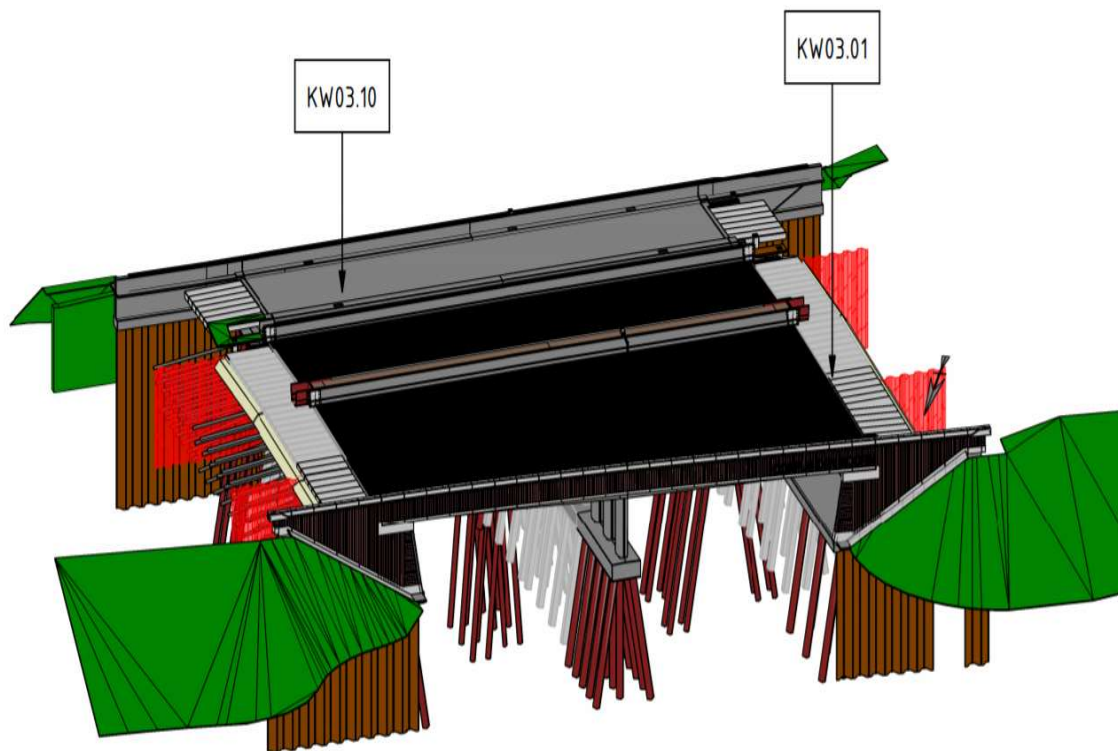


Hoofdverslag

Onderzoek naar de meest gunstige uitvoeringsmethode
t.a.v. de bovenbouw van kunstwerk 03.01.



Afstudeerder: Sijbren Oenema

Studentnummer: 590152

Datum: 02-03-2020

Opleiding: HBO Bachelor Civiele Techniek (Deeltijd)

Afstudeerrichting: PMI

Onderwijsinstelling: Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)

Afstudeerbedrijf: Max Bögl Nederland B.V. / Combinatie Herepoort VOF

1e afstudeerbegeleider: T.P. van der Wardt

2e afstudeerbegeleider: R. Onstein

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeeronderzoek ter afronding van mijn opleiding; HBO Bachelor Civiele Techniek die gevolgd wordt aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN). De opleiding wordt in Deeltijd vorm gevolgd, wat wil zeggen dat ik normaal gesproken van maandag tot en met donderdag naar mijn werk ga en op vrijdag naar de HAN in Arnhem ga om lessen te volgen. Nadat ik ben gestart met dit onderzoek waren er geen lessen meer die gevolgd moesten worden en daarom werd de vrijdag dan ook gebruikt om aan het afstudeeronderzoek te werken.

Vanaf September 2019 tot Maart 2020 is er gewerkt aan dit onderzoek, waarbij er om de 3 weken overleg is geweest met de afstudeerbegeleiders T.P. van der Wardt en R. Onstein. Tijdens de overleggen is er door de afstudeerbegeleiders goede ondersteuning en feedback gegeven en hiervoor wil ik T.P. van der Wardt en R. Onstein dan ook voor bedanken. Op het project Aanpak Ring Zuid waarbij ik werkzaam ben voor de opdrachtnemer; Combinatie Herepoort, wil ik de mensen bedanken die tijdens het onderzoek zo vrij waren om mee te werken aan interviews, presentaties, vergaderingen of de tijd namen om één op één te overleggen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Sijbren Oenema
Bolsward, 2 Maart 2020

Samenvatting

De Opdrachtgever heeft tijdens de tenderfase een aantal planologische randvoorwaarden meegegeven, voortkomend uit het tracé besluit. Op basis hiervan heeft Combinatie Herepoort beschouwd hoe het wegontwerp zich verhoudt op de bestaande kunstwerken en welke aanpassingen hieruit volgen. Eén van de aanpassingen is een verbreding aan beide zijden van het bestaande kunstwerk 03.01. In de tenderfase is er van uitgegaan om de uitbreidingen te realiseren middels een verhoogde ondersteuning van profiel staal, zodat er voldaan kan worden aan het profiel van vrije ruimte van de onderliggende weg en deze in gebruik gehouden kan blijven. Echter zijn er bij personen binnen Combinatie Herepoort vragen over de in de tenderfase beschreven uitvoeringsmethode, concreet is men zich dus gaan afvragen of het verhoogd bouwen op een ondersteuning van profiel staal wel de meest gunstige uitvoeringsmethode is, daarom is in overleg met Combinatie Herepoort besloten om een onderzoek uit te voeren naar; “welke uitvoeringsmethode t.a.v. de bovenbouw van kunstwerk 03.01 is het meest gunstig voor Combinatie Herepoort”.

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag is allereerst literatuuronderzoek gedaan, in het literatuuronderzoek wordt onderzoek gedaan naar bestaande kennis over bepaalde onderwerpen. Zodat er inzicht verkregen wordt in bestaande kennis die betrekking heeft op een onderwerp. In het literatuuronderzoek is allereerst onderzoek gedaan naar de tenderfase van het project Aanpak Ring Zuid, vervolgens is er geïnventariseerd welke eisen & randvoorwaarden relatie hebben tot kunstwerk 03.01 en is er een eerste schifting op de eisen uitgevoerd. Tevens is er in het literatuuronderzoek onderzocht wat excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders betekend en hoe dit opgenomen kan worden in een MCDA. Aansluitend hierop is er beschouwd welke verschillende soorten MCDAS er zijn en welke toegepast gaat worden binnen het onderzoek naar de meest gunstige uitvoeringsmethode t.a.v. de bovenbouw van Kunstwerk 03.01. Als laatste is er in het literatuuronderzoek beschouwd welke uitvoeringsmethoden er allemaal mogelijk zijn, zonder te kijken naar de eisen & randvoorwaarden.

De uitvoeringsmethoden die in het literatuuronderzoek naar voren zijn gekomen, zijn vervolgens gespiegeld aan de eisen & randvoorwaarden. Zodat er in het vervolg onderzoek enkel uitvoeringsmethoden worden uitgewerkt die voldoen aan de eisen en randvoorwaarden. Hieruit bleek dat er twee uitvoeringsmethoden verder uitgewerkt gaan worden namelijk; ter plaatse verhoogd bouwen op een ondersteuningsconstructie en de uitvoeringsmethode; de uitbreidingen inrijden en inhijzen.

Vervolgens is er een eerste opzet gemaakt van de Multi Criteria Decision Analyse (MCDA), zodat er duidelijk wordt welke criteria er zijn en welke producten opgesteld moeten worden om de scores van deze criteria te bepalen. In het literatuuronderzoek is naar voren gekomen hoe excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders in de MCDA opgenomen gaat worden, er is in overleg bepaald om de wegingen en criteria te laten bepalen door een aantal specialisten van de omgeving. Echter bleek tijdens het opstellen van de MCDA dat indien de wegingen en criteria van een MCDA enkel bepaald worden door de specialisten van de omgeving, er een situatie kan ontstaan waarbij de beslissers (bijvoorbeeld een projectleider of projectdirecteur) niet kiezen voor een dergelijk uitvoeringsmethode. In dit geval werden er bijvoorbeeld wegingen bepaald tussen de 0 en 2% op de criteria Financieel en Planning, dit betekend deze criteria bijna geen invloed meer hebben op de totale score. Terwijl een beslissers nog steeds verantwoordelijk is voor Planning en Financieel, dit betekend dat indien zich er een situatie voordoet waarbij een uitvoeringsmethode hoog scoort op Omgeving, Bereikbaarheid en Veiligheid en erg laag scoort op Financieel en Planning dit waarschijnlijk nog steeds de uitvoeringsmethode is met de hoogste score aangezien Financieel en Planning samen maar 4% van de score bepalen. Hierom is er voor gekozen om in de MCDA nog een soort MCDA te maken, waar de wegingen en criteria van de beslissers zijn opgenomen. Zodat er altijd vergeleken kan worden wat de score zou zijn als beslissers zouden kiezen.

Nadat de definitieve uitvoeringsmethoden verder zijn uitgewerkt en de scores bepaald kunnen worden, is de MCDA ingevuld. Uit beide MCDAS blijkt dat de uitvoeringsmethode; de uitbreidingen inrijden en inhijzen de hoogste score heeft. Geconcludeerd kan worden dat deze uitvoeringsmethode hiermee de meest gunstige uitvoeringsmethode voor Combinatie Herepoort.

Inhoudsopgave

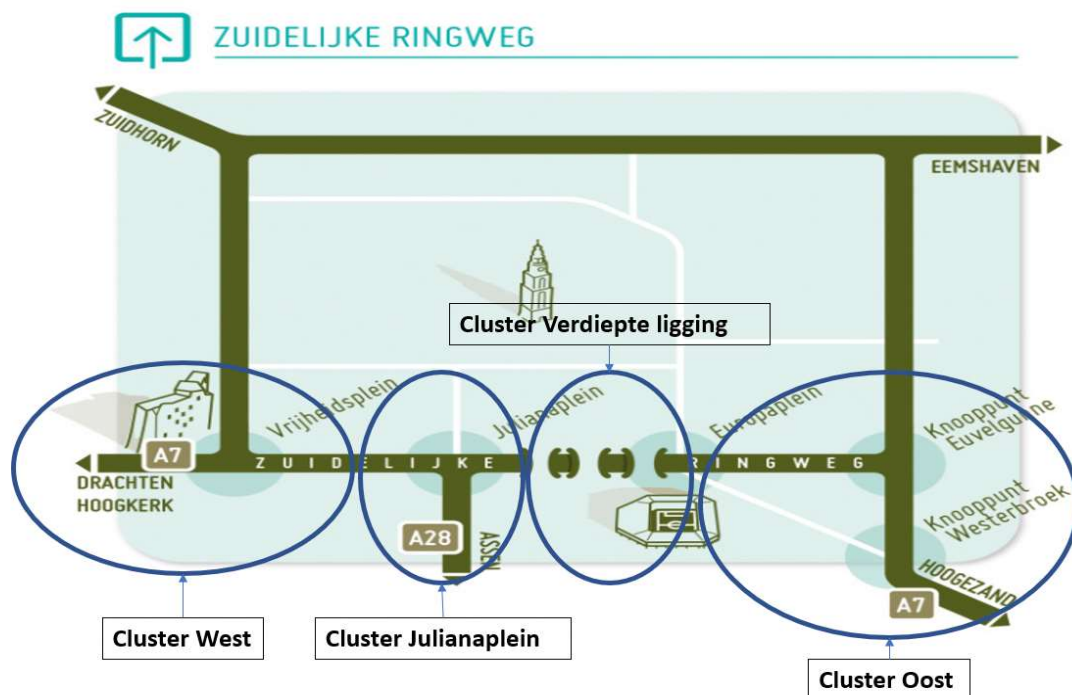
Voorwoord.....	2
Samenvatting.....	3
1 Aanpak Ring Zuid.....	6
1.1 Aanpak Ring Zuid	6
1.1 Deelgebied West.....	7
1.2 Laan Corpus den Hoorn.....	7
2 Probleemstelling & Probleemanalyse.....	9
2.1 Probleemstelling	9
2.2 Probleemanalyse.....	9
2.3 Hoofdvraag	9
2.4 Deelvragen	9
4. Eisen en Randvoorwaarden.....	11
4.1. Inleiding	11
4.2. Eisen & Randvoorwaarden.....	11
5. Uitvoeringsmethoden vanuit de literatuur	12
5.1. Varianten vanuit de literatuurstudie	12
5.2. Ter plaatse (verhoogd) bouwen op een ondersteuningsconstructie middels profiel staal	12
5.3. De uitbreidingen in prefab te realiseren waarna deze doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie gepositioneerd worden	15
5.4. De uitbreidingen op een andere locatie bouwen en doormiddel van SPMT's op de definitieve locatie te positioneren	16
5.5. Inrijden doormiddel van SPMT's en in-hijsen.....	18
5.6. De uitbreidingen op een andere locatie te realiseren waarna deze doormiddel van schuiven op de definitieve locatie wordt gepositioneerd	19
5.7. Het realiseren van KW03.01 middels een ondersteuning van systeemstaanders	20
5.8. Conclusie Varianten vanuit literatuuronderzoek	21
6. Opzetten Multi Criteria Decision Analyse	22
6.1. inleiding.....	22
6.2. Criteria rangschikken	22
6.3. Deelcriteria.....	23
6.4. Conclusie	24
7. Definitieve uitvoeringsmethoden.....	25
7.1. Inleiding	25
7.2. Bepalen Producten per uitvoeringsmethode (specialisten omgeving)	25
7.3. Bepalen Producten per uitvoeringsmethode (beslissers).....	26
7.4. Uitwerking definitieve uitvoeringsvarianten	27
7.4.1. Uitvoeringsmethode; ter plaatse bouwen op een ondersteuningsconstructie	27
7.4.2. Uitvoeringsmethode; de uitbreidingen inrijden en in hijsen	30
8. Uitwerking Multi Criteria Decision Analyse.....	32
8.1. Inleiding	32
8.2. Het standaardiseren van scores.....	32
8.2.1. Onderbouwing minimum en maximum waarden	32
8.3. MCDA matrix.....	33
8.3.1. Conclusie MCDA	34
9. Conclusie en Aanbevelingen.....	35
9.1. Inleiding	35
9.2. Conclusie deelvragen	35
9.2.1. Deelvraag 1	35

