietsbrug. Dit is erg gevaarlijk vanwege de intensiteit en de snelheid op deze weg.



In tabel 14 is de kwalitatieve score voor het fietsverkeer weergegeven. Dit is tot stand gekomen door het analyseren van het aantal conflictpunten voor de belangrijkste routes, in combinatie met een aantal andere aspecten waaronder de intensiteit van het autoverkeer en de overzichtelijkheid.

|                    | Fietsverkeer |
|--------------------|--------------|
| Variant brug noord | 0            |
| Variant brug zuid  | ++           |
| Variant ovonde     | +            |
| Variant viaduct    | -            |

Tabel 14: Veiligheid fietsverkeer

De veiligheid voor het fietsverkeer is, net als de veiligheid van het autoverkeer, het beste in variant brug zuid. Deze heeft weinig conflictpunten en is erg overzichtelijk. De belangrijkste verkeersstroom heeft slechts 1 conflictpunt. Ook variant ovonde heeft een positieve score ten opzichte van variant brug noord. Variant viaduct scoort slecht op veiligheid voor de fiets. De belangrijkste verkeersstroom heeft veel conflictpunten waarvan een aantal een conflict met een grote verkeersstroom van auto's is.

Net als bij de veiligheid van het autoverkeer, is het belangrijk om de veiligheid van het fietsverkeer mee te nemen in de uiteindelijke besluitvorming.

## 12.2 Externe veiligheid

Externe veiligheid is afhankelijk van het verkeer wat van de weg gebruik maakt, van de veiligheid van de weg maar belangrijker nog, het is afhankelijk van de omgeving. Komen er gevaarlijke stoffen vrij bij een ongeluk, dan is het erger wanneer de omgeving dichtbevolkt is dan wanneer er niemand woont of werkt. De externe veiligheid is kwalitatief gescoord, waarbij rekening is gehouden met het wegontwerp en het aantal omwonenden. De score is weergegeven in tabel 15.

|                    | Externe veiligheid |
|--------------------|--------------------|
| Variant brug noord | 0                  |
| Variant brug zuid  | 0                  |
| Variant ovonde     | 0                  |
| Variant viaduct    | -                  |

Tabel 15: Externe veiligheid

De scores voor externe veiligheid verschillen niet veel van elkaar. Dit is logisch omdat de omgeving ook weinig veranderd. Variant viaduct is de enige variant die een andere beoordeling heeft gekregen. Deze beoordeling is negatief doordat een deel van dit ontwerp door het industriegebied loopt en daardoor meer gevaar loopt. Daarnaast zijn de verbindingbogen van het viaduct gevaarlijk indien er een ongeluk gebeurt. Dit is de enige variant die een negatieve beoordeling krijgt. In het toekomstscenario zonder industrieontwikkeling zal variant viaduct een score 0 krijgen. Dit omdat er dan geen bebouwing is rondom het viaduct, waardoor de situatie niet gevaarlijker is dan bij de overige varianten.

### 13. Leefomgeving

Het criterium leefomgeving is opgedeeld in verschillende subcriteria, dit zijn emissies, luchtkwaliteit, geluid, natuur en landschappelijke inpassing.

#### 13.1 Emissies

Emissies worden veroorzaakt door brandstofverbruik. Kengetallen van Rijkswaterstaat geven een waarde voor de kosten van emissies per kilometer. Om de waarde van emissies te bepalen, moeten dus eerst de voertuigkilometers bepaald worden. Dit gebeurt op dezelfde manier als bij reisafstand.

$$\begin{aligned}
 & \text{Gemonetariseerde Emissies (Em)} \\
 & \text{Afgelegde afstand per voertuig nul alternatief (s}_0\text{)} \\
 & \text{Afgelegde afstand per voertuig nieuw alternatief (s}_1\text{)} \\
 & \text{Value of Emissions (VoEm)} \\
 & \text{Intensiteit nulscenario (I}_0\text{)} \\
 & \text{Intensiteit nieuw alternatief (I}_1\text{)} \\
 & \text{Em} = \text{VoEm} \cdot (\text{s}_1 - \text{s}_0) \cdot (\text{I}_0 + \frac{1}{2}(\text{I}_1 - \text{I}_0))
 \end{aligned}$$

Net als bij de reisafstand wordt er onderscheid gemaakt tussen vrachtverkeer en autoverkeer, maar niet voor de verschillende periodes van de dag. Ook wordt de uitstoot meegenomen wat veroorzaakt wordt door het wachten voor de brug. Ook dit gebeurt op dezelfde manier als bij reisafstand. Het kengetal is een waarde voor de totale uitstoot in cent per kilometer. Dit kengetal is voor uitstoot van zowel CO<sub>2</sub> als overige uitstoot (Centraal Planbureau, 2005). De uitkomst is weergegeven in tabel 16.

|                    | Emissie   |
|--------------------|-----------|
| Variant brug noord | € 0       |
| Variant brug zuid  | € -87.000 |
| Variant ovonde     | € 2.900   |
| Variant viaduct    | € 545.400 |

Tabel 16: Gemonetariseerde emissie

De uitstoot is het meest in variant viaduct. Deze variant heeft het meest aantal voertuigkilometers en dus vanzelfsprekend ook het meeste uitstoot. Variant brug zuid is, net als bij reisafstand, het beste en variant ovonde is nagenoeg gelijk aan variant brug noord.

#### 13.2 Luchtkwaliteit

Met luchtkwaliteit wordt niet de uitstoot die schadelijk is voor het milieu bedoeld, maar de uitstoot die schadelijk is voor de omwonenden. Dit wordt kwalitatief gescoord aan de hand van de uitstoot en het ontwerp. Hierbij moet gekeken worden de lengte van de weg in de nabijheid van omwonenden, het aantal omwonenden en de uitstoot. De scores zijn weergegeven in tabel 17.

|                    | Luchtkwaliteit |
|--------------------|----------------|
| Variant brug noord | 0              |
| Variant brug zuid  | 0              |
| Variant ovonde     | 0              |
| Variant viaduct    | -              |

Tabel 17: Luchtkwaliteit

Net als bij de externe veiligheid scoort alleen variant viaduct negatief. Dit is te verklaren doordat zowel externe veiligheid als luchtkwaliteit afhankelijk zijn van het wegontwerp en de nabijheid van personen. Variant viaduct is de enige variant die zich in de buurt van woon- of werklocaties bevindt, waardoor deze variant een negatieve score krijgt. In het toekomstscenario zonder industrieontwikkeling zal variant viaduct een score 0 krijgen.

### 13.3 Geluid

Aangezien het wegontwerp verandert, kan extra geluidsoverlast voor omwonenden veroorzaakt worden. Om de extra geluidsoverlast te bepalen, is het belangrijk om te weten wat het geluidsniveau van de A32 is, aangezien dit een geluidsbron is die sowieso aanwezig is. Dit zal eerst in kaart worden gebracht. Vervolgens wordt er berekend wat het geluidsniveau van de varianten zijn en of dit extra geluidsoverlast veroorzaakt voor de omwonenden.

#### 13.3.1 Geluidsniveau A32

In figuur 32 is het geluidsniveau van de A32 weergegeven voor het jaar 2006.



Figuur 32: Geluidsbelasting A32 (Rijkswaterstaat, 2007c)

In de geluidsbelastingkaart is te zien dat het dichtstbijzijnde huis op de rand ligt van het geluidsniveau van 55 tot en met 59 dB. De overige huizen liggen ruim buiten de bandbreedte van geluidsoverlast en ondervinden dus geen overlast van het geluid van de A32. Het geluidsniveau is

natuurlijk geen constante, want het is afhankelijk van veel factoren, waaronder de intensiteit van het verkeer. Dit houdt in dat de geluidsniveaus kunnen verschuiven. Indien de varianten een hoger geluidsniveau hebben, moet het toekomstig geluidsniveau van de A32 in kaart gebracht worden om te zien of desbetreffende variant extra geluidsoverlast veroorzaakt ten opzichte van de A32.

### 13.3.2 Maximale geluidsniveau varianten

Het geluidsniveau veroorzaakt door het verkeer kan berekend worden met de volgende formule (Ministerie van infrastructuur en milieu, 2006).

$$L_{aeq} = E + C_{optrek} + C_{reflectie} - D_{afstand} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo}$$

$E$  = emissiegetal  
 $C_{optrek}$  = correctieterm in verband met eventuele kruisingen of obstakels  
 $C_{reflectie}$  = correctieterm in verband met reflecties  
 $D_{afstand}$  = term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt  
 $D_{lucht}$  = term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt  
 $D_{bodem}$  = term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt  
 $D_{meteo}$  = term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewind situatie in rekening brengt

Als eerst wordt het geluidsniveau van variant ovonde berekend. Deze variant zal het meeste geluidsoverlast veroorzaken doordat er een brug zich aan de kant van de bebouwing bevindt, evenals variant brug noord overigens, maar de verkeersstroom in variant ovonde heeft een hogere intensiteit. Als deze variant de grenswaarde van 55 dB (Rijkswaterstaat & Ecorys, 2008) niet overschrijdt dan hoeven de andere varianten niet berekend te worden. De gegevens in de berekening zijn van het jaar 2030 met een uur uit de spitsperiode.

De tussenstappen van de berekening zijn weergegeven in appendix E, waaruit blijkt dat de totale geluidsbelasting 52,7 dB is.

De geluidsbelasting is onder de grenswaarde van 55 dB, rekening houdend met de minst gunstige facetten. De analyse is gedaan voor de drukste variant die het dichtst gesitueerd is bij de woningen (variant ovonde). De intensiteit is van de spitsperiode uit het drukste jaar, waarbij de wind het minst gunstig staat. Onder al deze omstandigheden is de geluidsbelasting dus laag genoeg en zal er in geen van de gevallen geluidsoverlast ontstaan. Het criterium geluid wordt daarom niet verder meegenomen in het beoordelingskader.

## 13.4 Natuur

Het subcriterium natuur is opgedeeld in twee aspecten, namelijk landgebruik en natuurvermindering.

Bij landgebruik wordt gekeken hoeveel oppervlak het alternatief in beslag neemt en dit wordt gemonetariseerd door het te vermenigvuldigen met een kengetal, wat aangeeft wat de prijs per vierkante meter per jaar is. Omdat er geen ecologische hoofdstructuren of overige natuurwaarden in de buurt van de Pijlebrug liggen, wordt voor het criterium natuurvermindering uitsluitend gekeken naar het oppervlak wat bebost is. Dit wordt gemonetariseerd door het oppervlak te vermenigvuldigen met een kengetal voor een hectare bos.

### 13.4.1 Landgebruik

In deze paragraaf wordt de oppervlakte van de varianten bepaald en gemonetariseerd. Het oppervlak is bepaald door een goede afbakening te maken van het projectgebied en vervolgens het oppervlak hiervan te bepalen. De afbakening van het projectgebied is op de locaties waar de toe- en afritten afsplitsen van de snelweg en de locaties waar de N371 aansluit op het projectgebied. In tabel 18 zijn de groottes van het oppervlak weergegeven.

|                    | Oppervlak (m <sup>2</sup> ) | Oppervlak t.o.v. variant brug noord |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Variant brug noord | 125.000                     | 0                                   |
| Variant brug zuid  | 130.000                     | 5.000                               |
| Variant ovonde     | 120.000                     | -5.000                              |
| Variant viaduct    | 180.000                     | 55.000                              |

Tabel 18: Oppervlak van de varianten

Nu het verschil in landgebruik bepaald is, wordt deze gemonetariseerd. Volgens het Nederlands instituut Bouwbiologie Ecologie (NIBE, 2002) is de waarde van landgebruik 0,201 euro per m<sup>2</sup> per jaar. In tabel 19 zijn de gemonetariseerde kosten van elke variant weergegeven over de gehele zichtperiode.

|                    | Oppervlak t.o.v. variant brug noord | Gemonetariseerd over de gehele periode |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Variant brug noord | 0                                   | € 0                                    |
| Variant brug zuid  | 5.000                               | € 12.000                               |
| Variant ovonde     | -5.000                              | € -12.000                              |
| Variant viaduct    | 55.000                              | € 132.400                              |

Tabel 19: Gemonetariseerd landgebruik

Variant ovonde heeft het kleinste oppervlak en heeft dus “winst” ten opzichte van variant brug noord. Variant brug zuid heeft iets meer oppervlakte nodig, maar deze verschillen zijn minimaal. Variant viaduct heeft verreweg het meeste land nodig, wat is te verklaren door de grote verbindingbogen van het viaduct.

### 13.4.2 Natuurvermindering

De natuurvermindering is gericht op het oppervlak aan bos in het projectgebied wat verdwijnt door aanleg van desbetreffende variant. De natuurvermindering wordt veroorzaakt doordat wegen verlegd of gebouwd moeten worden op locaties die nu bebost zijn. Van deze locaties wordt het oppervlak bepaald en vervolgens wordt dit gemonetariseerd, de natuurvermindering per locatie is weergegeven in tabel 20.

| Locatie verwijdering              | Oppervlakte verwijdering (m <sup>2</sup> ) | Varianten                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| Tussen rijksomweg en afrit noord  | 2600                                       | Brug noord, brug zuid en viaduct |
| Tussen parallelweg en afrit noord | 1800                                       | Brug noord                       |
| Naast parallelweg                 | 420                                        | Brug zuid                        |
| Toerit zuid                       | 810                                        | Ovonde                           |
| Aansluiting N371 parallelweg      | 1200                                       | Ovonde                           |

Tabel 20: Natuurvermindering per locatie

In tabel 21 is het oppervlak van het verwijderde natuur per variant weergegeven.

|                    | Oppervlak t.o.v. huidige situatie | Oppervlak t.o.v. variant brug noord |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Variant brug noord | 4400                              | 0                                   |
| Variant brug zuid  | 3020                              | -1380                               |
| Variant ovonde     | 2010                              | -2390                               |
| Variant viaduct    | 2600                              | -1800                               |

Tabel 21: Oppervlak natuurvermindering per variant

Nu worden de oppervlaktes bos gemonetariseerd. Dit is gedaan aan de hand van een kengetal, welke 2,97 euro per vierkante meter is. Dit is de waarde die nodig is om het bos te compenseren (Agentschap voor Natuur en Bos, 2002). De gemonetariseerde uitkomst is weergegeven in tabel 22.

|                    | Oppervlak t.o.v. variant brug noord | Gemonetariseerde natuurvermindering |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Variant brug noord | 0                                   | € 0                                 |
| Variant brug zuid  | -1380                               | € -4.100                            |
| Variant ovonde     | -2390                               | € -7.100                            |
| Variant viaduct    | -1800                               | € -5.300                            |

Tabel 22: Gemonetariseerde natuurvermindering

In tabel 22 is te zien dat in alle varianten het oppervlakte bos wat gekapt moet worden, kleiner is dan in variant brug noord. Omdat het om kleine oppervlaktes gaat, is het verschil tussen de varianten ook klein en dit speelt dus nauwelijks een rol in de keuze voor een variant.

### 13.5 Landschappelijke inpassing

Het criterium landschappelijke inpassing wordt kwalitatief gescoord. Hierbij wordt rekening gehouden met het feit dat er al een viaduct aanwezig is, namelijk die van de A32. De scores zijn weergegeven in tabel 23.

|                    | Landschappelijke inpassing |
|--------------------|----------------------------|
| Variant brug noord | 0                          |
| Variant brug zuid  | 0                          |
| Variant ovonde     | -                          |
| Variant viaduct    | --                         |

Tabel 23: Landschappelijke inpassing

De landschappelijke inpassing is afhankelijk van de manier waarop een variant wordt vormgegeven. In deze fase wordt de landschappelijke inpassing gescoord aan de hand van de potentie van een variant. Het gaat er nog niet om hoe de kunstwerken vorm krijgen, maar wat voor mogelijkheden er zijn. Het viaduct scoort als slechtste. Dit komt doordat er op een kleine afstand twee grote kunstwerken, het nieuwe viaduct en dat van de A32, staan in combinatie met het grote landgebruik van deze variant. Ook de ovonde scoort negatief, dit komt doordat er twee bruggen in deze variant aanwezig zijn.



## 14. Kosten

De kosten zijn opgedeeld in bouwkosten en onderhoudskosten. De bouwkosten per variant worden eerst beschreven. Daarna worden de onderhoudskosten per variant behandeld.

### 14.1 Bouwkosten

De bouwkosten zijn per variant opgedeeld. Deze kosten zijn geschat door een specialist van de afdeling Wegen en Kanalen van de Provincie Drenthe. (Zijlstra, 2011b)

| Variant brug noord       | Bouwkosten         |
|--------------------------|--------------------|
| Nieuwe brug met fietspad | € 1.000.000        |
| Rotonde drietaks         | € 400.000          |
| Rotonde drietaks         | € 400.000          |
| Rotonde drietaks         | € 400.000          |
| Rotonde viertaks         | € 450.000          |
| Afrit A32 zuid verleggen | € 250.000          |
| N371 aanpassingen        | € 100.000          |
| Afrit A32 noord          | € 150.000          |
| Parallelweg              | € 200.000          |
| <b>Totaal</b>            | <b>€ 3.350.000</b> |

Tabel 24: Bouwkosten variant brug noord

| Variant brug zuid        | Bouwkosten         |
|--------------------------|--------------------|
| Nieuwe brug met fietspad | € 1.000.000        |
| Rotonde drietaks         | € 400.000          |
| Rotonde viertaks         | € 450.000          |
| Rotonde vijftaks         | € 500.000          |
| Afrit A32 zuid verleggen | € 250.000          |
| N371 aanpassingen        | € 100.000          |
| Afrit A32 noord          | € 200.000          |
| Parallelweg              | € 300.000          |
| 1 hectare grondaankoop   | € 50.000           |
| <b>Totaal</b>            | <b>€ 3.250.000</b> |

Tabel 25: Bouwkosten variant brug zuid

| Variant ovonde           | Bouwkosten         |
|--------------------------|--------------------|
| Nieuwe brug met fietspad | € 900.000          |
| Nieuwe brug              | € 700.000          |
| Rotonde drietaks         | € 400.000          |
| Aanpassingen N371        | € 500.000          |
| Toerit A32 Zuid          | € 150.000          |
| <b>Totaal</b>            | <b>€ 2.650.000</b> |

Tabel 26: Bouwkosten variant ovonde

| Variant viaduct     | Bouwkosten         |
|---------------------|--------------------|
| Viaduct             | € 1.750.000        |
| Verbindingsweg oost | € 650.000          |
| Verbindingsweg west | € 900.000          |
| Rotonde drietaks    | € 400.000          |
| Rotonde drietaks    | € 400.000          |
| Rotonde drietaks    | € 400.000          |
| Afrit A32 zuid      | € 200.000          |
| Grondaankoop        | € 200.000          |
| <b>Totaal</b>       | <b>€ 4.900.000</b> |

Tabel 27: Bouwkosten variant viaduct

In tabel 28 zijn de totale kosten weergegeven en is het verschil met variant brug noord weergegeven.

|                    | Bouwkosten  | Kosten t.o.v. variant brug noord |
|--------------------|-------------|----------------------------------|
| Variant brug noord | € 3.350.000 | € 0                              |
| Variant brug zuid  | € 3.250.000 | € -100.000                       |
| Variant ovonde     | € 2.650.000 | € -700.000                       |
| Variant viaduct    | € 4.900.000 | € 1.550.000                      |

Tabel 28: Bouwkosten

De verschillen tussen de varianten zijn behoorlijk. Variant brug zuid verschilt niet zoveel van variant brug noord, deze is € 100.000 goedkoper. Variant ovonde is het goedkoopst en is € 700.000 euro goedkoper dan variant brug noord. Variant viaduct is verreweg het duurst en is € 1.550.000 duurder dan variant brug noord.

## 14.2 Onderhoud-/ bedieningskosten

De jaarlijkse kosten bestaan uit de onderhoud- en bedieningskosten van het kunstwerk en uit de onderhoudskosten van het asfalt.

Voor een brug is de totale kostenpost € 15.000 per jaar. Een viaduct heeft geen bedieningskosten en heeft daarom een lagere kostenpost. Met het onderhoud van het viaduct is jaarlijks een bedrag gemoeid van € 3.500. In tabel 29 zijn de totale verdisconteerde kosten over de periode 2012-2030 weergegeven voor elke variant.

|                    | Onderhoudskosten kunstwerk | Kosten t.o.v. variant brug noord |
|--------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Variant brug noord | € 179.600                  | € 0                              |
| Variant brug zuid  | € 179.600                  | € 0                              |
| Variant ovonde     | € 359.300                  | € 179.600                        |
| Variant viaduct    | € 41.900                   | € -137.700                       |

Tabel 29: Onderhoudskosten kunstwerk

Variant brug zuid heeft dezelfde kosten als variant brug noord, dat is natuurlijk logisch want ze hebben beide één beweegbare brug. De kosten van variant ovonde zijn tweemaal de kosten van variant brug noord en is daarmee de duurste in onderhoud. Het viaduct heeft de laagste kosten in onderhoud.

Naast deze kosten zijn er ook nog de kosten van het onderhoud van het asfalt en de berm. De kosten van het onderhoud aan asfalt en de berm zijn € 15.000 per jaar per strekkende kilometer (Eerland,

2011). Als dit omgerekend wordt over de periode 2012 tot en met 2030 is dit € 179.600 per strekkende kilometer. De onderhoudskosten van het asfalt en de berm zijn weergegeven in tabel 30.

|                           | Lengte asfalt t.o.v. variant brug noord (m) | Kosten t.o.v. variant brug noord |
|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Variant brug noord</b> | 0                                           | € 0                              |
| <b>Variant brug zuid</b>  | 200                                         | € 35.900                         |
| <b>Variant ovonde</b>     | -250                                        | € -44.900                        |
| <b>Variant viaduct</b>    | 500                                         | € 89.800                         |

Tabel 30: Onderhoudskosten asfalt

Het viaduct boekt een flinke winst op onderhoudskosten van het kunstwerk, maar heeft hogere kosten voor het onderhoud van de wegen, voor variant ovonde is dit net andersom. Hierdoor worden de verschillen kleiner.

De totale kostenpost van het onderhoud is de som van tabel 29 en tabel 30 en is weergegeven in tabel 31.

|                           | Onderhoudskosten t.o.v. variant brug noord |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Variant brug noord</b> | € 0                                        |
| <b>Variant brug zuid</b>  | € 35.900                                   |
| <b>Variant ovonde</b>     | € 134.700                                  |
| <b>Variant viaduct</b>    | € -47.900                                  |

Tabel 31: Onderhoudskosten

Variant viaduct blijft het goedkoopst in onderhoud, maar het verschil met de overige varianten is erg klein vergeleken met het verschil in investeringskosten. Variant ovonde heeft hogere onderhoudskosten maar is weer goedkoper bij het realiseren van de variant. Variant brug noord en variant brug zuid hebben slechts een klein verschil, doordat variant brug zuid iets meer weglengte heeft.

## 15. Effecten basis toekomstscenario

In dit hoofdstuk worden de ingevulde beoordelingskaders weergegeven en beschreven. De effecten die weergegeven zijn in de beoordelingskaders zijn allemaal ten opzichte van variant brug noord. Indien de scores lager dan nul zijn, betekent het een winst ten opzichte van variant brug noord. In dit beoordelingskader zijn alle getallen weergegeven als eenheden danwel veelvoud van €100.000, door deze afronding kan het voorkomen dat de uitkomst niet gelijk is aan de som van de afgeronde scores.

### 15.1 Effecten variant brug zuid

In tabel 32 zijn de effecten van variant brug zuid ten opzichte van variant brug noord weergegeven.

| Criterium                   | Score variant brug zuid |
|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                         |
| Reistijd                    | € 100.000               |
| Betrouwbaarheid             | € 100.000               |
| Reisafstand                 | € -500.000              |
| Accijns                     | € 100.000               |
| <b>Veiligheid</b>           |                         |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                         |
| <i>Auto</i>                 | +++                     |
| <i>Fiets</i>                | ++                      |
| Externe veiligheid          | 0                       |
| <b>Leefomgeving</b>         |                         |
| Emissies                    | € -100.000              |
| Luchtkwaliteit              | 0                       |
| <b>Geluid</b>               |                         |
| <b>Natuur</b>               |                         |
| <i>Landgebruik</i>          | € 0                     |
| <i>Natuur</i>               | € 0                     |
| Landschappelijke inpassing  | 0                       |
| <b>Kosten</b>               |                         |
| Investeringskosten          | € -100.000              |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                     |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ -300.000</b>       |

Tabel 32: Effecten variant brug zuid

Variant brug zuid heeft een winst van €300.000 ten opzichte van variant brug noord. De investeringskosten zijn lager dan bij variant brug noord en als de onderhoudskosten meegerekend worden, zijn de kosten voor de Provincie Drenthe nog steeds lager dan een brug aan de noordkant. Daarnaast zijn de effecten voor de weggebruiker eveneens positief, aangezien de sommatie van de reistijd, betrouwbaarheid en reisafstand een winst laat zien. De verkeersstromen met de grootste winst zijn de verkeersstromen van Meppel en Nijeveen richting de A32 in zuidelijke richting. Opvallend is het dat de tegengestelde richting, van de A32 zuid naar Meppel en Nijeveen, juist de

verkeersstroom is met de grootste verliezen. Dit is te verklaren doordat de brug nu aan de kant van de toerit ligt in plaats van aan de kant van de afrit. De toerit is hierdoor gemakkelijker te bereiken vanuit Meppel en Nijeveen. De winst voor deze verkeersstromen is groter dan het verlies. Overige verkeersstromen die winst maken, bijvoorbeeld van Meppel en Nijeveen richting Noord III, hebben een dermate lage intensiteit dat het niet tot de grote winnaars hoort. Ditzelfde geldt bij de verkeersstromen met een verlies, bijvoorbeeld van gemeente Westerveld richting de A32 in noordelijke richting.

De kwalitatieve scores van variant brug zuid zijn allemaal gelijk of hoger dan de scores van variant brug noord, wat inhoudt dat ook deze criteria een positieve score geven aan variant brug zuid. De totale winst van deze variant ten opzichte van variant brug noord is € 300.000 plus een veiligere situatie voor zowel het auto- als het fietsverkeer.

## 15.2 Effecten variant ovonde

In tabel 33 zijn de effecten van variant ovonde ten opzichte van variant brug noord weergegeven.

| Criterium                   | Score variant ovonde |
|-----------------------------|----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                      |
| Reistijd                    | € 1.200.000          |
| Betrouwbaarheid             | € 1.200.000          |
| Reisafstand                 | € -100.000           |
| Accijns                     | € 0                  |
| <b>Veiligheid</b>           |                      |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                      |
| <i>Auto</i>                 | +                    |
| <i>Fiets</i>                | +                    |
| Externe veiligheid          | 0                    |
| <b>Leefomgeving</b>         |                      |
| Emissies                    | € 0                  |
| Luchtkwaliteit              | 0                    |
| <b>Geluid</b>               |                      |
| <b>Natuur</b>               |                      |
| <i>Landgebruik</i>          | € 0                  |
| <i>Natuur</i>               | € 0                  |
| Landschappelijke inpassing  | -                    |
| <b>Kosten</b>               |                      |
| Investeringskosten          | € -700.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 100.000            |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ 1.700.000</b>   |

Tabel 33: Effecten variant ovonde

Variant ovonde heeft een verlies van € 1.700.000 ten opzichte van variant brug noord. De bouwkosten liggen een stuk lager dan bij variant brug noord maar daar tegenover staan de negatieve

effecten. De reisafstand is wel verbeterd, maar de voertuiguren zijn toegenomen waardoor hetzelfde geldt voor reistijd. Doordat er veel meer verkeer een brug moet passeren, is de betrouwbaarheid minder geworden. De verkeersstroom die het grootste verlies lijdt, is het verkeer vanuit de gemeente Westerveld richting de A32 in zuidelijke richting. Een andere belangrijke verkeersstroom waarvoor de situatie minder gunstig is, is de verkeersstroom van Meppel naar A32 noord. Verkeersstromen die baat hebben bij variant ovonde zijn de stromen vanuit Meppel en Nijeveen richting de A32 in zuidelijke richting. De baten komen dus bij dezelfde personen terecht als bij variant brug zuid, echter worden de negatieve gevolgen hier door een andere groep gedragen en zijn de verliezen groter dan de winsten.

Variant ovonde heeft een negatieve kwalitatieve beoordeling op de landschappelijke inpassing. Daar tegenover staat dat de situatie voor zowel het auto- als het fietsverkeer verbeterd ten opzichte van variant brug zuid.

De Provincie Drenthe hoeft minder te investeren in deze variant, maar de weggebruiker zal opdraaien voor deze kosten, aangezien zij gezamenlijk een verlies van ruim € 2.000.000 hebben ten opzichte van variant brug noord.



### 15.3 Effecten variant viaduct

In tabel 34 zijn de effecten van variant viaduct weergegeven.

| Criterium                   | Score variant viaduct |
|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                       |
| Reistijd                    | € 6.000.000           |
| Betrouwbaarheid             | € -1.500.000          |
| Reisafstand                 | € 3.700.000           |
| Accijns                     | € -1.000.000          |
| <b>Veiligheid</b>           |                       |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                       |
| <i>Auto</i>                 | ++                    |
| <i>Fiets</i>                | -                     |
| Externe veiligheid          | -                     |
| <b>Leefomgeving</b>         |                       |
| Emissies                    | € 500.000             |
| Luchtkwaliteit              | -                     |
| Geluid                      |                       |
| <b>Natuur</b>               |                       |
| <i>Landgebruik</i>          | € 100.000             |
| <i>Natuur</i>               | € 0                   |
| Landschappelijke inpassing  | --                    |
| <b>Kosten</b>               |                       |
| Investeringskosten          | € 1.600.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                   |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ 9.300.000</b>    |

Tabel 34: Effecten variant viaduct

De effecten van variant viaduct zijn extremer dan dat van de overige varianten. Door de verbindingsslussen zijn de voertuigkilometers en voertuiguren flink toegenomen, waardoor de reistijd en de reisafstand flink stijgen. Doordat er geen beweegbare brug in deze variant zit, levert de betrouwbaarheid een flinke winst op. De uitkomst van de gemonetariseerde effecten is een verlies van € 9.300.000. Zowel de Provincie Drenthe als de weggebruiker hebben extra kosten bij deze variant. In deze variant heeft geen verkeersstroom een grote winst. De grootste verliezen zijn de verkeersstromen vanuit Nijveen en Meppel richting de A32 in zuidelijke richting en terug. Ook de rechtdoorgaande stroom op de N371 lijdt een verlies in variant viaduct.

De kwalitatieve scores geven ook geen positief beeld van variant viaduct. De verkeersveiligheid van de auto neemt toe, maar de overige criteria krijgen allemaal een negatieve score. Zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve uitkomst is niet positief voor variant viaduct.

## 15.4 Conclusie basis toekomstscenario

Zoals in de tabellen met effecten te zien valt, wijkt de situatie van variant viaduct sterk af van de overige drie varianten. Variant viaduct is zowel voor de Provincie Drenthe als voor de weggebruiker het slechtste alternatief. Ook de kwalitatieve beoordeling van deze variant is op vier van de vijf aspecten negatief. Deze variant is dus duidelijk het slechtste alternatief in het basis toekomstscenario.

De scores van de overige drie varianten liggen dicht bij elkaar. Toch is duidelijk te zien dat variant ovonde minder goed scoort op de gemonetariseerde effecten, maar is daarentegen wel veiliger voor zowel de auto als de fiets dan variant brug noord. Om te beoordelen of deze variant beter is dan variant brug noord moeten de kosten tegen de veiligheid afgewogen worden.

De belangrijkste conclusie is dat variant brug zuid het beste scoort. De uitkomst van de gemonetariseerde effecten is positief voor zowel de weggebruiker als de Provincie Drenthe. Daarnaast heeft deze variant op de kwalitatieve criteria altijd de (gedeelde) hoogste score. Variant brug zuid is de beste variant en deze conclusie is niet afhankelijk van het belang wat toegekend wordt aan de kwalitatieve aspecten, aangezien het hierop altijd de hoogste score behaalt.

Als het basis toekomstscenario zich zou ontwikkelen, dan is variant brug zuid het beste alternatief voor het projectgebied Pijlebrug.