9.2.2.	Deelvraag 2	35
9.2.3.	Deelvraag 3	36
9.3.	<i>Conclusie Hoofdvraag</i>	37
9.4.	Aanbevelingen.....	38
10.	Bibliografie.....	39
11.	Bijlagen	40
12.	Proces bijlagen	41

1 Aanpak Ring Zuid

1.1 Aanpak Ring Zuid

Aanpak Ring Zuid is een project dat tot stand is gekomen door de Gemeente Groningen, Provincie Groningen en het Rijk. Dit plan betreft de aanpak van de zuidelijke ringweg van Groningen, het plan gaat er uiteindelijk voor zorgen dat het verkeer vlotter doorstroomt en dat alle bestemmingen in de stad beter bereikbaar gaan worden. Ook gaat het project er voor zorgen dat de weg beter in de omgeving ingepast gaat worden en hierdoor ontstaat dan weer een verbeterde leefbaarheid.



Afbeelding 1.1: Zuidelijke Ringweg bron: (Aanpak Ring Zuid, 2019)

Het project is opgedeeld in 4 verschillende deelgebieden, per deelgebied zijn er verschillende wijzigingen. Deelgebied 1; Cluster West is het gebied vanaf Hoogkerk t/m het Vrijheidssplein, de grootste wijzigingen voor Cluster West zijn dat er een betere aansluiting op de westelijke ringweg komt en dat het Vrijheidssplein sneller gepasseerd kan worden. Deelgebied 2; Cluster Julianaplein richt zich voornamelijk op het kruispunt Julianaplein, op dit moment is het kruispunt Julianaplein het grootste en drukste kruispunt van Nederland. De grootste wijzigingen voor Deelgebied Julianaplein zijn dat het verkeer straks zonder verkeerslichten door kan rijden op het Julianaplein, er een nieuwe op- en afrit komt bij de Vondellaan en tevens komt er een nieuwe verbindingsweg tussen de Hereweg en het Julianaplein. Deelgebied 3; Cluster Zuiderplantsoen loopt ongeveer vanaf het knooppunt Julianaplein tot het Europaplein, de grootste wijzigingen van dit gebied zijn dat tussen de Hereweg en het Oude Winschoterdiep de weg verdiept aangelegd gaat worden. De verdiept aangelegde weg wordt op 3 locaties voorzien van een dak, boven op dit dak wordt een nieuw park aangelegd: het Zuiderplantsoen. Verder wordt er tussen de Helperzoom en de Duinkerkenstraat een tunnel aangelegd, deze tunnel ligt onder het spoor en voorziet doorgang voor auto's, fietsers en bussen. Het laatste deelgebied, deelgebied 4; Cluster Oost loopt ongeveer vanaf het Europaplein tot het Knooppunt Westerbroek. In dit deelgebied gaat Aanpak Ring Zuid er voor zorgen dat het verkeer sneller vanaf het Europaplein naar de Sontweg kan en dat Eemspoort/Driebond eigen op- en afritten krijgt. (Aanpak Ring Zuid)

1.1 Deelgebied West

Het deelgebied 1, Cluster West loopt vanaf Hoogkerk tot net voorbij het Vrijheidsplein, zie onderstaande afbeelding.



Afbeelding 1.2: Kaart van deelgebied West bron: (Aanpak Ring Zuid)

Deelgebied 1, Cluster West gaat er voor zorgen dat het verkeer vanuit Drachten wat richting de westelijke ringweg wil rijden in de toekomst niet meer over de rotondes bij Laan Corpus den Hoorn hoeft te rijden. Verder hoeft er op het Vrijheidsplein niet meer gestopt te worden voor de haaiantanden maar kan het verkeer op de westelijke ringweg komen door een tunnel die onder het vrijheidsplein gerealiseerd wordt. Ook hoeft er niet meer gewacht te worden voor de verkeerslichten bij Leonardspringerlaan, omdat de N370 vanaf het Vrijheidsplein verhoogd aangebracht gaat worden. Verder kan het verkeer dat vanaf de Westelijke ringweg richting naar het Julianaplein gaat rijden, middels nieuw te realiseren viaducten over de verdiept aangebrachte tunnel t.p.v. het Vrijheidsplein richting het Julianaplein.

1.2 Laan Corpus den Hoorn

Om te kunnen zorgen dat het verkeer richting de Westelijke ringweg in de toekomst niet meer over de rotondes bij Laan Corpus den Hoorn hoeft rijden, moet er in plaats van de verschillende rotondes een nieuw viaduct gerealiseerd (kunstwerk 03.10) worden. Tevens wordt er ter plaatse van de toekomstige toerit ook een nieuw viaduct gerealiseerd (kunstwerk 31.12). Verder wordt het bestaande viaduct (kunstwerk 03.01) aan beide zijden uitgebreid, in onderstaande afbeelding is de bestaande situatie van de Laan Corpus den Hoorn te zien.



Afbeelding 1.3: Overzicht bestaande situatie Laan Corpus den Hoorn bron: (Aanpak Ring Zuid)

Kunstwerk 03.01 wordt uitgebreid om in de toekomst te voorzien in een nieuwe afrit voor het verkeer wat vanuit de richting van het Julianaplein komt en op de Laan Corpus den Hoorn wil invoegen. Daarnaast wordt er een extra rijstrook gecreëerd en wordt een groene strook in de middenberm. Aan de noordzijde van het kunstwerk zal een uitbreiding gerealiseerd worden van ca. 8 – 12 m1 en aan de zuidzijde van het kunstwerk zal een uitbreiding van ca. 2 m1 gerealiseerd worden. Beide uitbreidingen van het kunstwerk zullen over de volledige lengte van 43 m1 uitgevoerd worden. In onderstaande afbeelding is de nieuwe situatie van het gebied Laan Corpus den Hoorn te vinden.



Afbeelding 1.4: Overzicht toekomstige situatie Laan Corpus den Hoorn bron: (Aanpak Ring Zuid)

2 Probleemstelling & Probleemanalyse

2.1 Probleemstelling

In de tenderfase is bedacht om de bovenbouw van de uitbreiding van het bestaande Kunstwerk 03.01 boven het verkeer te bouwen, echter is er twijfel binnen de organisatie van Combinatie Herepoort of de gekozen uitvoeringsmethode van de tender achteraf wel de meest gunstige uitvoeringsmethode is.

2.2 Probleemanalyse

De opdrachtgever heeft tijdens de tenderfase een aantal planologische randvoorwaarden meegegeven, voortkomend uit het tracé besluit (dit is onderdeel van de vraagspecificatie). Op basis hiervan heeft Combinatie Herepoort beschouwd hoe het wegontwerp zich verhoudt op de bestaande kunstwerken en welke aanpassingen hieruit volgen, tijdens de tenderfase is er van uitgegaan om kunstwerk 03.01 uit te voeren als een voorgespannen betonnen plaat die naast en los van het bestaande kunstwerk gerealiseerd wordt, maar tevens ook verhoogd om tijdens de realisatie te voldoen aan het profiel van vrij ruimte van de onderliggende weg. Echter is er geen onderbouwing te vinden waarom er voor deze uitvoeringsmethode is gekozen.

Bij de uitvoeringsmethode die is gekozen tijdens de tender-fase zijn echter veel vragen, vragen zoals; wat als iemand ondanks het PVR toch de ondersteuning raakt, wat als er iets van de ondersteuning op de onderliggende weg komt? Of een vraag als; is dit kostentechnisch wel de meest voor de hand liggende uitvoeringsmethode? Op het project is men zich gaan afvragen of het verhoogd bouwen boven het verkeer wel de efficiëntste manier is, dit onderzoek is er op gericht om te onderzoeken welke uitvoeringsmethode het meest gunstig is voor CHP. Echter is het ontwerp van het kunstwerk in een vergevorderd stadium, medio maart 2020 staat gepland om het definitieve ontwerp af te ronden. Het is daarom niet meer mogelijk om een uitvoeringsmethode te kiezen waarbij grote wijzigingen moeten plaatsvinden t.o.v. het ontwerp. Een randvoorwaarde die mee is gegeven is dus om een uitvoeringsmethode te kiezen waarbij er geen grote wijzigingen voor het ontwerp ontstaan.

2.3 Hoofdvraag

Er is gekozen voor een varianten studie waarbij verschillende uitvoeringsmethode met elkaar worden vergeleken, om zodoende tot een gedegen uitvoeringsmethode te komen.

“Welke uitvoeringsmethode t.a.v. de bovenbouw van Kunstwerk 03.01 is het meest gunstig voor CHP?”

De meest gunstige uitvoeringsmethode voor Kunstwerk 03.01 kan gedefinieerd worden als de uitvoeringsmethode die het best uit het keuzemodel (MCDA) gaat komen, er zal onderzoek gedaan moeten worden welke aspecten zoals bijvoorbeeld; Omgeving, Verkeer, Financieel, Veiligheid, Planning, Eisen, EMVI beloften, bouwbaarheid etc. de aspecten dienen als criteria in het keuzemodel behandeld worden om op basis van de uitkomst van de MCDA te bepalen welke uitvoeringsmethode t.a.v. bovenbouw van KW03.01 het meest gunstig voor CHP.

2.4 Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden dienen er deelvragen opgesteld te worden, dit zijn de deelvragen.

1. Welke eisen en randvoorwaarden hebben relatie met kunstwerk 03.01 en welke eisen hebben relevantie tot het onderzoek.

Door contract eisen, afgeleide eisen en EMVI beloften te inventariseren die relatie hebben met het kunstwerk 03.01, verkeer en bereikbaarheid kan er in een later stadium van het onderzoek middels de geïnventariseerde eisen, afgeleide eisen en EMVI beloften beschouwd worden welke uitvoeringsmethoden afvallen omdat ze mogelijk niet voldoen aan de eisen & randvoorwaarden.