## 16. Gevoeligheidsanalyses

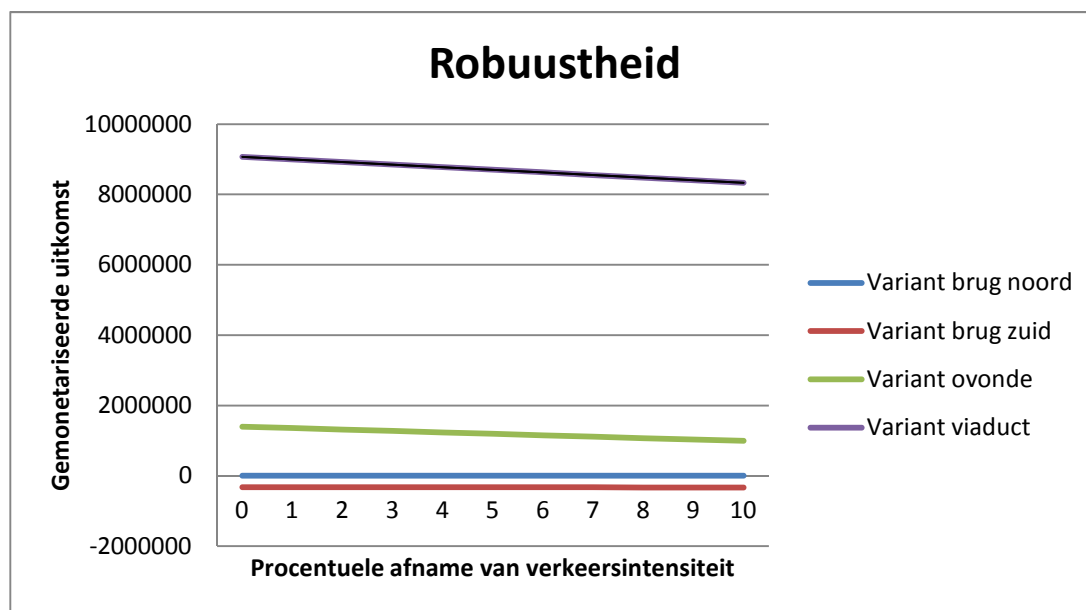
In dit hoofdstuk zijn de effecten van veranderingen geanalyseerd. Als eerst wordt het effect van een ander WLO-scenario bekeken en vervolgens worden de effecten van de regionale ontwikkelingen in kaart gebracht. Ten slot wordt er nog gekeken wat het effect is wanneer er een andere methode voor betrouwbaarheid wordt toegepast en wat het effect is als het regime met betrekking tot de brugopeningen wordt aangepast.

### 16.1 WLO-scenario's

In de analyse voor WLO-scenario's wordt getest wat de invloed op de varianten is wanneer de verkeersstromen kleiner zullen zijn dan waar in het basis onderzoek rekening mee gehouden is. In de eerste analyse zullen alle verkeersstromen krimpen, in de tweede analyse zal de ene verkeersstroom meer krimpen dan de ander, waardoor er een andere verhouding van het verkeer ontstaat.

#### 16.1.1 Lagere intensiteiten

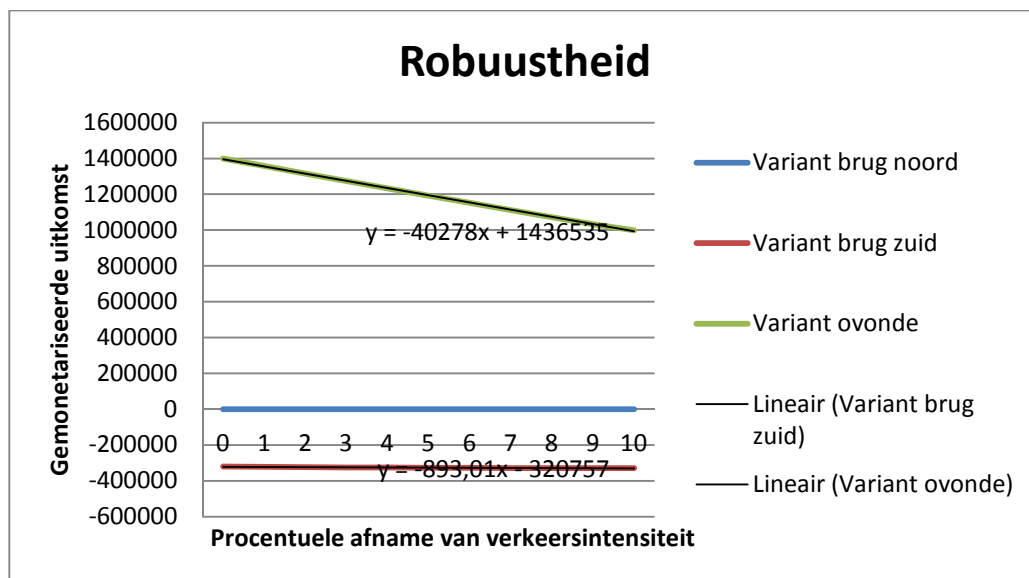
In deze analyse zijn de intensiteiten van de verkeersstromen naar beneden bijgesteld. In hoofdstuk 9 is beschreven dat het gemiddelde verschil tussen het hoge en lage groeiscenario 6,91% was. In deze analyse zijn de uitkomsten van de varianten bekeken voor een daling in de intensiteit van 1,0% tot en met 10,0%. De totale uitkomsten zijn weergegeven in figuur 33. Ook al zijn alleen de baten afhankelijk van de verkeersintensiteit, er is voor gekozen om ook de totale uitkomst weer te geven zodat de verandering in goed perspectief te zien is.



Figuur 33: Robuustheid van de varianten

In de grafiek is duidelijk te zien dat de volgorde van de varianten niet verandert als de verkeersintensiteit afneemt tot 10%. Het verschil tussen de varianten neemt wel af. Doordat de intensiteit daalt, daalt ook het verschil in de voertuigkilometers en de voertuiguren waardoor het totale verschil tussen de varianten ook kleiner wordt.

In figuur 34 is dezelfde grafiek weergegeven, maar dan zonder variant viaduct.



Figuur 34: Robuustheid van de varianten brug noord, brug zuid en ovonde

In figuur 34 is te zien dat variant ovonde sterk daalt wanneer de verkeersintensiteit afneemt. Dit is te verklaren doordat variant ovonde de laagste investeringskosten heeft. Door een daling van de intensiteiten neemt de invloed van deze criteria af. De trendlijnen van de varianten zijn weergegeven, hiermee kunnen de snijpunten van de varianten berekend worden. Doordat variant brug zuid een negatieve richtingscoëfficiënt heeft en al lager start, zal variant brug zuid altijd beter zijn dan variant brug noord.

De trendlijn van variant ovonde daalt sterker dan die van variant brug zuid. Als de verkeersintensiteiten van het projectgebied met 45% of meer dalen dan is variant ovonde de beste variant. Een daling van deze grootte is zeer onwaarschijnlijk en buiten de marges van het WLO-scenario, daardoor kan er geconcludeerd worden dat als alle verkeersstromen met hetzelfde percentage dalen, variant brug zuid de beste variant blijft.

### 16.1.2 Andere verhoudingen in verkeersstromen

In deze paragraaf wordt gekeken wat er gebeurt indien de verhoudingen tussen de verkeersstromen veranderen. Het verschil tussen de WLO-scenario's is groter voor de gemeente Meppel dan voor de gemeente Westerveld. Indien een ander WLO-scenario zich voltrekt dan waar rekening mee is gehouden, veranderen de verhoudingen van de verkeersstromen in het projectgebied. In tabel 35 zijn de verschillen tussen de WLO-scenario's Global Economy en Regional Communities weergegeven.

|                     | 2022    | 2030    | Gemiddeld |
|---------------------|---------|---------|-----------|
| Vanuit Havelte      | -6,51%  | -9,28%  | -5,31%    |
| Vanuit Meppel       | -12,72% | -19,68% | -11,13%   |
| NVL                 | 0       | 0       | 0         |
| Vanuit Parallelweg  | -12,72% | -19,68% | -12,37%   |
| Vanaf Snelweg Noord | -7,39%  | -11,67% | -5,93%    |
| Vanaf Snelweg Zuid  | -7,67%  | -11,81% | -7,04%    |
| Totaal              | -8,01%  | -11,56% | -6,91%    |

Tabel 35: Verschil in intensiteit van het RC scenario ten opzichte van het GE scenario

Aan de hand van de getallen uit tabel 35 zijn de OD-matrices aangepast. Dit houdt in dat de aanname is gedaan dat de routekeuze constant blijft ook al verandert de intensiteit van de verkeersstroom. Deze aanname kan gedaan worden omdat er geen sprake is van een drukke verkeersstroom waardoor de reistijd nagenoeg constant is. Dit houdt in dat de variabelen van routekeuze dus nauwelijks veranderen, waardoor de routekeuze nagenoeg constant blijft ook al verminderen de intensiteiten. In tabel 36 zijn de uitkomsten van de varianten weergegeven wanneer er rekening is gehouden met het Regional Communities scenario.

| Criterium                   | Score variant brug zuid | Score variant ovonde | Score variant viaduct |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                         |                      |                       |
| Reistijd                    | € 100.000               | € 1.200.000          | € 5.500.000           |
| Betrouwbaarheid             | € 0                     | € 1.000.000          | € -1.500.000          |
| Reisafstand                 | € -500.000              | € -100.000           | € 3.400.000           |
| Accijns                     | € 100.000               | € 0                  | € -900.000            |
| <b>Veiligheid</b>           |                         |                      |                       |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                         |                      |                       |
| Auto                        | +++                     | +                    | ++                    |
| Fiets                       | ++                      | +                    | -                     |
| Externe veiligheid          | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Leefomgeving</b>         |                         |                      |                       |
| Emissies                    | € -100.000              | € 0                  | € 500.000             |
| Luchtkwaliteit              | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Geluid</b>               |                         |                      |                       |
| <b>Natuur</b>               |                         |                      |                       |
| Landgebruik                 | € 0                     | € 0                  | € 100.000             |
| Natuur                      | € 0                     | € 0                  | € 0                   |
| Landschappelijke inpassing  | 0                       | -                    | --                    |
| <b>Kosten</b>               |                         |                      |                       |
| Investeringskosten          | € -100.000              | € -700.000           | € 1.600.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                     | € 100.000            | € 0                   |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ -300.000</b>       | <b>€ 1.500.000</b>   | <b>€ 8.700.000</b>    |

Tabel 36: Uitkomst robuustheidsanalyse

De uitkomsten van de varianten zijn niet dusdanig veranderd dat er een andere volgorde van de uitkomsten is ontstaan. Variant brug zuid is de beste variant, met nagenoeg dezelfde marge op variant brug noord als in het basis toekomstscenario. De gemonetariseerde uitkomsten van variant ovonde en variant viaduct zijn iets verbeterd, maar beide komen nog lang niet in de buurt van variant brug noord en variant brug zuid.

Een ander WLO-scenario heeft wel enige invloed op de uitkomsten, maar verandert het totaalbeeld nauwelijks. Het verschil tussen variant brug noord en variant brug zuid verandert niet en de overige twee varianten stijgen niet zo sterk dat ze de beste uitkomst hebben.

## 16.2 Regionale ontwikkelingen

Naast de analyse van de WLO-scenario's worden ook de verschillende regionale ontwikkelingen geanalyseerd. In dit hoofdstuk wordt gekeken welke variant het beste scoort bij bepaalde ontwikkelingen en eveneens wat het effect is van de ontwikkeling. Dit laatste wordt gedaan door het te vergelijken met de overige toekomstscenario's. Voor deze analyse wordt alleen rekening gehouden met het WLO-scenario Global Economy. Hiervoor is gekozen omdat in de analyse van de WLO-scenario's is gebleken dat de verschillende scenario's nauwelijks invloed hebben op de uitkomsten.

### 16.2.1 Toekomst met alleen 1<sup>e</sup> fase Nieuwveense Landen

In deze paragraaf is er vanuit gegaan dat alleen de eerste fase van de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen gerealiseerd wordt. Verder zijn alle berekeningen op dezelfde manier uitgevoerd als bij het basis toekomstscenario, daarom worden alleen de resultaten weergegeven in tabel 37.

| Criterium                   | Score variant brug zuid | Score variant ovonde | Score variant viaduct |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                         |                      |                       |
| Reistijd                    | € 200.000               | € 1.200.000          | € 5.800.000           |
| Betrouwbaarheid             | € 0                     | € 900.000            | € 1.500.000           |
| Reisafstand                 | € -400.000              | € -100.000           | € 3.600.000           |
| Accijns                     | € 100.000               | € 00                 | € -1.000.000          |
| <b>Veiligheid</b>           |                         |                      |                       |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                         |                      |                       |
| Auto                        | +++                     | +                    | ++                    |
| Fiets                       | ++                      | +                    | -                     |
| Externe veiligheid          | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Leefomgeving</b>         |                         |                      |                       |
| Emissies                    | € -100.000              | € 0                  | € 500.000             |
| Luchtkwaliteit              | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Geluid</b>               |                         |                      |                       |
| <b>Natuur</b>               |                         |                      |                       |
| Landgebruik                 | € 0                     | € 0                  | € 100.000             |
| Natuur                      | € 0                     | € 0                  | € 0                   |
| Landschappelijke inpassing  | 0                       | -                    | --                    |
| <b>Kosten</b>               |                         |                      |                       |
| Investeringskosten          | € -100.000              | € -700.000           | € 1.600.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                     | € 100.000            | € 0                   |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ -200.000</b>       | <b>€ 1.400.000</b>   | <b>€ 9.100.000</b>    |

Tabel 37: Effecten bij een toekomst met alleen 1<sup>e</sup> fase Nieuwveense Landen

Het verkeer vanuit Nieuwveense Landen heeft baat bij een brug aan de zuidkant, aangezien zij in deze variant de toeritten van de A32 het gemakkelijkst kan bereiken. In de uitkomst is te zien dat variant brug zuid minder goed scoort dan in het basis toekomstscenario, het verschil is gedaald met ongeveer € 100.000. Desondanks blijft het de beste variant. De uitkomsten van variant ovonde en variant viaduct zijn verbeterd. Deze verbetering is erg klein, waardoor de varianten beiden een

slechte score hebben. De kwalitatieve scores zijn niet gewijzigd, waardoor variant brug zuid zowel kwalitatief als kwantitatief de beste score heeft, ook al is de score iets minder goed doordat de tweede fase van Nieuwveense Landen niet gerealiseerd wordt.

### 16.2.2 Toekomst scenario verbinding Noord II en Noord III

In dit toekomstscenario is een verbinding gemaakt tussen de industriegebieden Noord II en Noord III. Deze verbinding geeft de mogelijkheid om Noord II (deels) via de Pijlebrug te ontsluiten. In tabel 38 zijn de resultaten weergegeven.

| Criterium                   | Score variant brug zuid | Score variant ovonde | Score variant viaduct |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                         |                      |                       |
| Reistijd                    | € 0                     | € 1.000.000          | € 6.400.000           |
| Betrouwbaarheid             | € 100.000               | € 1.100.000          | € - 1.800.000         |
| Reisafstand                 | € -600.000              | € -200.000           | € 3.900.000           |
| Accijns                     | € 200.000               | € 100.000            | € -1.100.000          |
| <b>Veiligheid</b>           |                         |                      |                       |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                         |                      |                       |
| Auto                        | +++                     | +                    | ++                    |
| Fiets                       | ++                      | +                    | -                     |
| Externe veiligheid          | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Leefomgeving</b>         |                         |                      |                       |
| Emissies                    | € -100.000              | € 0                  | € 600.000             |
| Luchtkwaliteit              | 0                       | 0                    | -                     |
| <b>Geluid</b>               |                         |                      |                       |
| <b>Natuur</b>               |                         |                      |                       |
| Landgebruik                 | € 0                     | € 0                  | € 100.000             |
| Natuur                      | € 0                     | € 0                  | € 0                   |
| Landschappelijke inpassing  | 0                       | -                    | --                    |
| <b>Kosten</b>               |                         |                      |                       |
| Investeringskosten          | € -100.000              | € -700.000           | € 1.600.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                     | € 100.000            | € 0                   |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ -400.000</b>       | <b>€ 1.400.000</b>   | <b>€ 9.800.000</b>    |

Tabel 38: Effecten toekomst met een verbinding tussen Noord II en Noord III

Indien de verbinding tussen Noord II en Noord III gerealiseerd wordt, is variant brug zuid wederom de beste variant. Het verschil is ruim € 100.000 groter dan bij het basis toekomstscenario. Dit is te verklaren doordat het verkeer vanaf het industriegebied baat heeft bij een brug aan de zuidkant. Doordat de intensiteit van deze verkeersstroom zal stijgen door de verbinding met Noord II wordt het verschil tussen variant brug zuid en variant brug noord groter. Ook de uitkomst van variant ovonde is verbeterd ten opzichte van de vorige scenario's, maar eindigt als derde variant. Wederom is variant viaduct verreweg de slechtste variant.