2. Wat betekend de aanbeveling vanuit de Commissie Hertogh: 'excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders' en hoe kan deze aanbeveling opgenomen worden in een MCDA.

Eind 2018 een commissie is gestart met een onderzoek binnen het project. Het onderzoek van deze commissie is gestart vanwege een grote kans op escalatie tussen opdrachtnemer en opdrachtgever, als resultaat van dit onderzoek werden een aantal aanbevelingen gepresenteerd waar zowel de opdrachtgever als opdrachtnemer in moesten verbeteren. Eén van de aanbevelingen was een gezamenlijk aspect te overwegen om hier vervolgens in te excelleren, beide projectteams zijn overeengekomen om te excelleren in "draagvlak en begrip van stakeholders".

Omdat de meest gunstige uitvoeringsmethode bepaald gaat worden doormiddel van een MCDA is er voor gekozen om te onderzoeken wat excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders betekend zodat er vervolgens beschouwd kan worden hoe excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders opgenomen kan worden in de MCDA.

3. Welke uitvoeringsvarianten zijn mogelijk t.b.v. de bovenbouw van Kunstwerk 03.01.

Om een MCDA te vullen met verschillende uitvoeringsmethoden zal er allereerst onderzoek gedaan moeten worden naar welke uitvoeringsmethoden allemaal mogelijk zijn. In een later stadium kan gekeken worden welke uitvoeringsmethoden eventueel allemaal afvallen, door bijvoorbeeld de uitvoeringsmethoden te spiegelen aan de geïnventariseerd eisen & randvoorwaarden.

4. Eisen en Randvoorwaarden

4.1. Inleiding

In het literatuuronderzoek is onderzocht welke eisen relatie hebben tot kunstwerk 03.01, dit zijn verschillende soorten eisen. Zo zijn er eisen uit verschillende normen en richtlijnen maar zijn er ook bijvoorbeeld eisen die meegegeven worden vanuit het ontwerp. Nadat is beschouwd welke eisen allemaal relevant tot het kunstwerk zijn, is beschouwd welke eisen allemaal relevant zijn tot het onderzoek.

4.2. Eisen & Randvoorwaarden

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat er een grote hoeveelheid eisen aanwezig is op het project Aanpak Ring Zuid, hierdoor is er een eerste schifting gemaakt in de geïnventariseerde eisen en blijven de belangrijkste eisen over. In onderstaande tabel 4.1 zijn de eisen die na een eerste schifting over zijn gebleven te zien. Dit zijn de belangrijkste eisen waaraan een uitvoeringsmethode moet voldoen. Verder is er een randvoorwaarde opgenomen die is opgegeven door Combinatie Herepoort, de randvoorwaarde is dat er geen grote ontwerp wijzigingen meer mogen plaatsvinden. Aangezien het definitieve ontwerp bijna gereed is.

Eis ID	Titel	Eistekst	Relatie tot onderzoek
Eis_13770	Beperken scheurvorming verhin- derde krimp en kruip KW03.01	Om de invloed van verhinderde krimp en kruip door voorspanning van de uitbrei- ding te verlagen (risico op scheuren en te grote afname van de drukspanning in het dek = afname capaciteit dek), mag de stortstrook tussen nieuw en bestaand dek niet eerder aangebracht worden dan 60 dagen na het aanbrengen van de volledige voorspanning in het dek van de uitbreidingen.	Planning technisch, nadat er 100% is afge- spannen moet nog 60 dagen gewacht wor- den met het realiseren van de natte knoop.
Eis_01010	Bereikbaarheid winkel- en hore- cavoorzieningen	Ring Zuid dient de bereikbaarheid van bestaande winkel- en horecavoorzieningen voor bevoorradingsverkeer, autoverkeer en langzaam verkeer te waarborgen.	Vlakbij Kunstwerk 03.01 zit een horeca voorziening, er moet rekening gehouden worden dat de uitvoeringsvariant kan voor- zien in de bereikbaarheid van deze horeca voorziening.
Eis_02742	Beperken ver- keershinder tij- dens realisatie	In de Tijdelijke Situatie dient Ring Zuid de verkeershinder voor gebruikers te beper- ken op het: - wegennet (zowel voor snelverkeer als langzaam verkeer); - vaarwegennet; - spoorwegennet.	DE verschillende varianten moeten aan deze eis voldoen, dit kan gedaan worden door de uitgewerkte uitvoeringsvariant te laten beschouwen door een verkeerskun- dige.
Eis_02757	Borgen uitwis- seling wegverkeer HWN en OWN	Ring Zuid dient tijdens de realisatiefase de uitwisseling van wegverkeer tussen HWN en OWN te borgen, conform [figuur Instandhouden verbindings HWN-OWN]. Tijdens Nacht-, Weekend en Zomervakantie-afsluitingen zoals bedoeld in eisen Eis_02743, Eis_08252 en Eis_03739 mogen verbindings tussen HWN en OWN af- gesloten worden na instemming van Bevoegd Gezag.	Uitvoeringsmethode moet voldoen aan het figuur; Instandhouden verbindings HWN-OWN.
Eis_02780	In stand houden fiets- en voetgan- gersverbindings	Ring Zuid dient in de realisatiefase de fiets- en wandelstructuur functioneel in stand te houden conform [figuur Instandhouden fiets- en voetgangers verbindings].	Uitvoeringsmethode moet de fiets- en wan- del structuur in stand houden volgens fi- guur; Fiets- en voetgangers verbindings.
Eis_02788	Borgen afwikke- lingscapaciteit HWN	De hoofdrijbaan van de Hoofdweg dient een afwikkelingscapaciteit van ten minste 3000 motorvoertuigen per uur per richting te borgen. Tijdens Nacht-, Weekend en Zomervakantie-afsluitingen zoals bedoeld in eisen Eis_02743 en Eis_03739, mag een lagere afwikkelingscapaciteit op het HWN worden geboden na instemming van Bevoegd Gezag.	Er dient beschouwd te worden of een be- paalde uitvoeringsmethode voldoet aan de minimale afwikkel capaciteit.
Eis_02810	In stand houden bedrijven	Ring Zuid dient de bedrijfsvoering van bestaande bedrijven functioneel in stand te houden. - Gasunie inclusief datacentrum; - Mercure Hotel; - Martini Plaza; - bedrijven Martini Trade Center; - Vos (Maupertuis); - Trip advocaten en notarissen; - Troostwijk taxaties; - DUO; - B&W (Frontier); - Impuls (Frontier) - Ordina; - TKP Pensioen; - Essent; - Ziggo; - NDC Mediagroep; - Porsche Centrum Groningen; - Osloweg 131.	De uitvoeringsmethode moet er in voorzien dat tijdens de realisatie de bedrijfsvoering voor deze bedrijven functioneel in stand ge- houden kan blijven.
R6M3	Beperken aantal faseringen	We beperken het aantal faseringen, waardoor we wisselende tijdelijke situaties zo- veel mogelijk mijden.	Een belofte die gedaan is, is de faseringen zoveel mogelijk te beperken. Hier dient re-kening mee gehouden te worden tijdens de keuze van een uitvoeringsmethode.

Afbeelding 4.1: Overzicht relevante eisen bron: (Oenema S. , Literatuuronderzoek , 2019)

5. Uitvoeringsmethoden vanuit de literatuur

5.1. Varianten vanuit de literatuurstudie

Eén van de onderwerpen die in het literatuuronderzoek zijn onderzocht is de Uitvoeringsmethoden, er is onderzocht welke uitvoeringsmethoden allemaal mogelijk zijn. Zonder te kijken naar de eisen & randvoorwaarden. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat er 5 verschillende uitvoeringsmethode mogelijk zijn, namelijk;

- Ter plaatste (verhoogd) bouwen op een ondersteuningsconstructie van profielstaal
- De uitbreidingen te prefabriceren waarna deze doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie te positioneren.
- De uitbreidingen op een andere locatie bouwen om doormiddel van SPMT's op de definitieve locatie te positioneren.
- De uitbreidingen op een andere locatie te realiseren waarna deze doormiddel van schuiven op de definitieve locatie te positioneren.
- De uitbreidingen realiseren op ondersteuning van systeemstaanders

Een eerste stap van het uitwerken van de varianten is het spiegelen van de uitvoeringsmethoden aan de eisen, randvoorwaarden en om te kijken of de uitvoeringsmethoden technisch haalbaar zijn. Vervolgens kunnen de varianten die overblijven op een zodanig niveau uitgewerkt worden dat samen met de verschillende experts de scores van de criteria van de MCDA bepaald kunnen worden.

5.2. Ter plaatse (verhoogd) bouwen op een ondersteuningsconstructie middels profiel staal

Inleiding;

Bij deze uitvoeringsmethode worden de betonconstructie op een ondersteuning van profielstaal gerealiseerd, om te voldoen het profiel van vrije ruimte wordt de ondersteuning verhoogd gerealiseerd. Bij deze uitvoeringsmethode worden er horizontale liggers van profiel staal aangebracht zodat er een overspanning wordt gecreëerd waar het verkeer onderdoor kan rijden. Doordat de ondersteuning verhoogd gebouwd wordt dienen de uitbreidingen na het uitharden met vijzels, af-gevijzeld te worden op de definitieve positie, alvorens aan het afvijzelen kan (nadat de betonconstructie is uitgehard) het profielstaal onder de betonconstructie verwijderd worden. Een voorbeeld van deze uitvoeringsmethode is te zien in onderstaande afbeelding;

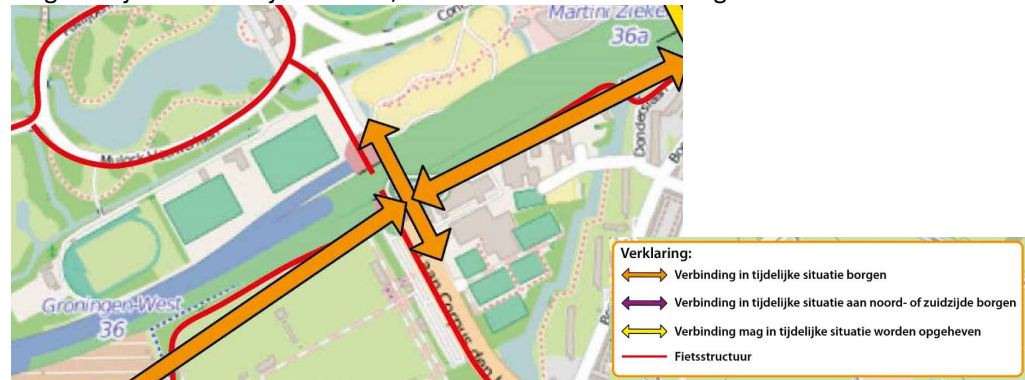


Afbeelding 5.1: Voorbeeld ondersteuning middels profielstaal bron: (Online)

Eisen & randvoorwaarden;

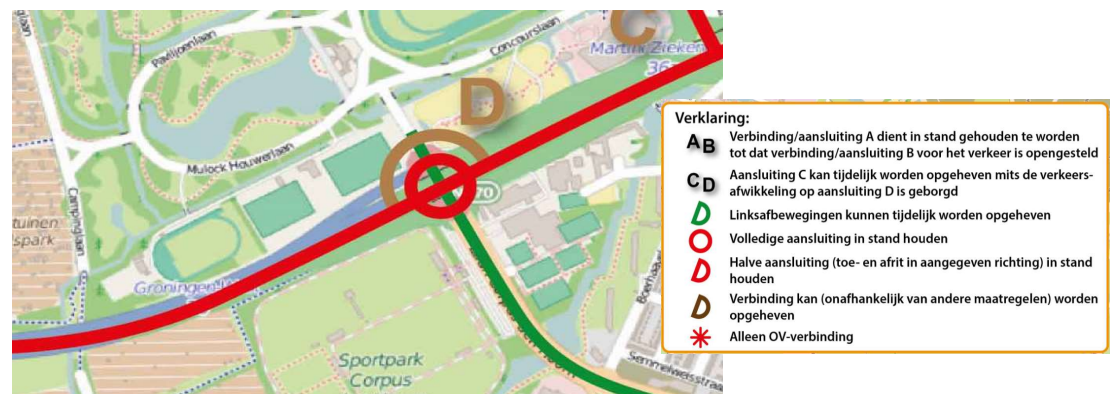
De uitvoeringsmethode dient getoetst te worden op de eisen en randvoorwaarden, want indien de uitvoeringsmethode niet voldoet aan de gestelde eisen en randvoorwaarden wordt deze niet verder uitgewerkt. De eisen die relevant zijn bevonden t.b.v. het onderzoek zijn in het literatuuronderzoek verzameld.

In het geval dat de uitbreidingen verhoogd worden gebouwd op een ondersteuningsconstructie zijn er een aantal eisen waar aandacht aan besteed moet worden, bijvoorbeeld eis 02780. De eistekst hiervan zegt; in stand houden van de fiets- en voetgangersverbindingen, in de eistekst wordt verwezen naar een figuur. Hierin is te zien dat de fiets- en voetgangersverbinding die onder het kunstwerk loopt in stand gehouden moet worden. Voor het figuur bijbehorend bij eis 02780, zie onderstaande afbeelding 5.2.



Afbeelding 5.2: illustraties uit figuur Instant houden fiets- en voetgangers verbindingen bron: (V.O.F., Figuur instant houden fiets- en voetgangers verbindingen)

Verder wordt er bij deze uitvoeringsmethode verwacht dat het onderliggende wegennet (OWN) meerdere keren afgesloten wordt t.b.v. het opbouwen van de ondersteuningen. Bij eis 02757; borgen uitwisseling wegverkeer HWN en OWN, is een figuur aanwezig die aangeeft bij welke wegen de verkeersstromen moeten worden geborgd. In het rood is aangegeven bij welke “hoofdwegen” het verkeer geborgd moet worden en in het groen is aangegeven bij welke “onderliggende-wegen” het verkeer geborgd moet worden. Voor het figuur bijbehorend bij eis 02757, zie onderstaande afbeelding 5.3.



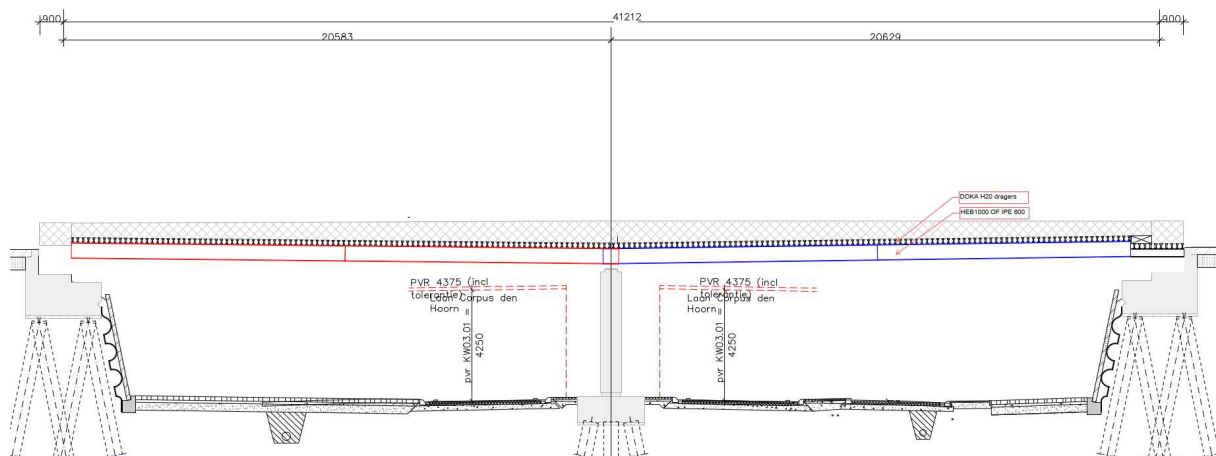
Afbeelding 5.3: Illustraties uit figuur Borgen verkeer HWN & OWN bron: (V.O.F., Figuur borgen verkeer HWN & OWN)

Om aan deze eis te voldoen zal er in een verdere uitwerking van deze variant gekeken moeten worden hoe het onderliggende wegennet in stand gehouden kan worden, zo is er voldoende ruimte tussen de landhoofden en tussensteunpunten om tijdelijk 2 rijstroken aan te brengen i.p.v. één rijstrook. Korte afsluiten zijn wel mogelijk aangezien de eistekst aangeeft dat; “Tijdens Nacht-, Weekend en Zomervakantie-afsluitingen zoals bedoeld in eisen Eis_02743, Eis_08252 en Eis_03739 mogen verbindingen tussen HWN en OWN afgesloten worden na instemming van Bevoegd Gezag.” Hierdoor is het wel mogelijk om bijvoorbeeld de 2 rijstroken aan te brengen tussen een landhoofd en tussensteunpunt, zodat in één fase het verkeer tussen landhoofd (AS 1) en middensteunpunt (AS 2) kan rijden en in een tweede fase het verkeer tussen middensteunpunt (AS 2) en landhoofd (AS 3) kan rijden.

Bij deze uitvoeringsmethode wordt er niet afgeweken van het ontwerp, aangezien er aan het definitieve (eind) ontwerp niets hoeft te veranderen. Dit betekent dat deze uitvoeringsmethode ook voldoet aan de randvoorwaarde die gesteld is in het literatuuronderzoek. "Op moment van onderzoeken zijn de ontwerpen van het Kunstwerk 03.01 in de fase dat het Definitief Ontwerp wordt opgesteld, dit betekent dat de vormgeving e.d. niet meer veranderd kan worden. Dit heeft als consequentie dat de uitvoeringsmethode afgestemd moet worden op het huidig gekozen ontwerp, namelijk een in-situ dek die aan het bestaande kunstwerk 03.01 gekoppeld dient te worden. Dit is dus een randvoorwaarde waar de uitvoeringsmethode aan moet voldoen." (Oenema S. , Literatuuronderzoek , 2019)

Technische haalbaarheid;

Bij deze uitvoeringsmethode moet er zoals beschreven, rekening worden gehouden met het verkeer. Hierom moet er voorzien worden in een overspanning van landhoofd naar midden steunpunt, de haalbaarheid van deze uitvoeringsmethode gaat beschouwd worden door een eerste berekening te maken waarbij de doorbuiging van het profielstaal getoetst gaat worden. De maximale doorbuiging van is bepaald aan de hand van (Stubeco, 2004) hoofdstuk 5, hierin wordt voorgesteld om de maximale doorbuiging te beperken op 1/400 van de overspanning. De overspanningen van 20,6m1 zijn bepaald op basis van schets autocad verhoogd bouwen, zie ook bijlage 2. Allereerst is de doorbuiging beschouwd indien er IPE 600 profielen toegepast worden, waarbij de IPE 600 profielen een hart op hart afstand hebben van 1000mm, zie bijlage 3. Het resultaat van de berekening is dat de IPE 600 profielen maximaal 212mm zullen doorbuigen, op basis van 1/400 van de overspanning wat resulteert in 51,5mm voldoet de doorbuiging van 212mm niet. Vervolgens is er een beschouwing gedaan op HEB 1000 profiel staal, waarbij de HEB 1000 profielen hart op hart 600mm worden geplaatst, zie bijlage 4. Het resultaat van deze berekening is dat de maximale doorbuiging 31,4mm zal bedragen, de maximale doorbuiging van 31,4mm is kleiner dan de maximale toelaatbare doorbuiging van 51,5mm en daarmee voldoen de HEB 1000 daarom op doorbuiging. Door de balken te toetsen op doorbuiging is een eerste beschouwing gedaan t.a.v. de haalbaarheid van deze uitvoeringmethode, in een verdere uitwerking kan deze variant nog geoptimaliseerd worden aangezien de toelaatbare doorbuiging significant hoger mag zijn dan dat deze daadwerkelijk is bij de HEB 1000 hart op hart 600.



Afbeelding 5.4: KW03.01 indicatieve schets ondersteuning bron: (Oenema S. , Indicatieve Schets ondersteuning KW03.01)

Conclusie;

Door de uitvoeringsmethode; ter plaatse bouwen (verhoogd) op een ondersteuningsconstructie te controleren op technische haalbaarheid, een beschouwing te doen of de uitvoeringsmethode voldoet aan de eisen & randvoorwaarden is beschouwd of deze afvalt of in aanmerking komt om verder uitgewerkt te worden. Geconcludeerd kan worden dat deze uitvoeringsvariant verder uitgewerkt kan worden, aangezien deze voldoet aan de eisen mits het verkeer t.p.v. het kunstwerk instant gehouden kan worden tijdens de realisatie.

5.3. De uitbreidingen in prefab te realiseren waarna deze doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie gepositioneerd worden

Inleiding

Bij prefab elementen die doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie worden gepositioneerd, worden de prefab elementen in een geconditioneerde omgeving gerealiseerd. Dit is meestal bij een leverancier. Nadat de prefab elementen (liggers) gerealiseerd zijn worden ze door vrachtwagens naar het project getransporteerd, om vervolgens doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie gepositioneerd te worden.

Eisen en Randvoorwaarden

Indien een bestaand kunstwerk uitgebreid wordt, dient de uitbreiding zoveel mogelijk gedaan te worden middels een gelijkwaardige constructie. Prefab liggers reageren anders dan een in het werk gestorte constructie. Er is ook geen literatuur te vinden van een viaduct dat verbreedt is middels prefab liggers. Volgens eis; 06316 "te handhaven kunstwerken en de uitbreidingen ervan dienen wat betreft vormgeving en materialisatie een samenhangend geheel te vormen". De onderzijde van een kunstwerk wat in het werk is gestort is één geheel, bij prefab liggers zijn langsnaden te zien. Hiermee kan niet voldaan worden aan deze eis en is het niet mogelijk om de uitbreiding middels prefab liggers te verbieden. Een andere methode zou zijn om de liggers niet middels een "natte knoop" te verbinden aan het bestaande dek maar om tussen het bestaande dek en de verbredingen een langsvog te creëren. Echter mag er volgens eis; 06023 geen langsvog gecreëerd worden op het kunstwerk.

Verder voldoet deze uitvoeringsmethode niet aan de gestelde randvoorwaarde; "Op moment van onderzoeken zijn de ontwerpen van het Kunstwerk 03.01 in de fase dat het Definitief Ontwerp wordt opgesteld, dit betekend dat de vormgeving e.d. niet meer veranderd kan worden. Dit heeft als consequentie dat de uitvoeringsmethode afgestemd moet worden op het huidig gekozen ontwerp, namelijk een een-situ dek die aan het bestaande kunstwerk 03.01 gekoppeld dient te worden. Dit is dus een randvoorwaarde waar het onderzoek aan moet voldoen." (Oenema S. , Literatuuronderzoek , 2019).

Technische haalbaarheid

Omdat de uitbreidingen middels een gelijkwaardige constructie verbreedt moeten worden om zodoende aan de eisen en randvoorwaarde te kunnen voldoen, kan er gekozen worden om de uitbreidingen te prefabriceren met de vorm zoals deze ontworpen is. Als we kijken naar de gewichten van beide uitbreidingen wordt er een indicatief gewicht bepaald voor de zuidelijke uitbreiding van 115 ton en een indicatief gewicht van 700 ton voor de noordelijke uitbreiding. Als we vervolgens naar een hijstabel kijken van telekranen, is het middels een 400 ton terreinkraan mogelijk om 136 ton te hijsen op 12m1 afstand. Daarmee is het mogelijk om de zuidelijke uitbreiding in te hijsen maar is de zuidelijke met 700 ton een ander verhaal. Door enkel naar de gewichten te kijken is er bijvoorbeeld met een 650 ton terreinkraan op 12m1 afstand nog maar 172 ton te hijsen, hierdoor zijn er minimaal 4 van zulke terreinkranen benodigd. Samen met het feit dat de noordelijke uitbreiding erg groot is en hierdoor lastig te transporteren, zodat deze dicht bij de terreinkranen kunnen worden gepositioneerd. Wordt het niet mogelijk geacht om de noordelijke uitbreiding middels terreinkranen in te hijsen.