### 16.2.3 Toekomstscenario zonder industrieontwikkeling

In dit toekomstscenario is geen rekening gehouden met de ontwikkeling van industrie. Noord III zal dus niet gerealiseerd worden in dit scenario. In tabel 39 zijn de effecten van dit toekomstscenario weergegeven.

| Criterion                   | Score variant brug zuid | Score variant ovonde | Score variant viaduct |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Bereikbaarheid</b>       |                         |                      |                       |
| Reistijd                    | € 500.000               | € 1.500.000          | € 5.600.000           |
| Betrouwbaarheid             | € 100.000               | € 800.000            | € -1.100.000          |
| Reisafstand                 | € -300.000              | € 100.000            | € 3.400.000           |
| Accijns                     | € 100.000               | € 0                  | € -900.000            |
| <b>Veiligheid</b>           |                         |                      |                       |
| <b>Verkeersveiligheid</b>   |                         |                      |                       |
| Auto                        | +++                     | +                    | ++                    |
| Fiets                       | ++                      | +                    | -                     |
| Externe veiligheid          | 0                       | 0                    | 0                     |
| <b>Leefomgeving</b>         |                         |                      |                       |
| Emissies                    | € 0                     | € 100.000            | € 500.000             |
| Luchtkwaliteit              | 0                       | 0                    | 0                     |
| <b>Geluid</b>               |                         |                      |                       |
| <b>Natuur</b>               |                         |                      |                       |
| Landgebruik                 | € 0                     | € 0                  | € 100.000             |
| Natuur                      | € 0                     | € 0                  | € 0                   |
| Landschappelijke inpassing  | 0                       | -                    | --                    |
| <b>Kosten</b>               |                         |                      |                       |
| Investeringskosten          | € -100.000              | € -700.000           | € 1.600.000           |
| Beheer- en onderhoudskosten | € 0                     | € 100.000            | € 0                   |
| <b>Totaal</b>               | <b>€ 200.000</b>        | <b>€ 1.800.000</b>   | <b>€ 9.200.000</b>    |

Tabel 39: Effecten toekomst zonder Noord III

Als er geen industrie ontwikkeld wordt, is de uitkomst van variant brug zuid minder goed dan in de vorige toekomstscenario's. De kosten van deze variant zijn met €500.000 gestegen, waardoor de gemonetariseerde uitkomst minder goed is dan de uitkomst van variant brug noord. Het verschil is €200.000 in het voordeel van variant brug noord. Dit betekent overigens niet direct dat variant brug noord de beste variant is bij het toekomstscenario zonder industrieontwikkeling. De kwalitatieve scores zijn in het voordeel van variant brug zuid, die een hogere veiligheidsscore heeft voor zowel het auto- als het fietsverkeer. Er zal in dit toekomstscenario een afweging gemaakt moeten worden tussen de veiligheid van beide varianten en de kosten, welke € 200.000 verschillen.

### 16.3 Betrouwbaarheid volgens 95% buffertijd

In de 95% buffertijd methode wordt gekeken wat de reiziger voor buffer in moet bouwen om in 95% van de gevallen op tijd te komen.

In dit project ondervindt nog geen 2% van de voertuigen hinder van de brug. Dit betekent dat ruim 98% van de reizigers geen vertraging heeft. De 95% percentiel reistijd is dus gelijk aan de reistijd zonder vertraging en dat maakt de buffertijd 0. Wanneer deze methode gebruikt wordt, hoeft de onbetrouwbaarheid van de Pijlebrug dus niet gewaardeerd te worden.

In het basis toekomstscenario betekent dit dat variant brug zuid met € 100.000 winst nog steviger de beste variant is. Variant ovonde loopt met een winst van € 1.200.000 flink in op variant brug zuid en variant brug noord, maar blijft nog steeds de derde variant. Variant viaduct had een enorme winst op betrouwbaarheid, welke nu komt te vervallen. Hierdoor wordt het verlies van variant viaduct €1.500.000 groter, waardoor de slechtste variant nog slechter wordt.

Hetzelfde beeld is te zien bij de overige toekomstscenario's. In geen enkel geval zorgt de andere manier van waardering van betrouwbaarheid voor een verschuiving in de volgorde van de varianten. Het effect is in elk scenario in het voordeel van variant brug zuid en variant viaduct.

## 16.4 Brugopeningen

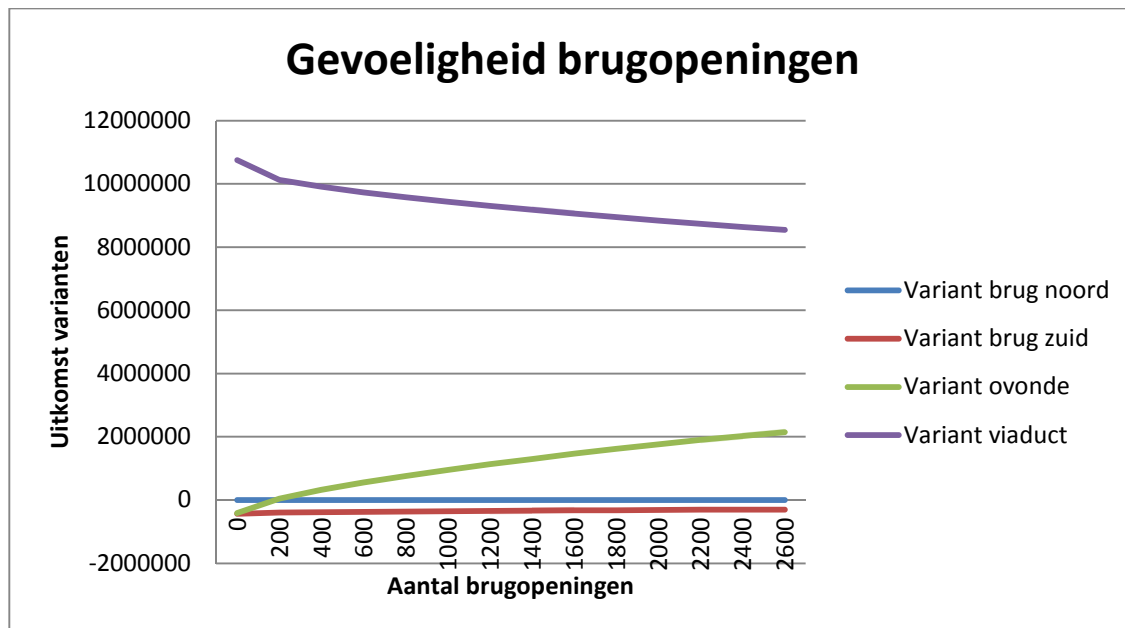
Het huidige regime is dat de brug vrijwel direct geopend wordt indien een boot bij de brug gearriveerd is. In totaal zijn dit ongeveer 1750 openingen van gemiddeld drie minuten (Zijlstra, Opening Pijlebrug, 2011a). De Provincie Drenthe heeft aangegeven het huidige regime niet te willen veranderen. In deze analyse wordt er toch gekeken wat het effect op de uitkomsten is wanneer het aantal brugopeningen veranderd. Dit kan veroorzaakt worden door een ander regime of door een verandering in het aantal boten.

Als het aantal brugopeningen verandert, verandert natuurlijk de betrouwbaarheid. Naast de betrouwbaarheid veranderen ook de andere bereikbaarheidscriteria. Als het aantal openingen daalt dan zal het aantal voertuiguren ook dalen. Omdat er in de voertuigkilometers kosten verwerkt zitten voor het stationair draaien van de motor zullen de criteria die afhankelijk zijn van de voertuigkilometers ook veranderen.

Indien de intensiteit van de scheepvaart stijgt en het huidige regime gehandhaafd blijft, zal het aantal brugopeningen stijgen. Bij een stijging van 50% van de openingen, van 1750 naar 2625, verandert de uitkomst van variant brug zuid nauwelijks. Deze stijging zorgt voor een verlies van € 20.000. Variant ovonde is gevoeliger voor het aantal brugopeningen en heeft een verlies van bijna € 600.000. Dit komt doordat de verkeersstroom over de brug een grotere intensiteit heeft, waardoor de verkeersstroom die door de brugopeningen beïnvloed wordt, groter is. Variant viaduct heeft winst van € 450.000 bij een stijging van 50% van het aantal brugopeningen. Deze stijging is natuurlijk logisch aangezien variant viaduct de enige is die geen hinder ondervindt van de brugopeningen, aangezien er geen brug is.

Ook is er gekeken naar een daling van 50% van het aantal brugopeningen. Dit kan veroorzaakt worden door bijvoorbeeld een daling van de intensiteit van de scheepvaart of een ander regime waarbij scheepvaart moet wachten en zich moet clusteren. In dit geval zullen de uitkomsten tegengesteld zijn aan de uitkomsten van de stijging. Variant brug zuid boekt een winst van € 35.000, variant ovonde boekt een winst van €700.000 en variant viaduct lijdt een verlies van ruim € 500.000.

In figuur 35 is de gevoeligheid van de varianten ten opzichte van het aantal brugopeningen weergegeven.



**Figuur 35: Gevoeligheid van de uitkomsten ten opzichte van het aantal brugopeningen**

In figuur 35 is te zien dat variant brug zuid niet erg gevoelig reageert op het aantal brugopeningen. In alle gevallen is variant brug zuid de beste variant. Variant ovonde reageert gevoeliger op het aantal brugopeningen en benadert variant brug zuid bij nul brugopeningen. Variant viaduct krijgt een betere uitkomst naarmate het aantal brugopeningen stijgt, maar het verschil is dermate groot dat het niet in de buurt komt van de overige varianten.

## 17. Conclusie

Het basis toekomstscenario, waarin zowel Nieuwveense Landen als industrieterrein Noord III ontwikkeld wordt, laat een duidelijk beeld zien. De uitkomst van het basis toekomstscenario is dat variant brug zuid zowel kwalitatief als kwantitatief de beste variant is. De gemonetariseerde uitkomst laat zien dat deze variant een winst boekt van € 300.000 ten opzichte van variant brug noord. Daarnaast heeft deze variant voor zowel de weggebruiker als de wegbeheerder een positieve gemonetariseerde uitkomst, waardoor de winst van deze variant over beide partijen is verdeeld. Variant brug noord heeft de tweede uitkomst, op ruime afstand gevolgd door variant ovonde en variant viaduct.

De kwalitatieve scores laten zien dat variant brug zuid variant het veiligst is voor zowel het auto- als het fietsverkeer. Omdat zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve scores het hoogst scoren hoeven ze niet tegen elkaar afgewogen te worden om te zien dat variant brug zuid de beste variant is.

Naast het basis toekomstscenario zijn er nog een aantal andere scenario's doorgerekend. In de gevoeligheidsanalyse zijn de gevolgen voor de uitkomsten berekend als de bevolking in de regio een andere ontwikkeling doormaakt dan in het basis toekomstscenario. Hieruit bleek dat het verschil tussen variant brug noord en variant brug zuid nagenoeg constant blijft, ook al dalen de intensiteiten. De varianten ovonde en viaduct tonen een lichte verbetering, maar het verschil met de overige twee varianten blijft groot.

In de gevoeligheidsanalyse is eveneens gekeken wat de invloed van de verschillende regionale ontwikkelingen is. In de eerste analyse is gekeken wat de invloed is wanneer van de nieuwbouwwijk Nieuwveense Landen alleen de 1<sup>e</sup> fase wordt gerealiseerd. Hieruit blijkt dat de uitkomst van variant brug zuid minder gunstig wordt, maar dat deze variant nog steeds de beste uitkomst heeft. De daling van € 100.000 kan verklaard worden doordat het verkeer vanuit Nieuwveense Landen baat heeft bij een brug aan de zuidkant, omdat het verkeer vanuit de nieuwbouwwijk in die variant de kortste afstanden hoeft af te leggen richting de A32. Variant brug zuid is gunstig voor de bewoners van Nieuwveense Landen, maar als alleen de 1<sup>e</sup> fase wordt gerealiseerd, is deze variant toch de beste keuze met een winst van ruim € 200.000 ten opzichte van variant brug noord.

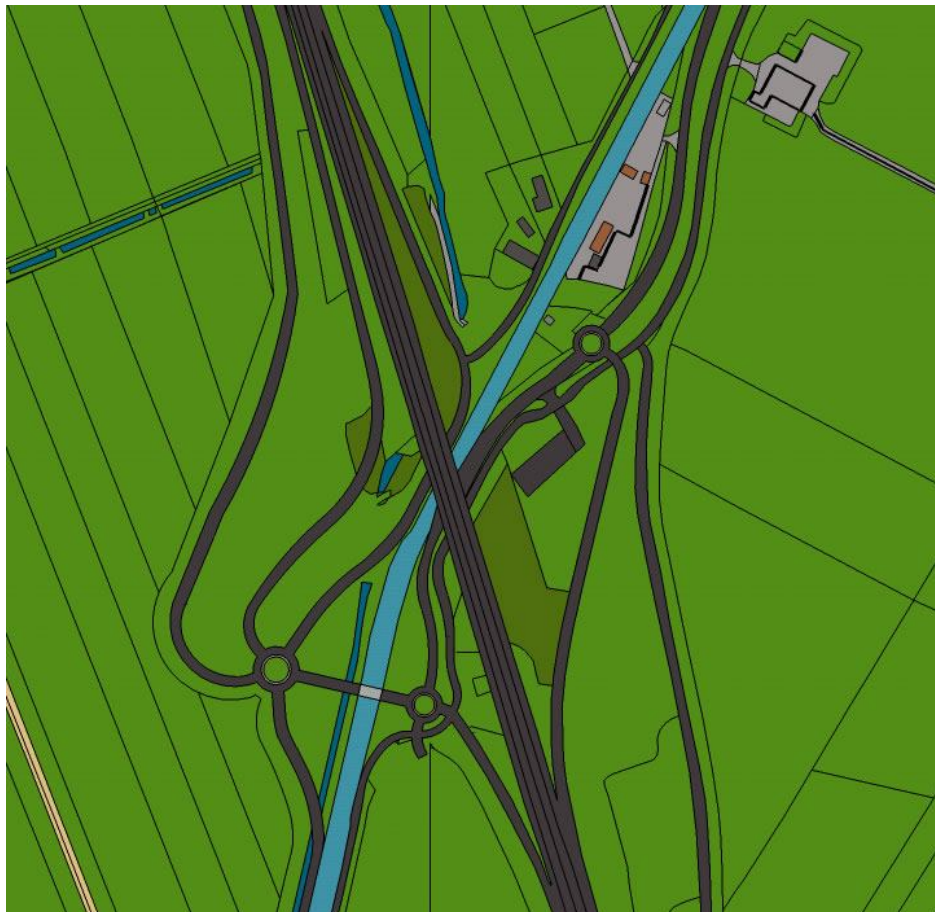
De tweede en derde analyse hebben betrekking op de ontwikkeling van het industrieterrein. In de eerste analyse wordt onderzocht wat de uitkomsten zijn wanneer er een verbinding komt tussen het industrieterrein Noord II en Noord III. Hieruit blijkt dat variant brug zuid beter scoort indien er een verbinding komt. De stijging in de winst van € 100.000 wordt verklaard doordat het industrieterrein aan de zuidkant van het projectgebied ligt. Indien het industrieterrein uitgebreid wordt door de verbinding, heeft het verkeer baat bij een brug aan de zuidkant. De totale winst ten opzichte van variant brug noord is ruim € 400.000.

De derde analyse houdt rekening met het niet ontwikkelen van industrieterrein Noord III. In de vorige analyse werd geconcludeerd dat het industrieterrein een positief effect heeft op variant brug zuid. Dit zien we in deze analyse terug. Variant brug zuid heeft een daling van € 500.000, ten opzichte van variant brug noord, doordat het industrieterrein Noord III niet ontwikkeld wordt. Hierdoor is de gemonetariseerde uitkomst van variant brug noord de beste, met een winst van € 200.000 ten opzichte van variant brug zuid. Dit betekent niet direct dat variant brug noord de beste variant is bij dit toekomstscenario. De kwalitatieve scores zijn in het voordeel van variant brug noord, welke een hogere veiligheid heeft voor zowel het auto- als het fietsverkeer.

Uit de analyses blijkt dat variant brug zuid een betere score krijgt indien de Nieuwveense Landen gerealiseerd wordt en dat hetzelfde geldt voor het ontwikkelen van industrie, waarbij de industrie de belangrijkste factor van deze twee is.

In de gevoeligheidsanalyse zijn de effecten van het gebruik van een andere methode voor betrouwbaarheid bekeken, net als de gevoeligheid met betrekking tot het aantal brugopeningen. In beide analyses bleek dat variant brug zuid niet erg gevoelig op deze aspecten reageerde en dat het in alle gevallen de beste variant was.

De keuze voor een variant is afhankelijk van het meest realistische toekomstscenario. Zowel de Provincie Drenthe als de Gemeente Meppel hebben aangegeven de nieuwbouw van woningen en industrie als reëel te zien, waardoor geconcludeerd kan worden dat variant brug zuid de beste variant is. Deze variant scoort dan zowel kwalitatief als kwantitatief het beste en daarnaast heeft deze variant voor zowel de wegbeheerder als de weggebruiker een positief effect. Daarnaast reageert variant brug zuid niet erg gevoelig in de gevoeligheidsanalyse, waaruit blijkt dat deze variant de beste variant is ondanks allerlei veranderingen. Variant brug zuid is in alle opzichten een goede keuze voor het projectgebied Pijlebrug.