Max. hefverm. 250-650 ton Hydraulische Weg-/terreinkranen

Tonnage	250 ton	300 ton	400 ton	500 ton	650 ton
Giek- + Jiblengthe**	72+36	50+70	50+84	56+90	60+96
Stempelbreedte	8,8	10	10	12,4	12,4
Vlucht (m) hart kraan hart last (Last in tonnen)					
3	250	300	400	500	650
6	123	157	202	255	330
8	102	125	163	203	264
10	84	98	139	166	212
12	69	78	114	136	172
14	58	63	99	114	146
16	49,5	53	88	99	126
18	43	44,5	76,0	85	109
20	38	43,5	69,0*	75	102,0*

Tabel 5.5 Hijstabel hydraulische weg-/terreinkranen bron: (Kraanbedrijf Nederhoff B.V., 2015)

Conclusie

De uitbreidingen middels prefab liggers te realiseren wordt niet mogelijk geacht, aangezien hiermee niet aan de eisen voldaan kan worden. Echter kan de zuidelijke uitbreiding wel geprefabriceerd worden, deze dient dan gerealiseerd worden zoals deze op dit moment ontworpen is. Vervolgens kan deze middels één of meerdere hijskranen op de definitieve locatie gepositioneerd worden, hiermee kan nog steeds voldaan worden aan de eisen & randvoorwaarden die gesteld zijn. De noordelijke uitbreiding kan niet middels hijskranen op de definitieve locatie gehesen worden, dit betekend dat deze uitvoeringsmethode alleen zou kunnen voor de zuidelijke uitbreiding. Dit betekend dat er voor de noordelijke uitbreiding een andere uitvoeringsmethode moet worden gezocht, indien er gekozen wordt om de zuidelijke uitbreiding middels hijskranen op de definitieve locatie te positioneren. Er zou in een verdere uitwerking dus een combinatie tussen twee uitvoeringsmethoden gekozen kunnen worden.

5.4. De uitbreidingen op een andere locatie bouwen en doormiddel van SPMT's op de definitieve locatie te positioneren

Inleiding

Eén van uitvoeringsmethoden die in het literatuuronderzoek naar voren is gekomen, is dat de uitbreidingen op een externe locatie (voorbouwlocatie) gebouwd worden waarna deze doormiddel van SPMT's op de definitieve locatie gepositioneerd worden. SPMT staat voor Self Propelled Modular Transporters. Dit zijn verschillende modules (trailers), zo zijn er modules van 4,5,6 en 8 as lijnen. Waarbij er een maximale aslast van 40 ton geldt, het voordeel van SPMT's is dat het zoals de naam al zegt een modulair systeem is. De modules kunnen zowel zijdelings met elkaar verbonden worden als aan de voor en achterzijde van de modules. Hierdoor kan een groot oppervlak van "wielen" gecreëerd worden, een ander voordeel van SPMT's is dat de wielen 360 graden kunnen draaien. En de te transporteren constructies letterlijk alle richtingen op getransporteerd kunnen worden.



Afbeelding 5.6: SPMT Wagenborg NEDLIFT bron: (Wagenborg Nedlift)

Technische haalbaarheid

Bij de uitvoeringsmethode waarbij SPMT's ingezet worden om de uitbreidingen op de definitieve locatie te positioneren, worden de betonconstructies op een externe locatie gerealiseerd. Op de externe locatie kan de betonconstructie middels een ondersteuning bestaande uit systeemsteigers gerealiseerd worden, aangezien de noordelijke uitbreiding ca 42m1 lang is en op het breedste gedeelte ca. 12m1 is, betreft het een behoorlijke constructie. Daarom heeft het de voorkeur om een locatie te kiezen die zich zo dicht mogelijk op de definitieve locatie bevind, hiermee wordt voorkomen dat er relatief veel aanpassingen gedaan moeten worden aan bestaande infrastructuur i.v.m. de transportroute. Zoals in onderstaande afbeelding is te zien, is er een concept voorbouwlocatie bepaald aan de noordzijde van het definitieve kunstwerk 03.01. Dit is een van de weinige locaties waar een voorbouwlocatie mogelijk wordt geacht, aangezien er verder op een oude brug aanwezig is. En er voor een andere locatie lange afstanden afgelegd moeten worden, wat niet wenselijk t.b.v. de infrastructuur. Een risico aan de gekozen voorbouwlocatie is ecologie, aangezien aan beide zijden van de weg bij bomen staan. Zie ook onderstaande afbeelding 5.7.



Afbeelding 5.7: Concept voorbouwlocaties bron: (Oenema S. , Concept Voorbouwlocatie KW03.01)

Net als bij de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen verhoogd gebouwd gaan worden, veranderd er bij de uitvoeringsmethode waarbij de betonconstructie middels SPMT's op de definitieve locatie gereden gaat worden niets aan het ontwerp. Een ander voordeel is indien de uitbreidingen op een externe locatie gerealiseerd worden dat er buiten het verkeer gebouwd gaat worden, hiermee wordt er veel belemmering voor het verkeer voorkomen.

Eisen & randvoorwaarden

Bij deze variant wordt er afwijken van verschillende eisen, zo moet er tijdens het inrijden van de uitbreidingen rekening mee gehouden worden dat het onderliggende wegennet volledig afgesloten dient te worden, echter is dit is voor een relatief korte periode. Daarom wordt er van uitgegaan dat een wegbeheerder akkoord gaat om het onderliggende wegennet voor een korte periode af te sluiten, aangezien eis 02757 aangeeft dat; "Tijdens Nacht-, Weekend en Zomervakantie-afsluitingen zoals bedoeld in eisen Eis_02743, Eis_08252 en Eis_03739 mogen verbindingen tussen HWN en OWN afgesloten worden na instemming van Bevoegd Gezag."

Verder is in bovenstaande afbeelding 5.7 te zien dat indien er wordt gekozen om beide uitbreidingen op een separate locatie te realiseren er totaal 157m² houtopstand/groen verwijderd moet worden. Bomen met een diameter groter dan 20cm op 1,3m1 hoogte en >100m² houtopstand zijn vergunning plichtig, onze vergunningsmanager; A. Bakema geeft aan dat indien er vergunning plichtige houtopstanden verwijderd moeten worden er een heel traject opgestart moet worden. Omdat er aan het begin van het project een BEA (Boom Effecten Analyse) is gemaakt, waarin beschreven wordt welke bomen er verwijderd moeten worden t.b.v. het project, waar bomen bij worden gepland t.b.v. het project en waar er bomen gehandhaafd moeten blijven. Hierop zijn analyses gemaakt waarin beschouwd is wat dit voor een ecologische impact heeft op de omgeving, indien er dus meer dan 100m² houtopstand verwijderd moet worden of er een boom groter dan 20cm op 1,3m1 verwijderd moet worden, moet er een aanvulling gedaan

worden op de BEA. De vergunningsmanager gaf aan dat dit een langdurig traject is (minimaal 6 maand tot 1 jaar) en dit is daarmee niet wenselijk.

Conclusie

Bij een uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen doormiddel van SPMT's ingereden gaan worden en waarbij de uitbreidingen op een separate locatie worden gerealiseerd. Moet er een grote hoeveelheid houtopstand/groen worden verwijderd. Zo'n grote hoeveelheid dat er aanvulling gedaan moet worden op de boomeffecten analyse, dit betekend dat deze variant niet verder uitgewerkt gaat worden. Aangezien een dergelijke vergunning waarbij een aanvulling op de BEA gedaan moet worden wel 6 maanden tot een jaar kan duren, indien er een voorbouwlocatie ingezet gaat worden moet er circa in Q2/Q3 van 2020 gestart moet gaan worden met de werkzaamheden.

Vanuit de uitvoeringsmethode uit het literatuuronderzoek; "De uitbreidingen in prefab te realiseren waarna deze doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie gepositioneerd worden" is gebleken dat de noordelijke uitbreiding niet ingehesen kan worden i.v.m. het gewicht en de vorm van de constructie echter is er gebleken dat de zuidelijke uitbreiding wel ingehesen kan worden. Dit betekend dat een combinatie van inrijden/in hijsen mogelijk is, de noordelijke uitbreiding wordt dan op een voorbouwlocatie gebouwd om vervolgens de zuidelijke uitbreiding hier boven op te realiseren. Zodat beide uitbreidingen in een keer ingereden kunnen worden, zodat vervolgens de noordelijke uitbreiding vanaf de ingereden positie op de definitieve locatie te hijsen.

5.5. Inrijden doormiddel van SPMT's en in-hijsen.

Inleiding

Uit de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen geprefabriceerd worden is gebleken dat de noordelijke uitbreiding niet in gehesen kan worden, de zuidelijke uitbreiding bleek echter qua gewicht en vorm wel in gehesen te kunnen worden. Een idee is daarom om de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen ingehesen worden te combineren met het inrijden doormiddel van SPMT's, het voordeel van deze uitvoeringsmethode is dat niet beide uitbreidingen separaat ingereden hoeven te worden. Maar dat beide uitbreidingen in een keer ingereden worden waarna de zuidelijke uitbreiding vanaf de noordelijke uitbreiding op de definitieve locatie gehesen kan worden. Dit resulteert in de volgende stappen;

Stap 1; Noordelijke uitbreiding realiseren op voorbouwlocatie.

Stap 2; Zuidelijke uitbreiding realiseren op voorbouwlocatie, boven op de noordelijke uitbreiding.

Stap 3; Noordelijke met daarboven op de zuidelijke uitbreidingen, inrijden op de definitieve locatie.

Stap 4; Zuidelijke uitbreiding vanaf de noordelijke uitbreiding hijsen naar de definitieve locatie.

Technische haalbaarheid

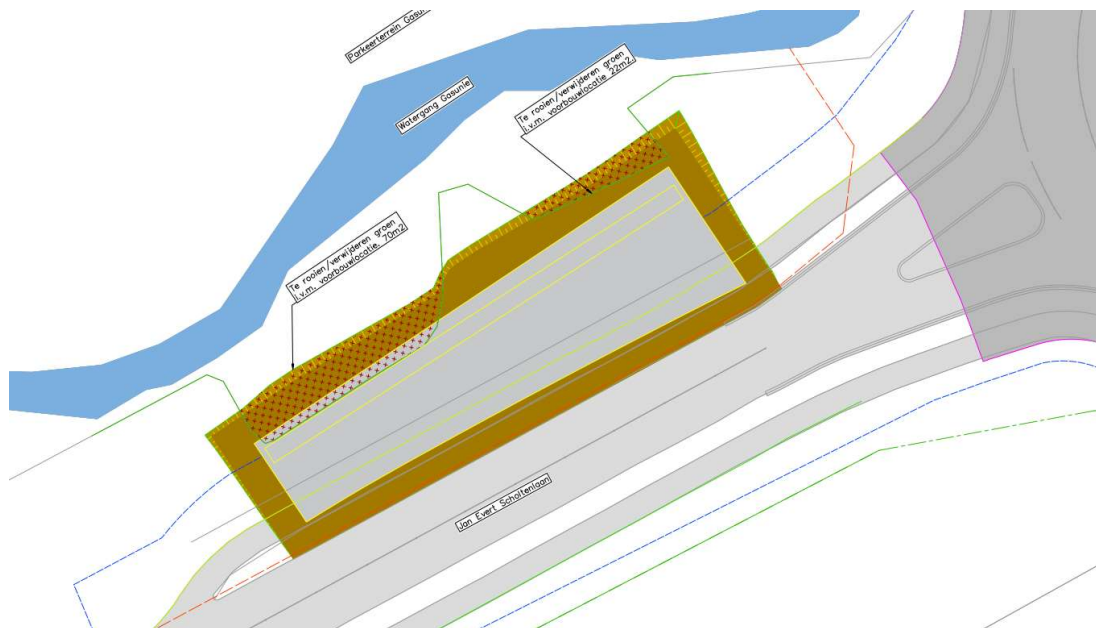
Voor deze variant moeten er nog wel een aantal zaken uitgezocht worden m.b.t. de technische haalbaarheid. Voor het inrijden en in hijsen zal door de ontwerpende partij getoetst moeten worden op de verschillende bouwfases, aangezien er tijdens het inrijden en in hijsen andere belastingen/vervormingen in de constructie ontstaan dan op de definitieve locatie, dit hoeft overigens niet te betekenen dat er wijzigingen in het ontwerp ontstaan en er niet meer aan de randvoorwaarde van CHP voldaan kan worden.

Eisen en randvoorwaarden

Net als bij de variant waar de beide uitbreidingen ingereden worden middels SPMT's wordt verwacht dat een wegbeheerder wel akkoord gaat met afsluiten van het onderliggende wegennet omdat het een korte periode betreft (bijvoorbeeld weekend/nacht) en kan er dus worden voldaan aan de eis 02757.

De variant waarbij de beiden uitbreidingen ingereden worden middels SPMT's wordt niet verder uitgewerkt omdat er >100m² houtopstand/groen verwijderd moest worden. Bij de uitvoeringsmethode waarbij de zuidelijke uitbreiding op de noordelijke uitbreiding gerealiseerd wordt, hoeft er maar één

voorbouwlocatie gerealiseerd te worden en daarmee hoeft er t.b.v. de voorbouwlocatie zoals in de onderstaande afbeelding 5.8 te zien is maar 92m² houtopstand/groen verwijderd te worden en daarmee hoeft er dus geen aanvullende vergunning aangevraagd te worden t.b.v. het verwijderen van de houtopstand/groen.



Afbeelding 5.8 Concept voorbouwlocaties inrijden+ hijsen bron: (Oenema S. , Concept Voorbouwlocatie, inrijden + inhijzen)

Conclusie

Deze uitvoeringsmethode voldoet aan de eisen en randvoorwaarden en wordt in eerste instantie technisch wel mogelijk geacht, echter dient er wel door de ontwerpende partij beschouwd te worden of de constructie niet bezwijkt onder de belastingen en vervormingen die geïntroduceerd worden tijdens het inrijden / in hijsen.

5.6. De uitbreidingen op een andere locatie te realiseren waarna deze doormiddel van schuiven op de definitieve locatie wordt gepositioneerd.

Inleiding

Bij de uitvoeringsvariant waarbij de constructie op een andere locatie gerealiseerd wordt en doormiddel van schuiven op de definitieve locatie gepositioneerd wordt, is een belangrijke voorwaarde bij dat de definitieve constructie evenwijdig aan de definitieve locatie gerealiseerd dient te worden. Vervolgens wordt de constructie in dwarsrichting, dus haaks op de lengteas van de constructie, via schuifbanen naar de definitieve locatie geschoven. (Stubeco)



Afbeelding 5.9: Inschuiven betonconstructie bron: (Stubeco)

Technische haalbaarheid

Bij schuiven wordt de constructie in dwarsrichting geschoven, dit betekend dat de uitbreidingen boven het OVN gebouwd moeten worden. Dat betekend dat er net als bij de uitvoeringsmethode van verhoogd bouwen rekeningen gehouden moet worden met het verkeer, dit betekend dat de uitbreidingen op de mogelijke voorbouwlocatie verhoogd gebouwd moeten worden om vervolgens doormiddel van vijzels afgelaten moeten worden om uiteindelijk naar de definitieve locatie geschoven kan worden. Zie ook onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5.10: mogelijke voorbouwlocaties bij inschuiven bron: (Oenema S. , Voorbouwlocatie bij inschuiven)

Conclusie

Aangezien er bij inschuiven alsnog boven het verkeer gebouwd moet gaan worden, waarbij stalen liggers niet op een landhoofd/middensteunpunt geplaatst kunnen worden en er dus een fundering aangebracht moet worden. Met als consequentie dat er grote aanpassingen gedaan moeten worden waardoor de onderliggende weg waarschijnlijk tijdens de realisatie niet in stand gehouden kan worden, wordt deze variant niet verder uitgewerkt.

5.7. Het realiseren van KW03.01 middels een ondersteuning van systeemstaanders

Inleiding

Bij deze uitvoeringsmethode wordt de ondersteuning uitgevoerd middels systeemstaanders, echter betekend dit dat er geen doorgang gecreëerd kan worden voor het verkeer. En dat er onder Kunstwerk 03.01 tijdelijk geen verkeer kan rijden.

Eisen & randvoorwaarden

Indien er voor deze uitvoeringsmethode wordt gekozen kan er niet voldaan worden aan eis; 02757; Borgen uitwisseling wegverkeer HWN en OVN. Dit aangezien er onder de ondersteuning niet voldoende ruimte geboden kan worden voor het verkeer en er voor een langere periode (ca. 3-4 maanden) geen verkeer onder het kunstwerk 03.01 door kan rijden. In de eistekst is opgenomen dat bijvoorbeeld bij nachtweekend of een zomervakantiestremming dergelijke HWN en OVN verbindingen wel opgeheven mogen worden.

Aan eis; 02780; In stand houden fiets en voetgangersverbindingen, kan wel worden voldaan. Aangezien voor de fietsers een vele malen kleinere opening in de ondersteuning gemaakt moet worden, voor de veiligheid kan er bijvoorbeeld ook nog gekozen worden om containers onder de ondersteuning te plaatsen zodat er een veilige passage is. Bij een dergelijke uitvoeringsmethode zijn er wel minimale faseringen benodigd om de uitbreidingen te realiseren, want waarna er eenmaal een omleiding gecreëerd is kunnen de uitbreidingen worden gerealiseerd. Vervolgens kan het verkeer weer onder het kunstwerk door rijden.

Technische haalbaarheid

Een ondersteuning middels systeemstaanders wordt vaak toegepast om betonconstructies te vervaardigen en kan relatief snel opgebouwd worden, een nadeel van een ondersteuning middels systeemstaanders is dat er geen grote openingen in kunnen worden gemaakt. Dit betekent dat er geen verkeer onder een dergelijke ondersteuning kan rijden, wel wordt het in eerste instantie mogelijk geacht om een doorgang te bieden voor fietsverkeer.

Conclusie

Dit betreft een uitvoeringsmethode die niet voldoet aan de eis; 02757; borgen uitwisseling wegverkeer HWN en OWN. Het is zo dat er indien er niet voldaan wordt aan de eis 02757 er middels goedkeuring van bevoegd gezag in de nacht/weekend of een zomervakantiestremming afgeweken mag worden van eis 02757, het bevoegd gezag is in dit geval de wegbeheerder en die bepaald dan ook of een dergelijke stremming uitgevoerd mag worden. Echter, aangezien dit een stremming betreft van meerdere maanden is de kans nihil dat een wegbeheerder dit accepteert. Om die reden valt deze uitvoeringsmethode dan ook af en zal deze niet verder uitgewerkt gaan worden.

5.8. Conclusie Varianten vanuit literatuuronderzoek

Vanuit het literatuuronderzoek zijn 5 uitvoeringsmethoden naar voren gekomen, in het hoofdverslag is hier nog één bij gevonden. In totaal waren er dus 6 uitvoeringsmethoden waar een eerste beschouwing op is gedaan, bij de eerste beschouwing zijn er 4 uitvoeringsmethoden afgevallen. In het vervolg van het onderzoek zullen er 2 uitvoeringsmethoden verder uitgewerkt worden, dit betreffen de volgende uitvoeringsmethoden;

- Ter plaatste verhoogd bouwen op een ondersteuningsconstructie van profielstaal.
- De uitbreidingen op elkaar realiseren om vervolgens in te rijden en hijsen.

Per uitvoeringsmethode zal gekeken moeten worden welke producten gemaakt moeten worden. Aangezien het doel is om uiteindelijk een goede MCDA te maken, zodat er bepaald kan worden welke uitvoeringsmethode de meest gunstige is. Zal gekeken moeten worden op basis van de gekozen criteria welke informatie benodigd is per criteria. Om in deze informatie te kunnen voorzien zullen bepaalde producten gerealiseerd worden, denk hierbij aan tekeningen, berekeningen, planningen etc. Uit de gerealiseerde producten kan de benodigde kwalitatieve/kwantitatieve data worden gehaald om een score te geven per criteria. Voordat de varianten uitgewerkt gaan worden er allereerst een verdiepingsslag gedaan moeten worden t.a.v. het opzetten van een Multi Criteria Decision Analyse.

6. Opzetten Multi Criteria Decision Analyse

6.1. inleiding

Het bepalen van criteria is een essentiële stap tijdens het opstellen van een MCDA, op basis van de verschillende criteria worden de varianten namelijk beoordeeld. Het is belangrijk om criteria te kiezen die relevant zijn voor de besluitvorming, indien de criteria niet relevant zijn voor de besluitvorming is het niet mogelijk om een gedegen besluit te maken.

Tijdens het uitvoeren van het literatuuronderzoek is onderzocht wat het excelleren van draagvlak en begrip van stakeholders betekend, echter is binnen de organisatie nog niet helder hoe excelleren van draagvlak en begrip ingezet gaat worden. Daarom is om te kijken welke impact Excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders heeft op een uitvoeringsmethode, in overleg bepaald dat de hoofd-criteria/wegingen bepaald gaan worden door de specialisten van de omgeving. Dit is gebeurt naar aanleiding van de presentatie die is gegeven op de 2 December 2019, tevens is er naar aanleiding van de presentatie criteria opgegeven door de specialisten van omgeving, die opgenomen gaat worden in de MCDA. Verdere uitwerking hiervan kan gevonden worden in het literatuuronderzoek, Bijlage 1.

6.2. Criteria rangschikken

Tijdens de presentatie die is gegeven op 2 december 2019, zijn de hoofd-criteria gerangschikt door de specialisten van de omgeving 15 punten te laten verdelen over de verschillende hoofd-criteria. Dit zijn de onderstaande criteria, deze zijn al gerangschikt. Het aantal punten dat een criteria heeft gekregen staat achter het desbetreffende criteria;

1. Criteria 1; Omgeving **36,5 punten**
2. Criteria 2; Bereikbaarheid **33,5 punten**
3. Criteria 3; Veiligheid **32 punten**
4. Criteria 4; Planning (tijd) **2 punten**
5. Criteria 5; Financieel **1 punt**

Uit bovenstaande optelling van de punten die verdeelt zijn is te concluderen dat er op de criteria planning (tijd) en financieel minder wordt gescoord t.o.v. de andere 3 criteria, tevens scoren de criteria; planning en financieel ongeveer gelijk. Verder is te concluderen dat de overige 3 criteria; omgeving, bereikbaarheid en veiligheid ongeveer gelijk scoren. In het literatuuronderzoek is bepaald dat de criteria gerangschikt gaan worden middels de rating-methode, dit betekend dat er door beslissers een bepaalde hoeveelheid punten verdeelt moet worden en dat op die manier de rangorde bepaald wordt. Nadat dit is gedaan met enkel specialisten van de omgeving is te concluderen dat criteria die relevantie hebben tot de omgeving het meeste aantal punten krijgen en daarbij ongeveer gelijk scoren t.o.v. elkaar en de criteria financieel en planning (tijd) bijna geen punten krijgen. Door de MCDA op deze manier op te bouwen komt er waarschijnlijk een uitvoeringsmethode uit die deels is gekozen door de specialisten van de omgeving, echter is een projectleider/projectmanager nog steeds de uiteindelijke beslisser en dient de MCDA als een advies. Dit betekend dat indien de verschillen tussen de criteria; financieel, planning en de criteria; omgeving, bereikbaarheid en veiligheid niet meer reëel zijn een onrealistisch beeld wordt geschetst. Aangezien de beslissers, in dit geval de projectleider of projectmanager verantwoordelijk zijn voor het budget, heeft het criteria financieel en het criteria planning (tijd) wel degelijk een belangrijke rol. Indien de verschillen tussen de verschillende criteria dus niet meer reëel zijn, bestaat er de kans dat een projectleider wellicht zal kiezen voor een uitvoeringsvariant anders dan die als beste uit de MCDA komt. Dit betekend dat een projectleider/projectmanager als beslisser zijnde ook input moet leveren t.a.v. de criteria, echter is er gekozen om de wegingen van de MCDA te laten bepalen door de specialisten van de omgeving. Om op die manier "Excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders" te implementeren in het onderzoek, echter heeft dit als consequentie dat de uitkomst van de MCDA op deze manier alleen gebaseerd is op de criteria van de specialisten van de omgeving en is daarmee niet persé de meest gunstige voor CHP. Daarom worden niet alleen

deze criteria opgenomen in de MCDA, maar ook de criteria die belangrijk zijn voor de beslissers. En moet er binnen de MCDA een soort tweede MCDA opgebouwd worden waar de criteria en de wegingen van de beslissers in zijn verwerkt. Net zoals er bij de specialisten van omgeving is gedaan, zal er bij de beslissers ook gevraagd worden om 15 punten te verdelen over de 5 hoofd-criteria. Tevens zal er gevraagd worden aan de beslissers om bij elk van de hoofd-criteria aan te geven welke deel-criteria belangrijk gevonden wordt, zo ontstaat een overzicht met 2 losse MCDA's. Een MCDA met de criteria en rangschikking van de specialisten van de omgeving en een MCDA met de criteria en rangschikking van de beslissers van CHP. Vervolgens moet gekeken worden wat de onderlinge verhouding wordt tussen de totale score van de ene MCDA en de andere, zodat er uiteindelijk één score uit de MCDA komt waarop een MCDA gedaan kan worden.