Figuur 36: Variant brug zuid

## 18. Discussie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt er gediscussieerd over een aantal aspecten van het onderzoek en tot slot zal er een korte aanbeveling gegeven worden.

### 18.1 Methodiek

De methodiek die in dit rapport gebruikt is, is volgens de OEI-richtlijnen. De OEI-studie is verplicht voor grote regionale projecten (Rijkswaterstaat, 2009). De focus in de richtlijnen ligt dus op grote regionale projecten. Is deze methodiek dan wel geschikt voor een klein lokaal project zoals het project Pijlebrug?

Het voordeel van de OEI-richtlijn is dat het een redelijk compleet beoordelingskader heeft. De uitkomsten van de criteria zullen hoger zijn bij grotere projecten, maar daarom zijn de criteria niet ongeschikt voor kleine projecten. Het beoordelingskader en de richtlijnen kunnen dus goed toegepast worden op dit project.

Of alle criteria even zinvol zijn geweest is een ander aspect. Wanneer er gekeken wordt naar de grootte van de uitkomsten, zijn de criteria afhankelijk van de voertuiguren en de voertuigkilometers samen met de bouwkosten de meest beslissende van de kwantitatieve criteria. Ondanks dat sommige criteria niet even zinvol zijn geweest om te bekijken, is het ook zeker niet verkeerd om alle criteria mee te nemen.

### 18.2 Keuze alternatieven

Een belangrijk onderdeel van dit rapport is de keuze voor de meest kansrijke alternatieven. In dit proces hebben we van de projectgroep zo goed mogelijk in proberen te schatten welke varianten het meest kansrijk waren en daarbij hebben we ook rekening gehouden met de afwisseling tussen de projecten. Op dat moment hebben we door discussie, logica en de inzichten die we toen tot onze beschikking hadden een keuze gemaakt. Door het onderzoek is er meer inzicht gekomen in de belangen van het projecten en de effecten veroorzaakt door bepaalde aanpassingen. Zouden dezelfde varianten gekozen zijn met de kennis van nu?

Uit de uitkomsten blijkt wel dat variant viaduct geen goede keuze is geweest voor het meest kansrijke alternatief. Door de extra reistijd en reisafstand zijn de verliezen van deze variant erg groot. Toch is het belangrijk geweest dat deze variant meegenomen is in de analyse. Hierdoor is ook duidelijk geworden dat een variant met grote verbindingsslussen geen goed alternatief is, waardoor daarover niet getwijfeld hoeft te worden. Een groot deel van de afgevalen varianten bestonden uit varianten met verbindingsslussen en er kan geconcludeerd worden dat ook deze varianten niet de beste uitkomst zouden hebben gehad.

Uit de analyses blijkt dat de varianten brug noord en brug zuid de beste uitkomsten hebben. Het zal goed mogelijk kunnen zijn dat een andere variant met een brug op een iets andere locatie zelfs beter zou scoren dan deze twee varianten. Uit de analyse is gebleken dat een brug aan de zuidkant meer voordeel biedt dan een brug aan de noordkant. Een variant met een brug zuidelijker dan variant brug zuid heeft geen voordeel ten opzichte van de huidige variant brug zuid, aangezien geen van de verkeersstromen daar een kortere reistijd danwel reisafstand door krijgt. Een variant met de brug licht verschoven richting het noorden ten opzichte van de huidige variant brug zuid zal beter kunnen scoren. Bij een kleine verschuiving zal het effect op de uitkomst ook erg klein zijn.

Het is achteraf niet zeker of de brug van variant brug zuid exact op de beste locatie ligt. Toch zal de keuze achteraf niet anders geweest zijn, aangezien de huidige variant brug zuid qua logica en inpasbaarheid de beste keuze is op de locatie tussen de toe- en afritten.

### 18.3 Aannames

Tijdens het onderzoek heb ik een aantal aannames gemaakt. De twee belangrijkste aannames worden hier besproken.

#### **Routekeuze niet afhankelijk van intensiteit**

Deze aanname is gemaakt bij de berekening van de WLO-scenario's. Hier is er vanuit gegaan dat een daling van de intensiteit niet leidt tot een andere routekeuze. Dit is niet realistisch aangezien de intensiteit de reistijd beïnvloedt en zodoende ook de routekeuze. Als er voor de capaciteit kengetallen worden gebruikt die overeenkomen met het wegtype en kruisingstype dan is de I/C-ratio in dit project vaak nog onder de 0,5. Dit geldt zelf wanneer er gekeken wordt naar de spitsperiodes in het drukste jaar. Omdat de I/C-ratio dermate laag is zal de reistijd niet erg veranderen wanneer de intensiteit een lichte daling heeft. Hieruit blijkt dat de aanname niet voor een perfecte weergave zorgt, maar dat de aanname wel verantwoord is.

#### **Verdeling van het verkeer**

In de huidige telgegevens is te zien wat de verdeling van het verkeer over de dag is. In dit onderzoek is er vanuit gegaan dat deze verdeling de komende jaren constant blijft. Dit is gebruikt in de schokgolfanalyse om de intensiteit te bepalen op het moment dat de brug open kan gaan. De invloed van deze aanname is beperkt, aangezien er verwacht wordt dat de verschuiving niet erg groot is en de betrouwbaarheid niet een beslissende rol speelt bij de uitkomsten.

Ook is er een aanname gedaan dat de verdeling van het motief per dagperiode constant blijft. Dit is gebruikt bij het bepalen van het kengetal voor de reistijd. Net als bij de vorige aanname is de huidige situatie geprojecteerd op de komende jaren. Ook de invloed van deze aanname is beperkt, aangezien mogelijke verschuivingen geen grote verandering in het kengetal zullen betekenen.

### 18.4 Aanbeveling

Dit onderzoek is niet de standaard methode om een voorkeursvariant te bepalen bij de Provincie Drenthe bij een dergelijk project. Het project is dermate klein dat het niet verplicht is om een onderzoek in te stellen. Een onderzoek kost veel tijd en geld en daardoor is het logisch dat niet voor elk klein project een hele analyse wordt gemaakt. Toch denk ik dat het goed is voor de Provincie Drenthe om te zien wat de uitkomsten van een dergelijk onderzoek zijn.

In het begin van het proces werd er gefocust op een variant waarbij er een viaduct naast de huidige viaduct werd gebouwd. Deze keuze was gebaseerd op landschappelijke inpassing en het voordeel dat er geen conflict tussen de scheepvaart en het autoverkeer is. Deze variant werd al snel van tafel geveegd na schetsen waaruit bleek dat de variant moeilijk inpasbaar was vanwege de verbindingbogen. Hieruit blijkt dat een onderzoek zoals dit soms nodig is om een andere visie op het project te krijgen.

Toch is een uitgebreid onderzoek zoals deze niet noodzakelijk. Veel van de criteria hebben slechts een minimale invloed op de uitkomst. De bereikbaarheidscriteria en de kosten hebben de grootste invloed op de uitkomst. Voor een project zoals dit zal het dus volstaan om te kijken naar het effect op



de reistijd en reisafstand van de belangrijkste verkeersstromen in combinatie met de bouwkosten. Hierbij is het erg belangrijk dat er in het achterhoofd gehouden wordt dat een minuut reistijdwinst misschien niet erg veel lijkt, maar als de verkeersstroom erg groot wordt, dat de winst behoorlijk op kan lopen. Dit laatste aspect werd in mijn ogen nogal eens onderschat tijdens de discussies. Ook voor kleine projecten is het nuttig om de reistijdwinst en reisafstandwinst te analyseren en op basis daarvan, in combinatie met de bouwkosten, een keuze te maken.

## Bibliografie

Agentschap voor Natuur en Bos. (2002). *Regelgeving bij ontbossing*. Brussel: Agentschap voor Natuur en Bos.

Annema, J. A. (2008). *The Practice of Forward-looking Transport Policy Assessment Studies*. Delft: Technische Universiteit Delft.

Besseling, P., Groot, W., & Lebouille, R. (2005). *Economische analyse van verschillende vormen van prijsbeleid voor het wegverkeer*. Den Haag: CPB.

Boon, W., Geurs, K., & Van Wee, G. (2002). *Verkeer en Vervoer in hoofdlijnen: Capita selecta Deel 4: Sociale effecten van verkeer*. Bussum: Coutinho.

Buma, H., & Oostveen, G. (2011). *Afstudeeropdracht Pijlebrug en omgeving*. Assen: Provincie Drenthe.

Centraal bureau voor de statistiek. (2008, januari 7). *Lengtegroei Nederlander stagneert*. Opgeroepen op augustus 17, 2011, van CBS - Lengtegroei Nederlander stagneert: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/gezondheid-welzijn/publicaties/artikelen/archief/2008/2008-2367-wm.htm>

Centraal Planbureau. (2005). *Economische analyse van verschillende vormen van prijsbeleid voor het wegverkeer, document 87*.

Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, Ruimtelijke Planbureau. (2006). *Welvaart en Leefomgeving - een scenariostudie voor Nederland in 2040*.

Centraal planbureau; Planbureau voor leefomgeving. (2004). *WLO scenario's - Ontwikkeling olieprijs*.

CROW. (2002). *Handboek Wegontwerp*. CROW.

De Jong, J., & Geerlings, H. (2003). De opmerkelijke terugkeer van de kostenbaten-analyse in het centrum van de bestuurspraktijk. *Beleid en Maatschappij*, 30, 166-178.

Eerland, P. (2011, augustus 1). Kosten onderhoud wegen. (N. Rolink, Interviewer)

Eijgenraam, C., Koopmans, C., Tang, P., & Verster, A. (2000). *Evaluatie van grote infrastructuurprojecten; Leidraad voor kosten-baten analyse*. Den Haag: NEI.

Gemeente Meppel. (2009). *Nieuwveense Landen*. Meppel.

Goudappel Coffeng. (2010). *Aanvullende verkeersstudie Nieuwveense Landen*. Deventer.

Goudappel Coffeng. (2011a). *Achtergronddocument Pijlebrug*. Deventer.

Goudappel Coffeng. (2011b). *Onderzoek routes van en naar Nijeveen*. Deventer.

Grant-Muller, S., Mackie, P., Nellthorp, J., & Pearman, A. (2001). Economic appraisal of European transport projects: the state-of-the-art revisited,. *Transport Reviews*, 237-261.

Jorritsma, P., & Korteweg, J. A. (2008). *Vrijetijdsverkeer in perspectief*. Den Haag: Kennisinstituut voor mobiliteitbeleid.

Ministerie van infrastructuur en milieu. (2006). *Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006, Bijlage III*.

NIBE. (2002). *Duurzaam en gezond bouwen*. Bussum: NIBE.

Planbureau voor de Leefomgeving. (2010). *Bestendigheid van de WLO-scenario's*. Den Haag/Bilthoven.

Provincie Drenthe. (2011a). *Eigendommen rondom Pijlebrug*. Assen.

Provincie Drenthe. (2010). *Fietsintensiteiten Pijlebrug*. Assen.

Provincie Drenthe. (2011b). *Telrapport N371*. Assen.

Provincie Drenthe. (2009). *Verkeerswaarnemingen*. Assen.

Rijkswaterstaat. (2005). *Betrouwbaarheid van Reistijd*. Rotterdam: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2007c). *EU-richtlijn omgevingslawaa*.

Rijkswaterstaat. (2007b). *Goederenvervoer: groei reistijdwaardering in de tijd*. Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat Oost Nederland. (2009). *RW32 Havelte - Steenwijk Zuid*. Zwolle.

Rijkswaterstaat. (2007a). *Personen vervoer: groei reistijdwaardering in de tijd*. Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2009). *Werkwijzer OEI bij MIT-planstudies; Aanvulling voor grote regionale weg-, vaarweg- en openbaar vervoerprojecten*. Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat, & Ecorys. (2008). *Werkwijzer OEI bij MIT-planstudies - Bijlage kengetallen*. Rotterdam: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat; Ecorys. (2010). *OEI bij MIRT- verkenningen*. Den Haag: Projectdirectie Sneller & Beter.

Rolink, N. (2011). *Alle pijlen gericht op de Pijlebrug - Het onderzoeksplan*.

Sijtsma, F. J. (2008). *Project evaluation, sustainability and accountability – Combining cost-benefit analysis (CBA) and multi-criteria analysis (MCA)*. Groningen: RijksUniversiteit Groningen.

SWOV - Cognos. (2011). *Cognos powerplay web*. Opgeroepen op juli 12, 2011, van SWOV - Cognos: <http://www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.exe?toc=>

SWOV. (2009). *Road crash cost*. Leidschendam: SWOV.

Transport Scotland. (2008). *Scottish transport appraisal guidance*. Edinburgh: Scottish government.

Zijlstra, A. (2011b, juli 13). Bouwkosten. (N. Rolink, Interviewer)

Zijlstra, A. (2011a, april 18). Opening Pijlebrug. (N. Rolink, Interviewer)

## Interviews

Eerland, P. (2011, augustus 1). Kosten onderhoud wegen. (N. Rolink, Interviewer)

Zijlstra, A. (2011b, juli 13). Bouwkosten. (N. Rolink, Interviewer)

Zijlstra, A. (2011a, april 18). Opening Pijlebrug. (N. Rolink, Interviewer)



## Appendix A: Uitkomst enquête fietsverkeer

In deze appendix is de analyse van de enquête weergegeven.

### Analyse Jaagpad

Op het Jaagpad zijn 100 bruikbare respondenten verkregen. Het aantal respondenten was iets hoger, maar deze enquêtes zijn verwijderd uit de selectie vanwege incompleetheid of irrelevantie. Na deze schifting bleven er 100 respondenten over.

### Selectie respondenten

Onder de respondenten waren veel scholieren, maar liefst 83%. Slechts 5% was woon-werk verkeer en de overige 12% bestond uit recreatief verkeer. Omdat de enquêtering tot 5 uur duurde, kan het zijn dat er tussen 5 en 6 meer woon-werkverkeer is rondom de Pijlebrug. Dit heeft de enquête niet kunnen uitwijzen.

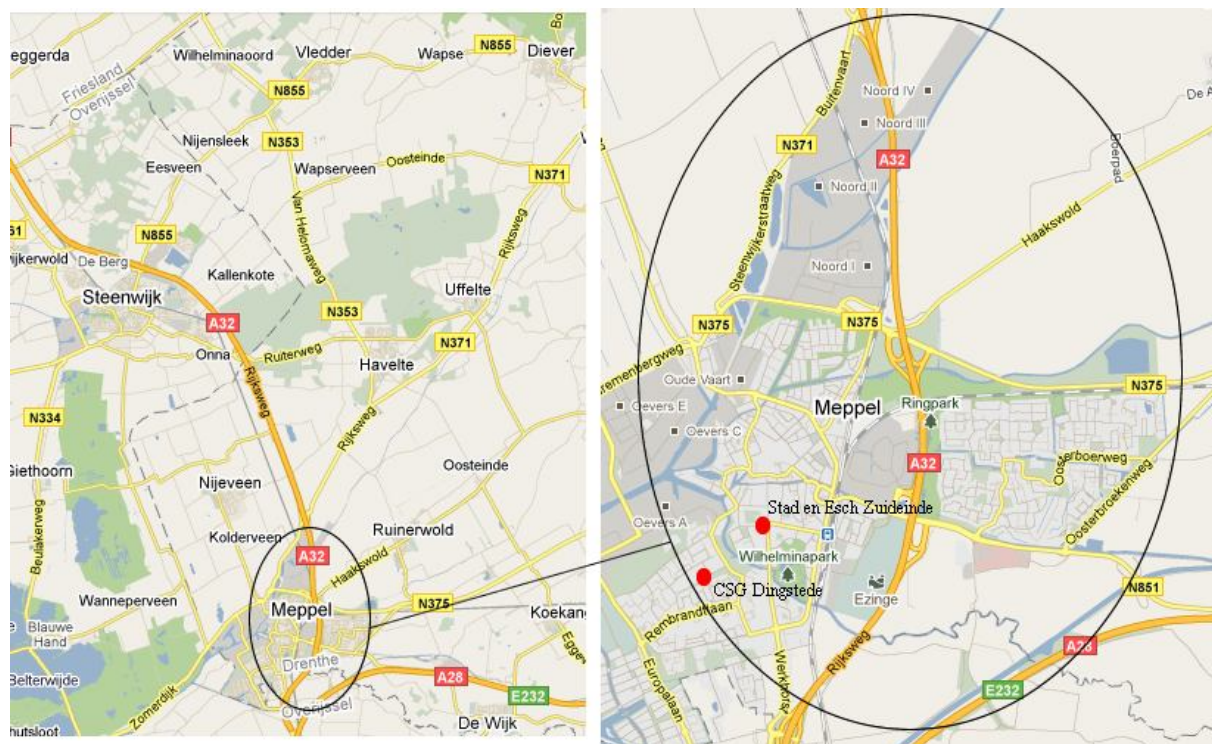
Van de 100 respondenten gebruikt maar liefst 94% de Pijlebrug wel eens en 67% gebruikt de Pijlebrug regelmatig (minstens drie keer per week). Van deze veelgebruikers is 97% scholier. Hieruit blijkt dat scholieren de belangrijkste gebruikers zijn en daarom moet hier het meest rekening mee gehouden worden.