Bij de beslissers is gevraagd om ook 15 punten te verdelen over de 5 hoofd-criteria, dit resulteert in het volgende;

1. Criteria 1; Omgeving **9 punten**
2. Criteria 2; Bereikbaarheid **10 punten**
3. Criteria 3; Veiligheid **41 punten**
4. Criteria 4; Planning (tijd) **23 punten**
5. Criteria 5; Financieel **22 punt**

In bovenstaande overzicht is te zien dat veiligheid het hoogst scoort, gevolgd door de criteria planning en financieel. De criteria planning en financieel zitten erg dicht bij elkaar, net zoals de criteria bereikbaarheid en omgeving die het laagst scoren.

In de uiteindelijke MCDA zullen de gescoorde punten gaan tellen als een weging, echter omdat er steeds 105 punten zijn verdeeld zullen de wegingen gedeeld moeten worden door 1,05 zodat de weging weer gerelateerd is aan 100%. Zodat de scores gegeven kunnen worden in procenten.

6.3. Deelcriteria

Tijdens de presentatie die gegeven is op 2 december 2019, is door de aanwezigen bepaald welke deel-criteria belangrijk gevonden worden. Dit omdat bijvoorbeeld criteria 1; omgeving een te algemeen begrip is. Door de deelcriteria concreter te maken en er voor te zorgen dat hier kwantitatieve scores op kunnen worden gegeven kan uiteindelijk een score bepaald worden voor de hoofdcriteria. Onderstaand zijn de hoofdcriteria te vinden, met hieronder de deelcriteria.

1. Criteria 1; Omgeving
 - **Geluid & Trillingen (overlast)**
 - **Nachtelijke werkzaamheden vermijden (i.c.m. geluid/trillingen)**
 - **Ecologie**
2. Criteria 2; Bereikbaarheid
 - **Aantal afsluitingen/wisselingen Fiets en Voetgangers**
 - **Aantal afsluitingen/wisselingen Auto**
3. Criteria 3; Veiligheid
 - **Bouwveiligheid**
 - **Veiligheid voor fietsers en voetgangers**
 - **Veiligheid voor auto's**
4. Criteria 4; Planning (tijd)
 - **Effect op eindmijlpaal Cluster west**
5. Criteria 5; Financieel
 - **Kosten per uitvoeringsvariant**

Aan de beslissers is evenals het verdelen van de 15 punten over de hoofdcriteria ook gevraagd om deelcriteria aan te geven, onderstaande zijn de hoofdcriteria te zien met hieronder de deelcriteria;

1. Criteria 1; Omgeving
 - **Nachtelijke werkzaamheden**
 - **Geluid en trillingen**
2. Criteria 2; Bereikbaarheid
 - **Aantal afsluitingen/wisselingen Fiets en Voetgangers**
 - **Aantal afsluitingen/wisselingen Auto**
3. Criteria 3; Veiligheid
 - **Bouwveiligheid**
 - **Veiligheid voor fietsers en voetgangers**
 - **Veiligheid voor auto's**
4. Criteria 4; Planning (tijd)
 - **Effect op eindmijlpaal Cluster west**
5. Criteria 5; Financieel
 - **Kosten per uitvoeringsvariant**

In bovenstaande deel-criteria is te zien dat de deel-criteria die zijn opgegeven door de specialisten van de omgeving vergelijkbaar zijn met de deel-criteria die wordt opgegeven door de beslissers.

6.4. Conclusie

Indien er alleen een MCDA opgesteld gaat worden, waarvan de wegingen en criteria opgesteld zijn door de specialisten van de omgeving bestaat er een kans dat de uitvoeringsmethode die de hoogste score heeft uiteindelijk niet gekozen zal worden. Omdat een beslisser andere criteria belangrijk vindt dan dat een specialist van de omgeving die vindt, daarom zijn ook de wegingen en criteria van de beslissers verzameld. Zodat er 2 MCDA(s) worden opgesteld, een met de wegingen en criteria van de specialisten van de omgeving en een met de wegingen en criteria van de beslissers. Zodat er geïnventariseerd kan worden wat verschillende zijn tussen de uitkomsten, zodat er bepaald kan worden welke invloed het excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders op de uitvoeringsmethode heeft.

7. Definitieve uitvoeringsmethoden

7.1. Inleiding

Voor de gekozen uitvoeringsmethoden moet bepaald worden, welke producten opgesteld dienen te worden. Belangrijk is producten op te stellen waarmee prestaties bepaald kunnen worden, de prestaties kunnen dan omgezet worden in scores. Deze scores kunnen dan gebruikt worden in de MCDA, om hiermee mee te bepalen welke uitvoeringsmethode het meest gunstig is.

7.2. Bepalen Producten per uitvoeringsmethode (specialisten omgeving)

Onderstaand zijn de hoofdcriteria met bijbehorende deelcriteria te vinden, per deelcriteria zal aangegeven worden welke producten opgesteld worden en welke prestaties uit de verschillende producten worden verwacht.

1. Hoofdcriteria; Omgeving
 - **Geluid & Trillingen (overlast)**

Tijdens het specialistische overleg omgeving, is gebleken dat de personen die hier aanwezig waren het belangrijk vinden dat overlast vermeden gaat worden. Overlast in de vorm van geluid en trillingen. Om voor deze criteria een prestatie te meten zal gekeken moeten worden welke werkzaamheden geluidsoverlast, dit betekend dat er per uitvoeringsmethode allereerst bepaald moet worden wat er exact gaat gebeuren. Er moeten tekeningen, planningen en faseringen etc. etc. opgesteld worden, vervolgens kan op basis van de tekeningen, planningen en faseringen bepaald worden welke werkzaamheden overlast veroorzaken. Nadat de werkzaamheden geïnventariseerd zijn die overlast in de vorm van geluid en trillingen veroorzaken, kan een score bepaald worden. Dit kan bijvoorbeeld door te kijken hoeveel activiteiten er per variant plaats vinden waar veel trillingen & geluid bij plaatsvinden.

- **Nachtelijke werkzaamheden vermijden**

Nadat er tekeningen, planningen en faseringen gemaakt/bepaald zijn, kan bepaald worden welke werkzaamheden in de nacht uitgevoerd moeten worden. Omdat de werkzaamheden anders bijvoorbeeld niet uitgevoerd kunnen worden i.v.m. het verkeer. Vervolgens kan er een overzicht gemaakt worden van de totale hoeveelheid nachtelijk werk, de resultaten hiervan moeten dan omgezet worden in een score waarna deze gebruikt kunnen worden voor de MCDA.

- **Ecologie**

Ecologie is een breed begrip, er wordt bedoelt dat er veel waarde gehecht wordt aan flora en fauna. Met flora en fauna worden de planten en dieren bedoelt die rondom de locatie aanwezig zijn die uitgevoerd gaan worden. Het is echter lastig om in te schatten of er dieren zijn die tijdens de realisatie hinder onder vinden van de werkzaamheden, zo is er bijvoorbeeld geen faunapassage in de buurt aanwezig die belemmert zou kunnen worden door de werkzaamheden. Er is wel flora (planten) aanwezig in de omgeving, voor dit onderzoek leggen we de focus daarom op flora. Een prestatie zou bijvoorbeeld kunnen zijn hoeveel m2 houtopstand/hoeveel st. bomen er voor een uitvoeringsmethode gekapt moeten worden, dit kan vervolgens omgezet worden in een score. Dit betekend dat er tekeningen en faseringstekeningen opgesteld moeten worden, zodat er op basis van de tekeningen en faseringstekeningen beschouwd kan worden hoeveel bomen er bijvoorbeeld verwijderd moeten worden.

2. Hoofdcriteria; Bereikbaarheid

○ Aantal afsluitingen/wisselingen Fiets, Voetgangers en Auto's

Door een planning te maken i.c.m. faseringstekeningen, kan er bepaald worden voor welke werkzaamheden afsluitingen/wisselingen benodigd zijn. Vervolgens kan een overzicht gemaakt worden met het aantal afsluitingen/wisselingen voor fiets, voetgangers en auto's per uitvoeringsmethode, deze prestaties kunnen vervolgens omgezet worden in een score die in de MCDA gebruikt kan worden.

3. Criteria; Veiligheid

○ Bouwveiligheid

○ Veiligheid voor fietsers en voetgangers

○ Veiligheid voor auto's

Voor bovenstaande deelcriteria kan nadat er tekeningen, planningen en faseringstekeningen opgesteld zijn, een risico-inventarisatie gedaan worden. Deze risico-inventarisatie moet gedaan worden samen met een veiligheidskundige, op basis van de risico-inventarisatie kan een score bepaald worden die gebruikt kan worden voor de MCDA.

4. Criteria; Planning (tijd)

○ Effect op eindmijlpaal Cluster west

Bij voorgaande deel-criteria is er al aangegeven dat er planningen gemaakt moeten worden, door de specialisten van omgeving is aangegeven dat het effect op de mijlpaal belangrijk wordt geacht. Door per uitvoeringsmethode een planning te maken, kan gekeken worden welk effect de uitvoeringsmethode op de eindmijlpaal in Cluster West heeft. Vervolgens kan een vergelijking gemaakt worden wat de effecten zijn op de eindmijlpaal, de effecten op de eindmijlpaal moeten vervolgens omgezet worden in score die gebruikt kan gaan worden in de MCDA.

5. Criteria; Financieel

○ Kosten per uitvoeringsvariant

Per uitvoeringsvariant zal gekeken moeten worden wat de kosten hiervan zijn, nadat er verschillende tekeningen en planningen zijn gemaakt kan er samen met een kosten deskundige een inschatting gemaakt worden. Wat de kosten per uitvoeringsvariant zullen zijn, vervolgens moeten de kosten omgezet worden in een score waarna deze gebruikt kunnen worden in de MCDA.

Per uitvoeringsmethode wordt aangegeven dat er verschillende tekeningen, planningen en faseringstekeningen gemaakt gaan worden. Om het overzichtelijk te maken, is in onderstaande tabel aangegeven welke producten er per uitvoeringsvariant worden opgesteld.

7.3. Bepalen Producten per uitvoeringsmethode (beslissers)

Omdat de deelcriteria die opgegeven zijn vergelijkbaar zijn met de deelcriteria die opgegeven zijn door de specialisten van de omgeving kan doormiddel van dezelfde producten de scores bepaald worden om de MCDA "van de beslissers" gereed te maken.

7.4. Uitwerking definitieve uitvoeringsvarianten

Uit voorgaande hoofdstukken is gebleken welke uitvoeringsmethoden uitgewerkt gaan worden. Zijn de criteria gerangschikt, zijn de wegingen bepaald en is er bepaald welke producten uitgewerkt moeten worden om de scores te bepalen t.b.v. de MCDA. In dit hoofdstuk worden de uitwerkingen toegelicht en worden de scores bepaald. Zodat er in het in het volgende hoofdstuk middels de scores de MCDA ingevuld worden, nadat de scores zijn gestandaardiseerd. In onderstaande tabel is in één overzicht te zien welke producten opgesteld zijn om de scores te bepalen.