### Herkomst-bestemming

Het belangrijkste motief voor reizen was school, zoals hierboven ook al aangegeven. Het is dus niet verrassend dat de scholen in Meppel de belangrijkste bestemmingen vormden. De belangrijkste bestemmingen waren de scholen CSG Dingstede en Stad en Esch Zuideinde met respectievelijk 35% en 34%. Overige belangrijke bestemmingen waren Meppel centrum, AOC Terra, en Stad en Esch Randweg.

De belangrijkste woonplaats was Havelte, waar 65% van de respondenten vandaan kwam. Een redelijk grote groep mensen kwam uit Uffelte (16%), de overige respondenten kwamen vooral uit Diever, Darp en Dwingeloo.

In figuur A1 is Meppel te zien, samen met de omliggende dorpen. In een uitvergroting is te zien waar de twee belangrijkste bestemmingen liggen.



Figuur A 1: Weergave Meppel en belangrijkste bestemmingen fietsverkeer

## Gebruik Pijlebrug

Van de 100 respondenten gebruikt slechts 6% de Pijlebrug nooit. 67% van de mensen gebruikt de brug regelmatig (minstens drie keer per week).

De Pijlebrug wordt 's ochtends iets meer gebruikt dan 's middags. Veel recreatieve fietsers geven aan dat ze dit doen voor de afwisseling. Dit verschijnsel komt ook voor onder de veelgebruikers. De veelgebruikers maken 's ochtends bijna allemaal gebruik van de Pijlebrug (96%). In de middag is dit percentage iets lager, namelijk 81%. Hieruit blijkt dat een klein deel van de veelgebruikers 's middags de Pijlebrug niet gebruikt terwijl ze dit 's ochtends wel doen. Ze kiezen dus 's middags vaker voor een van de alternatieven dan 's ochtends.

## Alternatieven

Slechts 5% van de mensen zegt geen alternatief te hebben. Van deze vijf respondenten zijn 3 recreatiefietsers die een bepaalde ronde willen fietsen. Een van de respondenten moet kranten bezorgen rondom de Pijlebrug en de ander komt uit Veendijk en zegt geen alternatief te hebben.

Uit de herkomst en bestemming blijkt dat veel fietsers de watertoren, Lokbrug en Boschkampbrug als alternatief hebben. De watertoren ligt ten zuiden van de Pijlebrug, waar de N371 aansluit op de N375. Voor dit alternatief moeten de fietsers aan de westkant van de Drentse Hoofdvaart blijven. De alternatieven Lokbrug en Boschkampbrug zijn bruggen ten noorden van de Pijlebrug.

Veel van de respondenten vinden de route via de watertoren te ver omfietsen. De overige twee routes worden wel als plausibele alternatieven gezien door veel respondenten.

Het alternatief Lokbrug wordt meer gebruikt dan het alternatief Boschkampbrug, de reden die hiervoor een aantal maal genoemd werd is het feit dat de N371 overgestoken moet worden na het oversteken van de Drentse Hoofdvaart, daardoor hebben de fietsers het gevoel dat ze twee keer



oversteken, alhoewel het feitelijke aantal oversteken gelijk blijft. Wel vinden veel fietsers het oversteken van de N371 bij de Lokbrug onveilig.

43% van de respondenten gebruikt op de enquêtedag een andere route dan de Pijlebrug. Een aantal hiervan zijn recreatiefietsers. Bij de veelgebruikers kiest slechts 24% van de geënquêteerden voor een alternatief. Zoals hierboven beschreven gebruiken vrijwel alle veelgebruikers 's ochtends de Pijlebrug. 's Middags kiest een deel van deze gebruikers voor de Lokbrug of de Boschkampbrug. De reden voor het verschil is dat ze vaak 's ochtends met vrienden fietsen en daarom gebruik maken van de Pijlebrug en 's middags liever de Meenteweg gebruiken. Op deze manier fietsen ze zo lang mogelijk rechtdoor is vaak als reden genoemd.

Van de respondenten die geen alternatief gebruiken, zegt maar liefst 40% gebruik te maken van de Pijlebrug om de Meenteweg te mijden. Deze weg wordt door veel fietsers gezien als gevaarlijk omdat er hard gereden wordt en omdat er geen aparte fietsvoorziening aanwezig is.

### Conclusie

Uit de enquête is gebleken dat de belangrijkste gebruikers scholieren zijn. Deze komen vooral uit Havelte en de dorpen achter Havelte. De belangrijkste scholen waren Stad en Esch Zuideinde en CSG Dingstede.

Bijna alle (94%) respondenten gebruiken de Pijlebrug wel een. 67% van de respondenten gebruikt de Pijlebrug minstens drie keer per week. Het grootste deel van de respondenten gebruikt de Pijlebrug zowel heen- als terugweg (57%). Een andere standaardroute is heenweg de Pijlebrug en terugweg rechtdoor fietsen over de Lokbrug of Boschkampbrug, 18% van de mensen doet dit altijd. De overige groep respondenten doet niet elke dag hetzelfde en kiest afwisselend de Pijlebrug of een van de alternatieven.

95% van de mensen hebben een alternatieve route. De belangrijkste reden dat de Pijlebrug toch zoveel gebruikt wordt is de veiligheid van de Meenteweg en de extra afstand van de route via de watertoren. Er wordt veelal hard gereden en er is geen apart fietspad. Er zijn ook veel gebruikers die geen duidelijke redenen kunnen opgeven voor het gebruiken van de Pijlebrug, zij doen dit uit gewoonte.

## Analyse Buitenvaart

Het aantal respondenten op de Buitenvaart is 60. Dit aantal is lager dan op het Jaagpad en dat komt omdat de fietsintensiteit lager ligt op de Buitenvaart.

### Selectie respondenten

De respondenten bestonden voor een groot gedeelte uit recreatiefietsers (47%). Andere belangrijke motieven waren school (15%) winkelen (15%) en werk (10%). Van de respondenten gebruikt 57% de Pijlebrug wel eens en slechts 13% (8 respondenten) gebruikt de Pijlebrug minstens drie keer per week.

Deze selectie geeft een heel ander beeld dan de selectie van het Jaagpad.

### Herkomst-bestemming

Omdat er veel recreatief verkeer was, had een grote groep mensen dezelfde herkomst als bestemming, namelijk hun huis. Er was ook veel recreatief verkeer dat van huis uit Havelte naar Meppel ging of terugkwam uit Meppel en weer richting Havelte ging. Van de veelgebruikers had de helft dezelfde route, namelijk Meppel - Havelte. Van de overige 4 veelgebruikers kwamen er drie uit Nijeveen met als bestemming Diever (twee personen) en Meppel Oosterboer. De laatste veelgebruiker fietst vaak een recreatief rondje Pijlebrug vanuit Meppel.

### Gebruik Pijlebrug

Zoals al duidelijk werd, wordt de Pijlebrug weinig gebruikt door de respondenten aan de Buitenvaart. Dit is natuurlijk logisch, aangezien de gebruikers van de Pijlebrug al zijn overgestoken of terugweg nog moeten oversteken. Toch gebruikt 58% van de geënquêteerden de Pijlebrug wel eens. De belangrijkste reden dat deze mensen de Pijlebrug gebruiken is afwisseling, vaak omdat het recreatieve fietsers zijn.

### Alternatieven

De recreatieve fietsers gebruiken de Pijlebrug erg weinig en hebben eigenlijk altijd een alternatief, omdat ze geen duidelijke bestemming hebben en het voor deze mensen geen doel is zo snel mogelijk op de bestemming te zijn. Daarom wordt er uitsluitend naar de alternatieven voor de veelgebruikers gekeken.

Van de veelgebruikers zijn er vier die de route Meppel – Havelte hebben en nu kiezen voor een alternatief in plaats van de Pijlebrug. Deze personen hebben nu het alternatief Watertoren gebruikt maar zouden ook de Lokbrug en de Boschkampbrug kunnen gebruiken.

Er is één respondent met de route Steenwijk – Ereprijs te Meppel en deze persoon gebruikt de Pijlebrug altijd voor zijn werk. Hij vindt dat de Pijlebrug erg belangrijk is en dat hij geen reëel alternatief heeft.

## Conclusie

Op de Buitenvaart fietsen veel recreatieve fietsers. Van de respondenten gebruikt 58% wel eens de Pijlebrug. Dit zijn vooral mensen die een rondje fietsen vanwege het mooie weer en dus de Pijlebrug niet vaak gebruiken. Slechts 13% van de geënquêteerden gebruikt de Pijlebrug minstens drie keer per week.

Van de veelgebruikers heeft bijna iedereen een alternatief. Omdat ze ondervraagd werden op de Buitenvaart kan geconcludeerd worden dat de mensen van Meppel naar Havelte (en vice versa) het alternatief watertoren gebruikten. Er is één respondent die geen alternatief heeft. Deze persoon heeft de route Nijeveen – Meppel Oosterboer en claimt dat dit de enige reële route is.

## Conclusie

Van alle 160 respondenten zijn er 6 mensen die aangeven geen alternatieve route hebben. Hiervan zijn drie recreatieve fietsers en deze zullen een ander recreatief rondje bedenken indien de Pijlebrug geen toegang meer biedt voor fietsers. De overige drie personen hebben geen alternatief.

Naast deze personen zijn er veel personen die wel een alternatief hebben voor de Pijlebrug. Een deel hiervan kiest de Pijlebrug uit gewenning of omdat vrienden er langs fietsen. Een ander deel geeft als belangrijke reden dat de Meenteweg gevaarlijk is en dat ze daarom geen gebruik van de alternatieven Lokbrug en Boschkampbrug willen maken. Het alternatief Watertoren wordt door veel scholieren als een langere route beschouwd.

Uit de enquête blijkt dat de Pijlebrug voor erg weinig mensen (minder dan 2%) noodzakelijk is. Toch is het gebruik van de Pijlebrug heel hoog en kan er weerstand verwacht worden indien de nieuwe situatie ontoegankelijk is voor fietsers en er geen nieuw alternatief geboden wordt. Het alternatief hoeft overigens niet op dezelfde locatie te liggen. Een fietsoversteek bij de Paradijsssluis zou ook een optie zijn voor de personen voor wie de Pijlebrug noodzakelijk is, evenals de scholieren vanuit Havelte en de achterliggende dorpen. Een andere optie is het veiliger maken van de Meenteweg, dit is een oplossing voor de scholieren, maar niet voor de drie personen waarvoor de Pijlebrug noodzaak is.

## Appendix B: Correlatie inwoners - voertuigkilometers

Om de voertuigkilometers af te leiden vanuit de variabelen van de WLO-scenario's, moet een variabele uit de WLO-scenario's gevonden worden die een sterke correlatie heeft met het aantal voertuigkilometers. In deze analyse is gebruik gemaakt van de historische gegevens van Nederland over de periode vanaf 1990 tot 2009.

De eerste variabele die geanalyseerd gaat worden is het aantal inwoners. De getallen zijn weergegeven in tabel B1.

|      | Inwoners<br>(x1.000) | Voertuigkilometers<br>(x1.000.000) |
|------|----------------------|------------------------------------|
| 1990 | 14951                | 73600                              |
| 1991 | 15070                | 72100                              |
| 1992 | 15184                | 76400                              |
| 1993 | 15290                | 73800                              |
| 1994 | 15383                | 73600                              |
| 1995 | 15459                | 77500                              |
| 1996 | 15528                | 78700                              |
| 1997 | 15611                | 80300                              |
| 1998 | 15706                | 82200                              |
| 1999 | 15812                | 85300                              |
| 2000 | 15924                | 85900                              |
| 2001 | 16044                | 87000                              |
| 2002 | 16149                | 88700                              |
| 2003 | 16225                | 89600                              |
| 2004 | 16282                | 91900                              |
| 2005 | 16320                | 91500                              |
| 2006 | 16346                | 92300                              |
| 2007 | 16382                | 93900                              |
| 2008 | 16446                | 91300                              |
| 2009 | 16530                | 95300                              |

Tabel B 1: Relatie inwoners en voertuigkilometers (SWOV - Cognos, 2011)

Van deze gegevens kan de correlatie tussen de inwoners en het aantal voertuigkilometers bepaald worden. De correlatiecoëfficiënt van deze gegevens is 0,98, wat inhoudt dat de correlatie tussen het aantal inwoners en de voertuigkilometers zeer sterk is.

In de volgende analyse wordt de correlatie tussen het aantal voertuigkilometers en het aantal inwoners in de leeftijdscategorie 15-65 onderzocht. Dit is gedaan omdat deze groep voor een heel groot aandeel in het verkeer zorgt. De gegevens over het inwonersaantal van het CBS reiken niet verder dan 2006. Dit is weergegeven in tabel B2.

|      | Inwoners 15 -<br>65(x1.000) | Voertuigkilometers<br>(x1.000.000) |
|------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1990 | 10228                       | 73600                              |
| 1991 | 10294                       | 72100                              |
| 1992 | 10349                       | 76400                              |
| 1993 | 10420                       | 73800                              |
| 1994 | 10473                       | 73600                              |
| 1995 | 10498                       | 77500                              |
| 1996 | 10534                       | 78700                              |
| 1997 | 10566                       | 80300                              |
| 1998 | 10606                       | 82200                              |
| 1999 | 10665                       | 85300                              |
| 2000 | 10729                       | 85900                              |
| 2001 | 10801                       | 87000                              |
| 2002 | 10863                       | 88700                              |
| 2003 | 10903                       | 89600                              |
| 2004 | 10925                       | 91900                              |
| 2005 | 10943                       | 91500                              |
| 2006 | 10964                       | 92300                              |

Tabel B 2: Relatie inwoners 15-65 en voertuigkilometers (SWOV - Cognos, 2011)

Van deze gegevens kan de correlatie tussen de inwoners in de leeftijdscategorie 15-65 en het aantal voertuigkilometers bepaald worden. De correlatiecoëfficiënt van deze gegevens is 0,97, dus alhoewel deze relatie ook zeer sterk is, is het totale inwoneraantal een beter variabele.

In de laatste analyse wordt het aantal mannen in de leeftijdscategorie 15-65 gebruikt. Het aantal voertuigkilometers gereden door mannen ligt een factor 2,5 hoger dan het aantal voertuigkilometers gereden door vrouwen (SWOV - Cognos, 2011). Daarom wordt deze variabele geanalyseerd. Dit is weergegeven in tabel B3.

|      | Inwoners<br>mannen 15-<br>65(x1.000) | Voertuigkilometers<br>(x1.000.000) |
|------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1990 | 5182                                 | 73600                              |
| 1991 | 5219                                 | 72100                              |
| 1992 | 5250                                 | 76400                              |
| 1993 | 5295                                 | 73800                              |
| 1994 | 5317                                 | 73600                              |
| 1995 | 5329                                 | 77500                              |
| 1996 | 5343                                 | 78700                              |
| 1997 | 5356                                 | 80300                              |
| 1998 | 5368                                 | 82200                              |
| 1999 | 5401                                 | 85300                              |
| 2000 | 5434                                 | 85900                              |
| 2001 | 5470                                 | 87000                              |
| 2002 | 5497                                 | 88700                              |
| 2003 | 5512                                 | 89600                              |
| 2004 | 5516                                 | 91900                              |
| 2005 | 5519                                 | 91500                              |
| 2006 | 5524                                 | 92300                              |

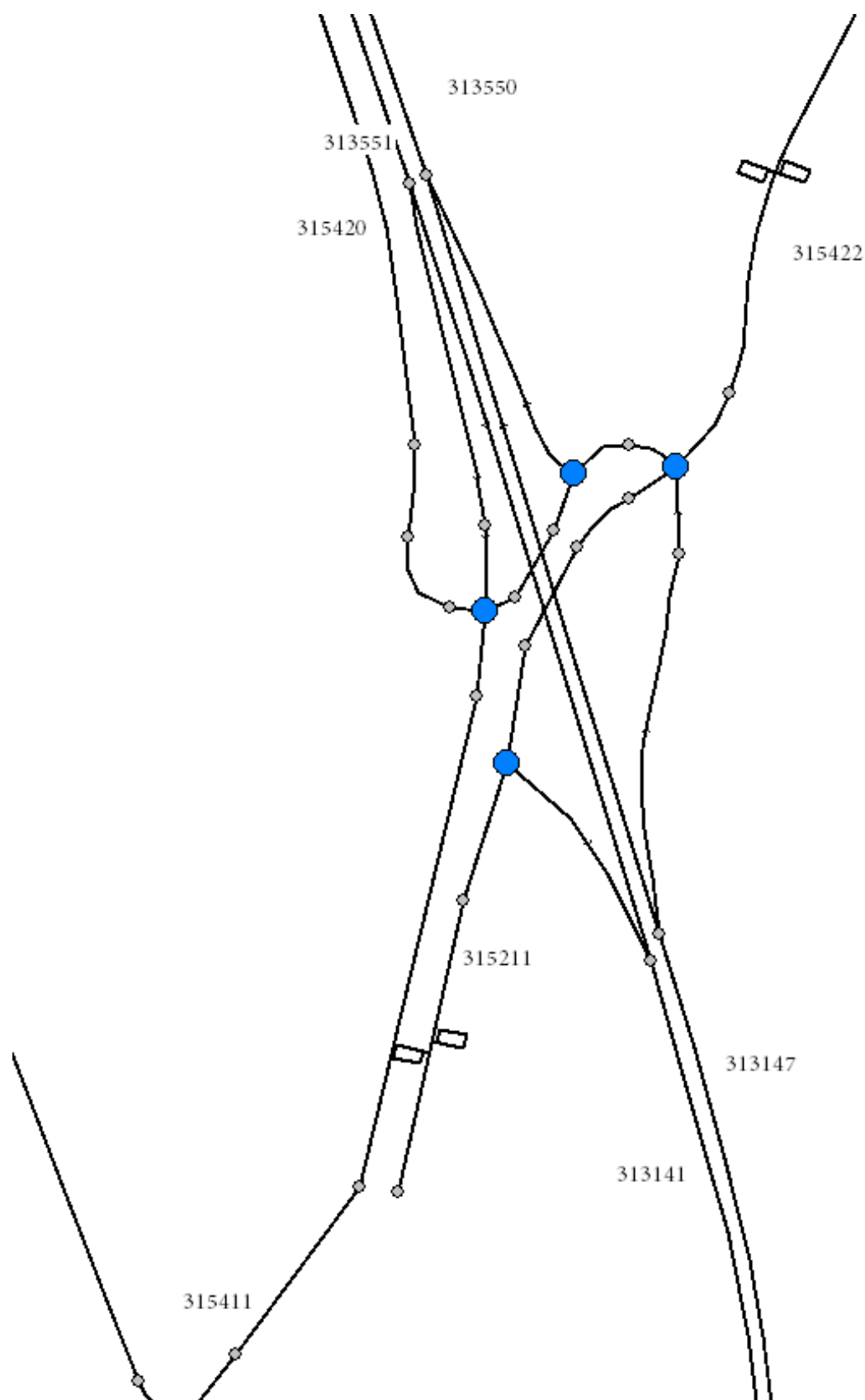
Tabel B 3: Relatie inwoners mannen 15-65 en voertuigkilometers (SWOV - Cognos, 2011)

De correlatiecoëfficiënt van deze reeks is 0,96. Ook deze variabele heeft dus een sterke relatie met het aantal voertuigkilometers, maar is niet sterker dan de vorige twee variabelen.

## Appendix C: Matrices

In de eerste paragraaf zijn de verschillen in reistijd en reisafstand ten opzichte van variant brug zuid weergegeven. In de tweede paragraaf zijn intensiteiten van de varianten voor het jaar 2030 weergegeven, waarbij het basis toekomstscenario is gebruikt. De reistijden zijn weergegeven in minuten, de reisafstand in meters. In figuur C1 zijn de nummers weergegeven die de herkomsten en bestemmingen vormen.





Figuur C 1: Namen van herkomst- en bestemmingzones cordon

## Verskil in reistijd en -afstand

In de tabellen C1 tot en met C6 zijn de verschillen in reistijd en reisafstand van de varianten ten opzichte van variant brug noord weergegeven.

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | 30     | 0      | 0      | 0      | 60     | 160    | 480    | 0      |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 390    | 0      | -380   | 30     | 350    | 410    |
| 315211 | -20    | 0      | -120   | 0      | 0      | -690   | -380   | 0      |
| 315411 | -820   | 0      | -10    | 0      | -790   | 0      | 110    | 0      |
| 315420 | -430   | 0      | 380    | 0      | -400   | 20     | 0      | 400    |
| 315422 | -20    | 0      | 410    | 0      | 0      | 100    | 420    | 0      |

Tabel C 1: Verskil in reisafstand variant brug zuid ten opzichte van variant brug noord

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | 0,07   | 0      | 0      | 0      | 0,07   | 0,19   | 0,42   | 0      |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 0,33   | 0      | -0,28  | 0,04   | 0,27   | 0,37   |
| 315211 | 0,01   | 0      | -0,1   | 0      | 0      | -0,5   | -0,29  | 0,02   |
| 315411 | -0,6   | 0      | 0,01   | 0      | -0,61  | 0      | 0,12   | 0,05   |
| 315420 | -0,3   | 0      | 0,31   | 0      | -0,31  | 0,03   | 0      | 0,35   |
| 315422 | 0,02   | 0      | 0,55   | 0      | 0,02   | 0,15   | 0,38   | 0      |

Tabel C 2: Verskil in reistijd variant brug zuid ten opzichte van variant brug noord

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | 100    | 0      | 0      | 0      | -30    | -40    | -30    | 110    |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 270    | 0      | -590   | 70     | -180   | 90     |
| 315211 | 130    | 0      | -240   | 0      | 0      | -260   | -250   | -110   |
| 315411 | -620   | 0      | 120    | 0      | -740   | 0      | 480    | -60    |
| 315420 | -550   | 0      | 180    | 0      | -680   | -20    | 0      | 10     |
| 315422 | 90     | 0      | -20    | 0      | -30    | -50    | -40    | 0      |

Tabel C 3: Verskil in reisafstand variant ovonde ten opzichte van variant brug noord

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | 0,11   | 0      | 0      | 0      | -0,02  | -0,02  | -0,01  | 0,1    |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 0,21   | 0      | -0,46  | 0,06   | -0,13  | 0,08   |
| 315211 | 0,14   | 0      | -0,2   | 0      | 0      | -0,22  | -0,21  | -0,1   |
| 315411 | -0,45  | 0      | 0,09   | 0      | -0,58  | 0      | 0,36   | -0,04  |
| 315420 | -0,4   | 0      | 0,14   | 0      | -0,54  | -0,01  | 0      | 0,01   |
| 315422 | 0,09   | 0      | -0,02  | 0      | -0,04  | -0,04  | -0,03  | 0      |

Tabel C 4: Verskil in reistijd variant ovonde ten opzichte van variant brug noord

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | -90    | 0      | 0      | 0      | -100   | 810    | 1360   | 40     |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 110    | 0      | 430    | 60     | -200   | 1540   |
| 315211 | 10     | 0      | 710    | 0      | 0      | -210   | 320    | -20    |
| 315411 | 130    | 0      | -30    | 0      | -210   | 0      | -30    | 900    |
| 315420 | 680    | 0      | 20     | 0      | 320    | -30    | 0      | 1450   |
| 315422 | 0      | 0      | 1830   | 0      | -20    | 900    | 1450   | 0      |

Tabel C 5: Verschil in reisafstand variant viaduct ten opzichte van variant brug noord

| links  | 313141 | 313147 | 313550 | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313147 | -0,02  | 0      | 0      | 0      | -0,05  | 0,7    | 1,1    | 0,04   |
| 313550 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 313551 | 0      | 0      | 0,09   | 0      | 0,26   | 0,05   | -0,14  | 1,24   |
| 315211 | 0,04   | 0      | 0,47   | 0      | 0      | -0,22  | 0,18   | 0,01   |
| 315411 | 0,15   | 0      | -0,02  | 0      | -0,22  | 0      | -0,03  | 0,75   |
| 315420 | 0,56   | 0      | 0,01   | 0      | 0,18   | -0,03  | 0      | 1,16   |
| 315422 | 0,04   | 0      | 1,45   | 0      | 0,01   | 0,75   | 1,16   | 0      |

Tabel C 6: Verschil in reistijd variant viaduct ten opzichte van variant brug noord

## Intensiteit varianten 2030

In de tabellen C7 tot en met C10 staan de intensiteiten per route per dag van de vier varianten weergegeven voor het jaar 2030.

| links  | 313141  | 313147 | 313550  | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313147 | 0,0     | 0,0    | 20393,9 | 0,0    | 368,0  | 486,1  | 1373,9 | 3299,6 |
| 313550 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313551 | 21000,1 | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 198,8  | 1065,2 | 0,0    | 0,0    |
| 315211 | 433,7   | 0,0    | 205,6   | 0,0    | 0,0    | 26,2   | 19,5   | 40,2   |
| 315411 | 16,3    | 0,0    | 2394,9  | 0,0    | 83,1   | 0,0    | 56,3   | 671,8  |
| 315420 | 1416,0  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 19,8   | 48,1   | 0,0    | 0,0    |
| 315422 | 3590,7  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 55,4   | 385,1  | 0,0    | 0,0    |

Tabel C 7: Intensiteiten variant brug noord

| links  | 313141  | 313147 | 313550  | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313147 | 0,0     | 0,0    | 20813,1 | 0,0    | 350,5  | 138,2  | 1186,7 | 3339,3 |
| 313550 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313551 | 21019,8 | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 198,8  | 1045,8 | 0,0    | 0,0    |
| 315211 | 432,4   | 0,0    | 206,1   | 0,0    | 0,0    | 27,8   | 19,1   | 39,8   |
| 315411 | 1738,2  | 0,0    | 1990,3  | 0,0    | 95,7   | 0,0    | 76,0   | 624,8  |
| 315420 | 1555,8  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 19,4   | 39,4   | 0,0    | 0,0    |
| 315422 | 3640,3  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 60,8   | 300,4  | 0,0    | 0,0    |

Tabel C 8: Intensiteiten variant brug zuid

| links  | 313141  | 313147 | 313550  | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313147 | 0,0     | 0,0    | 21587,4 | 0,0    | 348,4  | 1198,9 | 1374,9 | 3233,1 |
| 313550 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313551 | 21033,2 | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 210,1  | 1036,5 | 0,0    | 0,0    |
| 315211 | 431,6   | 0,0    | 206,6   | 0,0    | 0,0    | 26,0   | 19,5   | 41,4   |
| 315411 | 1474,9  | 0,0    | 1166,0  | 0,0    | 97,7   | 0,0    | 13,5   | 728,0  |
| 315420 | 1569,3  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 19,5   | 37,9   | 0,0    | 0,0    |
| 315422 | 3337,2  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 49,4   | 582,6  | 0,0    | 0,0    |

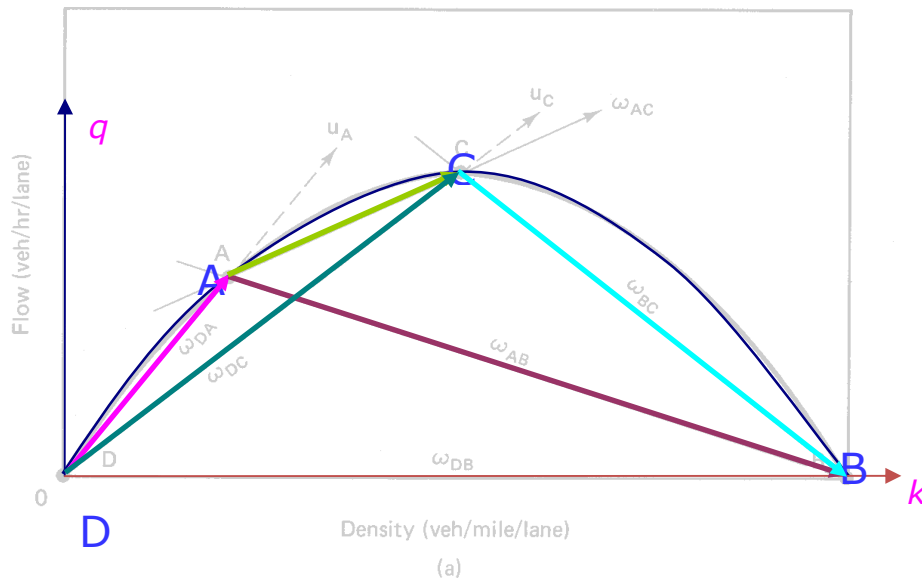
Tabel C 9: Intensiteiten variant ovonde

| links  | 313141  | 313147 | 313550  | 313551 | 315211 | 315411 | 315420 | 315422 |
|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313141 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313147 | 0,0     | 0,0    | 20408,2 | 0,0    | 363,8  | 51,4   | 913,3  | 3696,8 |
| 313550 | 0,0     | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| 313551 | 21031,1 | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 195,9  | 1047,8 | 0,0    | 0,0    |
| 315211 | 435,2   | 0,0    | 195,9   | 0,0    | 0,0    | 28,9   | 18,0   | 47,3   |
| 315411 | 51,1    | 0,0    | 2447,5  | 0,0    | 91,8   | 0,0    | 128,1  | 239,3  |
| 315420 | 952,8   | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 18,1   | 95,4   | 0,0    | 0,0    |
| 315422 | 3640,7  | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 55,6   | 278,1  | 0,0    | 0,0    |

Tabel C 10: Intensiteiten variant viaduct

## Appendix D: Schokgolfanalyse

In deze bijlage is een schokgolfanalyse uitgevoerd voor variant brug noord. In figuur D1 is een basisdiagram weergegeven voor de relatie tussen intensiteit en dichtheid.



Figuur D 1: Diagram intensiteit-dichtheidsrelatie

De punten A, B, C en D staan allemaal voor een verkeerssituatie. Dit diagram zal gebruikt worden om de schokgolfanalyse uit te voeren. Punt A is de ongerepte verkeerssituatie. Punt B is de verkeerssituatie bij het opengaan van de brug en punt C is de situatie die bereikt wordt na het wegrijden uit de wachtrij.

### Variant brug noord: Oostkant

Uit de OmniTrans analyse blijkt dat de verkeersstroom die vanaf de oostkant de brug wil passeren in 2030 een intensiteit heeft van 2540 auto's per dag. Tijdens de periode dat de brug bediend wordt, zal de gemiddelde intensiteit 164 auto's per uur zijn.

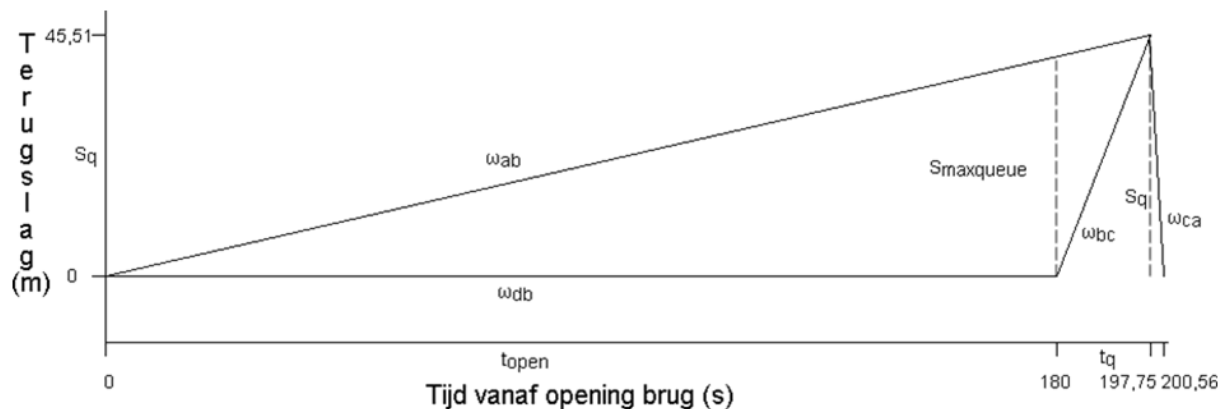
|   | Intensiteit (q) | Dichtheid (k) | Snelheid (v) |
|---|-----------------|---------------|--------------|
| A | 164             | 2.05          | 80           |
| B | 0               | 200           | 0            |
| C | 1600            | 26,67         | 60           |
| D | 0               | 0             | 0            |

Tabel D 1: Eigenschappen vier verschillende verkeerssituaties

De snelheid van de schokgolf kan bepaald worden door de helling van de lijn tussen beide punten op het basisdiagram, zoals weergegeven in figuur D1.

$$\begin{aligned}\omega_{ab} &= \text{snelheid schokgolf van a naar b} = \frac{q_a - q_b}{k_a - k_b} = \frac{164 - 0}{2,05 - 200} = -0,828 \text{ km/h} \\ \omega_{bc} &= \text{snelheid schokgolf van b naar c} = \frac{q_b - q_c}{k_b - k_c} = \frac{0 - 1600}{200 - 26,67} = -9,231 \text{ km/h} \\ \omega_{cd} &= \text{snelheid schokgolf van c naar d} = \frac{q_c - q_d}{k_c - k_d} = \frac{1600 - 0}{26,67 - 0} = 60,000 \text{ km/h} \\ \omega_{ca} &= \text{snelheid schokgolf van c naar a} = \frac{q_c - q_a}{k_c - k_a} = \frac{1600 - 164}{26,67 - 2,05} = 58,334 \text{ km/h} \\ S_{\text{max queue}} &= \text{maximale rij} = \omega_{ab} * t_{\text{open}} = \frac{-0,828}{3,6} * 180 = -41,4 \text{ m} \\ t_q &= \text{tijd om wachtrij op te lossen} = \frac{S_{\text{max queue}}}{\omega_{ab} - \omega_{bc}} = \frac{-41,4}{(-9,231 - -0,828/3,6)} = 17,75 \text{ s} \\ S_q &= \text{maximale afstand verstoring vanaf bron} = \omega_{bc} * t_q = \frac{-9,231}{3,6} * 17,75 = -45,51 \text{ m} \\ t_n &= \text{tijd tot normale situatie hersteld is} = \frac{S_q}{\omega_{ca}} = \frac{-45,51}{(58,334/3,6)} = 2,81 \text{ s}\end{aligned}$$

Met deze waarden kan een afstand-tijd diagram gemaakt worden die weergeeft hoe de schokgolf eruit ziet. Dit diagram is weergegeven in figuur D2



Figuur D 2: Schokgolfdiagram variant brug noord oostkant

In figuur D2 is te zien dat de maximale terugslag 45,51 meter is. De opstelstrook voor de brug moet dus minimaal zo lang zijn om te voorkomen dat het verkeer terugslaat op de vorige kruising of rotonde.

De totale vertraging kan berekend worden door het aantal brugopeningen te vermenigvuldigen met de extra reistijd en het aantal auto's dat vertraging heeft. De formule hiervoor is hieronder weergegeven.

$$\begin{aligned}
 I &= \text{intensiteit in auto's per uur} \\
 O &= \text{aantal brugopeningen per jaar} \\
 T &= \text{tijd van vertraging } (T_{\text{open}} + T_q) \text{ in uren per opening} \\
 n &= I \cdot T = \text{aantal auto's met vertraging per opening} \\
 T_{\text{gem}} &= \frac{1}{2} T_{\text{open}} = \text{gemiddelde vertraging} \\
 T_{\text{total}} &= n \cdot T_{\text{gem}} \cdot O = I \cdot T \cdot \frac{1}{2} T_{\text{open}} \cdot O = \text{totale vertraging per jaar}
 \end{aligned}$$

Voor het voorbeeld waarbij variant brug noord en het jaar 2030 gebruikt zijn, volgt dan de volgende berekening.

$$\begin{aligned}
 I &= 164 \text{ auto's/uur} \\
 O &= 1750 \text{ brugopeningen/jaar} \\
 T &= \frac{180 + 17,75}{3600} = 0,05493 \text{ uur/opening} \\
 n &= I \cdot T = 164 \cdot 0,05493 = 9,008547 \text{ auto's/opening} \\
 T_{\text{gem}} &= \frac{1}{2} T_{\text{open}} = \frac{1}{2} \cdot 180 = 90 \text{ s/auto} \\
 T_{\text{total}} &= n \cdot T_{\text{gem}} \cdot O = I \cdot T \cdot \frac{1}{2} T_{\text{open}} \cdot O = 164 \cdot 0,05493 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{180}{3600} \cdot 1750 = 394,12 \text{ uur/jaar}
 \end{aligned}$$

Dit houdt in dat per opening er ongeveer 9 auto's een gemiddelde vertraging hebben van 90 seconden. Doorgerekend naar een jaar is dit 394,12 uur vertraging.



### Variant brug noord: Westkant

De verkeersstroom die vanaf de westkant de brug wil passeren heeft een intensiteit van 2450 auto's per dag in 2030. Dit is 158 auto's per uur in de periode dat de brug bediend wordt.

|   | Intensiteit (q) | Dichtheid (k) | Snelheid (v) |
|---|-----------------|---------------|--------------|
| A | 158             | 1,98          | 80           |
| B | 0               | 200           | 0            |
| C | 1600            | 26,67         | 60           |
| D | 0               | 0             | 0            |

Tabel D 2: Eigenschappen verschillende verkeerssituaties variant brug noord westkant

$$\omega_{ab} = \frac{q_a - q_b}{k_a - k_b} = \frac{158 - 0}{1,975 - 200} = -0,798 \text{ km/h}$$

$$\omega_{bc} = \frac{q_b - q_c}{k_b - k_c} = \frac{0 - 1600}{200 - 26,67} = -9,231 \text{ km/h}$$

$$\omega_{cd} = \frac{q_c - q_d}{k_c - k_d} = \frac{1600 - 0}{26,67 - 0} = 60,000 \text{ km/h}$$

$$\omega_{ca} = \frac{q_c - q_a}{k_c - k_a} = \frac{1600 - 158}{26,67 - 1,975} = 58,400 \text{ km/h}$$

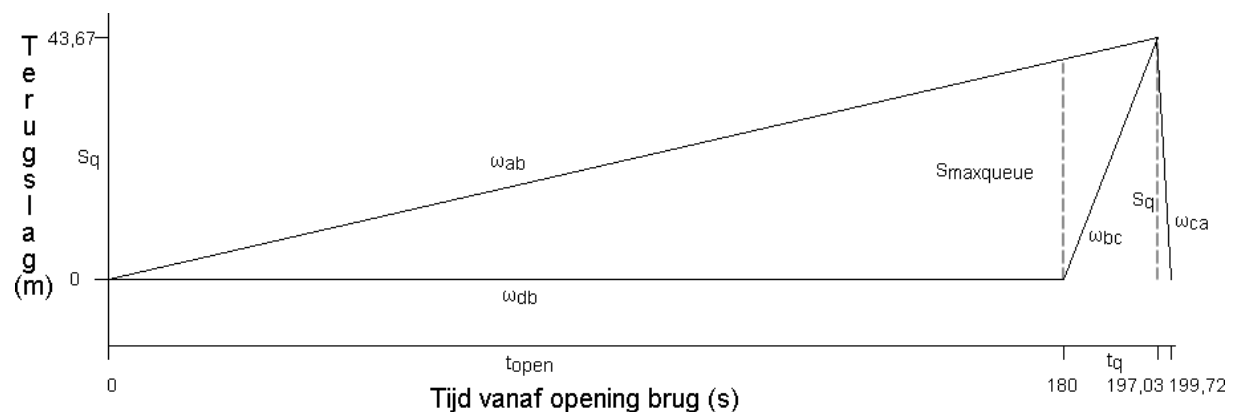
$$S_{\max \text{ queue}} = \omega_{ab} * t_{\text{open}} = \frac{-0,798}{3,6} * 180 = -39,89 \text{ m}$$

$$t_q = \frac{S_{\max \text{ queue}}}{\omega_{ab} - \omega_{bc}} = \frac{-39,89}{(-0,798 - -9,231/3,6)} = 17,03 \text{ s}$$

$$S_q = \omega_{bc} * t_q = \frac{-9,231}{3,6} * 17,03 = -43,67 \text{ m}$$

$$t_n = \frac{S_q}{\omega_{ca}} = \frac{43,67}{(58,400/3,6)} = 2,69 \text{ s}$$

Met deze waarden kan weergegeven worden in een afstand-tijd diagram hoe de schokgolf eruit ziet. Dit diagram is weergegeven in figuur D3



Figuur D 3: Schokgolfdiagram variant brug noord westkant

In figuur D3 is te zien dat de westkant en de oostkant in variant brug noord nagenoeg gelijke situaties vertonen, dit is te verklaren doordat de intensiteit weinig verschilt. De maximale terugslag is 43,67 meter.

$$\begin{aligned}
 I &= 158 \text{ auto's/uur} \\
 O &= 1750 \text{ brugopeneningen/jaar} \\
 T &= \frac{180 + 17,03}{3600} = 0,054731 \text{ uur/opening} \\
 n &= I \cdot T = 158 \cdot 0,054731 = 8,647460 \text{ auto's/opening} \\
 T_{gem} &= \frac{1}{2} T_{open} = \frac{1}{2} \cdot 180 = 90 \text{ s/auto} \\
 T_{total} &= n \cdot T_{gem} \cdot O = I \cdot T \cdot \frac{1}{2} T_{open} \cdot O = 158 \cdot 0,054731 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{180}{3600} \cdot 1750 = 378,33 \text{ uur/jaar}
 \end{aligned}$$

Ook in deze berekening lijken de situaties aan de oost- en westkant erg op elkaar.

## Appendix E: Geluidsniveau

Het geluidsniveau wat veroorzaakt wordt door het verkeer kan berekend worden met de volgende formule (Ministerie van infrastructuur en milieu, 2006).

$$L_{aeq} = E + C_{optrek} + C_{reflectie} - D_{afstand} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo}$$

$E$  = emissiegetal  
 $C_{optrek}$  = correctieterm in verband met eventuele kruisingen of obstakels  
 $C_{reflectie}$  = correctieterm in verband met reflecties  
 $D_{afstand}$  = term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt  
 $D_{lucht}$  = term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt  
 $D_{bodem}$  = term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt  
 $D_{meteo}$  = term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewind situatie in rekening brengt

Om het geluidsniveau te bepalen moet  $L_{aeq}$  berekend worden. De componenten van de formule zullen stap voor stap berekend worden.

### Emissiegetal

Het emissiegetal  $E$  is gebaseerd op de snelheid en de intensiteit van het verkeer. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen lichte (lv), middelzware (mv) en zware motorvoertuigen (zv).

$$E = 10 \lg \left( 10^{\frac{E_{lv}}{10}} + 10^{\frac{E_{mv}}{10}} + 10^{\frac{E_{zv}}{10}} \right)$$

De data die beschikbaar is maakt alleen onderscheid in autoverkeer (av) en vrachtverkeer (vv). Hierdoor komt de formule er als volgt uit te zien:

$$E = 10 \lg \left( 10^{\frac{E_{av}}{10}} + 10^{\frac{E_{vv}}{10}} \right) \quad \text{met:}$$

$$E_{av} = 69,4 + 27,6 \lg \frac{v_{av}}{v_0} + 10 \lg \frac{Q_{av}}{v_{av}} + C_{wegdek,lv}$$

$$E_{vv} = 76,0 + 17,9 \lg \frac{v_{vv}}{v_0} + 10 \lg \frac{Q_{vv}}{v_{vv}} + C_{wegdek,vv}$$

In bovenstaande formules zijn  $v_{av}$  en  $v_{vv}$  de snelheid van respectievelijk het autoverkeer en het vrachtverkeer.  $v_0$  is de referentiesnelheid en deze is 80km/h voor het autoverkeer en 70 km/h voor het vrachtverkeer.  $Q$  is de intensiteit van de verkeersstroom per uur.  $C_{wegdek}$  is een correctiefactor voor het type wegdek indien dit anders is dan dicht asfalt beton. Deze correctiefactor zal buiten beschouwing gelaten worden.

De aanname wordt gedaan dat de snelheid van het autoverkeer 40km/h zal zijn en dat van het vrachtverkeer 30km/h, deze snelheid ligt zo laag omdat er een bocht in de weg zit op de locatie waar de weg het dichtst bij de bebouwing ligt.

$$E_{av} = 69,4 + 27,6 \lg \frac{v_{av}}{v_0} + 10 \lg \frac{Q_{av}}{v_{av}} = 69,4 + 27,6 \lg \frac{30}{80} + 10 \lg \left( \frac{658,36}{40} \right) = 73,26 \text{ dB}$$

$$E_{vv} = 76,0 + 17,9 \lg \frac{v_{vv}}{v_0} + 10 \lg \frac{Q_{vv}}{v_{vv}} = 76,0 + 17,9 \lg \frac{30}{70} + 10 \lg \frac{89,28}{30} = 74,15 \text{ dB}$$

$$E = 10 \lg \left( 10^{\frac{E_{av}}{10}} + 10^{\frac{E_{vv}}{10}} \right) = 10 \lg \left( 10^{\frac{73,26}{10}} + 10^{\frac{74,15}{10}} \right) = 76,74 \text{ dB}$$

#### **C<sub>optrek</sub>**

Nu het emissiegetal bekend is, kan gerekend worden aan de correctiefactoren. De eerste correctiefactor heeft betrekking tot het optrekken van het verkeer. Deze is afhankelijk van het percentage vrachtverkeer (p) en de afstand van de bebouwing tot het midden van het kruispunt (a).

$$C_{optrek} = \max(0,65 + 0,004p - 0,007a; 0)$$

$$C_{optrek} = \max(0,65 + 0,004 \cdot 10,6 - 0,007 \cdot 110; 0) = \max(-0,07; 0) = 0 \text{ dB}$$

#### **C<sub>reflectie</sub>**

De correctiefactor C<sub>reflectie</sub> wordt toegepast voor reflectie van het geluid tegen vlakken die zich aan de overzijde van de weg bevinden. Deze vlakken moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- Ze zijn akoestisch hard en vlak
- Ze zijn verticaal en staan ongeveer evenwijdig aan de weg
- Ze zijn hoger dan de hoogte van de waarnemer
- De horizontale afstand van het vlak tot de dichtst bij het waarneempunt gelegen rijlijn kleiner is dan 100m en tevens kleiner dan viermaal de horizontale afstand van het waarneempunt tot de meest nabij gelegen rijlijn.

In het projectgebied is er geen vlak wat aan alle vier voorwaarden voldoet. Deze correctieterm hoeft dus niet meegenomen te worden.

#### **D<sub>afstand</sub>**

Met de correctiefactor D<sub>afstand</sub> kan de vermindering van het geluid over de afstand bepaald worden. Logischerwijs is deze factor afhankelijk van de afstand (r) tussen de ontvanger en de bron.

$$D_{afstand} = 10 \lg(r) = 10 \lg(65) = 18,13 \text{ dB}$$

#### **D<sub>lucht</sub>**

De correctiefactor D<sub>lucht</sub> geeft de verzwakking als gevolg van de luchtdemping weer. Deze is afhankelijk van de afstand (r).

$$D_{lucht} = 0,01r^{0,9} = 0,01 \cdot 65^{0,9} = 0,43 \text{ dB}$$

#### **D<sub>bodem</sub>**

De correctiefactor D<sub>bodem</sub> bepaald hoeveel geluid wordt geabsorbeerd door de bodem. Dit is afhankelijk van de afstand (r), de hoogte van zowel de weg (h<sub>weg</sub>) als de hoogte van de ontvanger (h<sub>w</sub>) ten opzichte van het maaiveld en het is afhankelijk van een bodemfactor, welke afhankelijk is van het type ondergrond. De bodemfactor (B) kan verschillen tussen 0 en 1. 0 Betekent dat de bodem heel hard is, bijvoorbeeld asfalt. Bij grasland is deze factor 1.

$$D_{bodem} = B \left( 2 + 4(1 - e^{-0,04r}) \left( e^{-0,65h_w} + e^{-0,65(h_{weg}+0,75)} \right) \right)$$

Omdat er geen sprake is van een viaduct, is de hoogte van de weg ten opzichte van het maaiveld 0. De hoogte van de ontvanger wordt gezet op 1,73 meter, wat de gemiddelde lengte van een volwassen persoon in Nederland is (Centraal bureau voor de statistiek, 2008). De bodemfactor is gezet op 1, aangezien het allemaal grasland is tussen de woning en de weg.

$$D_{bodem} = 1 \cdot \left( 2 + 4 \cdot (1 - e^{-0,04 \cdot 65}) \cdot (e^{-0,65 \cdot 1,73} + e^{-0,65 \cdot (0+0,75)}) \right) = 5,48dB$$

#### **D<sub>meteo</sub>**

De laatste correctiefactor is D<sub>meteo</sub>. De emissieberekening houdt rekening met meewind en deze correctiefactor corrigeert het naar een meteorologisch gemiddelde overdracht. Om de maximale geluidsbelasting te bepalen moet deze factor niet meegenomen worden, D<sub>meteo</sub> is dus 0.

#### **L<sub>aeq</sub>**

De totale geluidsbelasting kan berekend worden.

$$L_{aeq} = E + C_{optrek} + C_{reflectie} - D_{afstand} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo}$$

$$L_{aeq} = 76,74 + 0 + 0 - 18,13 - 0,43 - 5,48 - 0 = 52,7dB$$