Ter plaatse bouwen op een ondersteuning constructie (middels profiel staal)	De uitbreidingen op elkaar realiseren om vervolgens doormiddel van SPMT's in te rijden en hijsen
Tekening / berekening ondersteuningsconstructie	Tekening voorbouwlocatie
Faseringstekeningen uitvoeringsvariant ondersteuning	Tekening inrijden, beschouwing op het inrijden doormiddel van SPMT's, beschouwing op het in hijsen van de zuidelijke uitbreiding
Detail-planning, incl. overzicht met effecten op eindmijlpaal	Faseringstekeningen uitvoeringsvariant inrijden en in hijsen
Inventarisatie totale hoeveelheid decibel	Detail-planning, incl. overzicht met effecten op eindmijlpaal
Inventarisatie totale hoeveelheid nachtwerk	Inventarisatie totale hoeveelheid decibel
Inventarisatie totale hoeveelheid te kappen flora	Inventarisatie totale hoeveelheid nachtwerk
Inventarisatie totale hoeveelheid afsluitingen/wisselingen, voor fiets, voetgangers en auto's.	Inventarisatie totale hoeveelheid te kappen flora
Risico-inventarisatie veiligheid	Inventarisatie totale hoeveelheid afsluitingen/wisselingen, voor fiets, voetgangers en auto's.
Calculatie	Risico-inventarisatie veiligheid
	Calculatie

Tabel 7.1; Op te stellen producten bron: (Oenema S. , 2020)

7.4.1. Uitvoeringsmethode; ter plaatse bouwen op een ondersteuningsconstructie

Bij deze uitvoeringsmethode wordt zoals in hoofdstuk 4.2 reeds is toegelicht de uitbreidingen verhoogd op een ondersteuningsconstructie gerealiseerd, zodat het verkeer onder de ondersteuningsconstructie door kan er rijden en er voldaan kan worden aan de eisen m.b.t. bereikbaarheid. In hoofdstuk 6.4.1 zullen de uitgewerkte producten toegelicht worden.

7.4.1.1. Tekening / berekening ondersteuningsconstructie

het hoofdonderdeel bij het verhoogd bouwen, is het profiel staal wat benodigd is om de overspanning van 18,4m1 te realiseren. Er is dan ook begonnen om te bepalen welke profielen benodigd zijn om in deze grote overspanning te voorzien, een aantal zaken die hiervoor bepaald moeten worden is de maatgevende belasting, de overspanning, de maximale doorbuiging die op mag treden en het type profiel staal i.c.m. de hart op hart afstand.

1. Voor de maatgevende belasting is uitgegaan van 16,3KN/m2, wat resulteert uit de totale hoeveelheid beton maal het soortelijke gewicht incl. wapening ($279\text{m}^3 * 2500\text{kg/m}^3 = 700\text{TON}$). 700 Ton is omgerekend 6867KN (Kilo Newton), vervolgens is 6867KN gedeeld door de totale m2 van de noordelijke uitbreiding; $6867\text{KN}/422\text{m}^2 = 16,3\text{KN/m}^2$.
2. De overspanning is bepaald door te schetsen in Autocad, deze is vastgesteld op 18,4m1.

3. De maximale doorbuiging die mag optreden is bepaald aan de hand van de (Stubeco, 2004), in dit rapport wordt op pagina 15 beschreven om de doorbuiging te beperken tot $1/400$ van de overspanning en tevens mag de doorbuiging een waarde van 50mm niet overschrijden. In dit geval is $1/400$ van 18400mm = 46mm, dit betekent dat de doorbuiging niet groter mag zijn dan 46mm.
4. Er zijn verschillende types profielstaal en hart op hart afstanden getoetst, allereerst is er berekend of een HEB1000 Hart op Hart 600mm voldoet. Uit de berekening bleek dat er een doorbuiging op treed van 19,93mm. Omdat het verschil tussen 46mm en 19,93mm erg groot is, is besloten om verder te rekenen. Vervolgens is gerekend met een HEB800, hart op hart 600mm. Hieruit kwam een doorbuiging van 25,93mm. Vervolgens is er gerekend met HEB800, Hart op Hart 800mm, hieruit kwam 39,1mm doorbuiging. Als laatste is er gerekend met HEB800, Hart op Hart 1200mm hieruit kwam 45,64mm doorbuiging. In de uitwerking van de tekening zal uitgegaan worden van een HEB800 Hart op Hart 1200mm. De berekeningen kunnen terug gevonden worden in Bijlage 5.

Nadat de doorbuigingen zijn bepaald is er een definitieve tekening opgesteld, deze tekening is te vinden in bijlage 6.

7.4.1.2. Faseringtekeningen, inventarisatie nachtwerk, inventarisatie afsluitingen/wisselingen

Faseringstekeningen geven inzicht in raakvlakken en geven een goed beeld van de stappen die gemaakt moeten worden om tot een definitieve constructie te komen. Tijdens het opstellen van de faseringstekeningen werd het raakvlak gezien met het verkeer wat op de onderliggende weg aanwezig is, omdat er tijdens het opbouwen van het profielstaal onder de hijswerkzaamheden geen verkeer aanwezig mag zijn. Moet er voor gezorgd worden dat er geen verkeer onder de hijswerkzaamheden aanwezig zijn. Omdat er naast dat Kunstwerk 03.01 verbouwd gaat worden er rondom Kunstwerk 03.01 nog meer verbouwd gaat worden is er in een eerder stadium van het project al eens besloten om tot en met de rotondes rondom Kunstwerk 03.01 alles tijdelijk in het asfalt te maken zodat er gemakkelijk met het verkeer geschoven kan worden. In de faseringstekeningen is dus opgenomen dat de beide rijstroken incl. fietspad tijdelijk tussen 1 landhoofd en middenpijler geplaatst kunnen worden, dit is mogelijk aan zowel de westzijde als de oostzijde. Verwacht wordt dat er tijdens het schuiven met het verkeerssysteem de weg tijdelijk afgesloten wordt, dit betekent dat het verkeer meerdere keren van west zijde naar oost zijde wordt geplaatst en visa versa. Uitgangspunt is dat de verkeersverschuivingen in de nacht uitgevoerd moeten worden, in totaal is er uit de faseringstekeningen te halen dat er 4x een verkeersverschuiving uitgevoerd moet worden. Tijdens de stort van het dek en het af vizzelen kan het verkeer helemaal niet onder het kunstwerk door rijden, dit betekent dat er totaal 6x een wisseling/afsluiting is en wordt er verwacht dat er ook 6x nacht werk uitgevoerd moet worden. De faseringstekeningen zijn opgenomen in Bijlage 7.

7.4.1.3. Detailplanning incl. effecten op eindmijlpaal

In de detailplanning worden alle activiteiten verzameld en wordt er tijd aan de activiteiten gehangen, dit kan zijn in dagen, weken of maanden. Samen met de Hoofd-Uitvoerder; H. Middelveen is op basis van de beschikbare tekeningen van het kunstwerk en de gerealiseerde tekening / faseringstekening een planning opgesteld. In deze planning is de voorbelasting rondom KW03.01 opgenomen omdat de landhoofden gerealiseerd kunnen worden op het moment dat de voorbelasting is verwijderd en nadat de landhoofden/midden steunpunt gereed is kan gestart worden met de ondersteuningsconstructie. Voor de eindmijlpaal is Kunstwerk 03.01 bijzonder belangrijk, want nadat de bovenbouw van kunstwerk 03.01 gereed is moet er onder kunstwerk 03.01 een tijdelijke weg aangelegd worden zodat er gestart kan worden bij Kunstwerk 04 en na kunstwerk 04 kunnen kunstwerk 05.10 en kunstwerk 06 gerealiseerd worden. Dit betekent dat indien kunstwerk 03.01 uitloopt er later gestart kan worden bij kunstwerk 04 en uiteindelijk kunstwerk 06 later opgeleverd kan worden. Omdat dus de laatste activiteit van kunstwerk 03.01 gelinkt is aan de eindmijlpaal kan voor de MCDA de zelfde score aangehouden worden. Deze uitvoeringsmethode heeft een totale doorlooptijd van 716 dagen, dit zal gebruikt worden als score. De planning is opgenomen in bijlage 8.

7.4.1.4. Inventarisatie geluid- en trillingen

Voor het deelcriteria geluid- en trilling moet een inventarisatie van het geluid en trillingen gedaan worden. Geluid en trillingen die ontstaan door dagelijks werk zoals bijvoorbeeld met een hamer spijker in hout slaan of boren/slijpen of iets dergelijks ontstaan bij beide varianten en daarom is er gekozen om te inventariseren welke geluiden en trillingen onderscheid maken. Bij deze variant ontstaan geen geluid en trillingen dan die ontstaan bij reguliere bouwactiviteiten, zoals bijvoorbeeld de hulppalen die aangebracht moeten worden bij de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen op een voorbouwlocatie gerealiseerd worden.

7.4.1.5. Risico-inventarisatie veiligheid

Een risico-inventarisatie kan gedaan worden middels meerdere methoden, voor deze uitwerking is gekozen voor F&K methode. In de literatuur worden verschillende betekenissen aan de F&K methode gegeven, normaal wordt er verwezen naar een rapport van de heer Fine. De &K kan op meerdere bronnen wijzen, bijvoorbeeld de heren Kenneth of Kinney. Voor de risico-inventarisatie worden er gevaren geïnventariseerd die specifiek bij een uitvoeringsmethode horen, in dit geval zal gekeken worden naar het gevaar; De ondersteuning wordt geraakt door een te hoog beladen vrachtwagen. Vervolgens kan het te verwachten effect (E) worden bepaald, blootstellingsfrequentie (F) en de waarschijnlijkheid dat het optreed (W), zie ook afbeelding XX. Middels de formule $R = E * F * W$ kan een score worden bepaald. In dit geval $R = 10 * 1 * 5 = 50$, ook wordt het gevaar; Er valt tijdens de werkzaamheden klein gereedschap of materiaal op de onderliggende weg uitgewerkt. $R = 8 * 3 * 7 = 168$. Volgens afbeelding 7.3 betekent dit in het eerste geval een klasse 2 risico en bij het tweede risico een klasse 3 risico, de scores van de risico's kunnen opgenomen worden in de MCDA.

Het te verwachten effect (E):	
EHBO letsel / geringe schade / milieuverontreiniging	1
Medische behandeling (arts) / schade < EUR 4.500,=	3
Letsel met verzuim (LTI) / schade < EUR 45.000,=	4
Verzuim > 6 weken / aanzienlijke milieuverontreiniging	6
(Gedeeltelijke) invaliditeit / schade < EUR 450.000,=	8
Dodelijke afloop / schade > EUR 450.000,=	10
De blootstellingsfrequentie (F):	
Zeer zelden	1
Jaarlijks	3
Maandelijks	5
Wekelijks	7
Dagelijks	9
Continu	10
Waarschijnlijkheid dat effect optreed (W):	
Praktisch onmogelijk	1
Denkbaar maar onwaarschijnlijk	3
Denkbaar	5
Zeer wel mogelijk	7
Zeer waarschijnlijk	10

Afbeelding 7.2: Risico-inschatting F&K bron: (BV)

Klasse	Risiconiveau	Omschrijving
1	<20	Laag risico (wellicht aanvaardbaar)
2	20 - 89	Mogelijk risico (aandacht vereist)
3	90 -199	Belangrijk risico (verbetering vereist)
4	200 - 440	Hoog risico (onmiddellijke verbetering vereist)
5	>440	Zeer hoog risico (acuut stopzetten van het werk overwegen)

Afbeelding 7.3: Risiconiveau F&K bron: (BV)

7.4.2. Uitvoeringsmethode; de uitbreidingen inrijden en in hijsen

Bij deze uitvoeringsmethode wordt zoals reeds in hoofdstuk 4.5 is beschreven de uitbreidingen op elkaar op een voorbouwlocatie gerealiseerd om vervolgens in één keer ingereden te worden, waarna de zuidelijke uitbreiding van de ingereden positie op de definitieve positie gehesen moet worden.

7.4.2.1. Tekening voorbouwlocatie / inrijden

Van de voorbouwlocatie is een tekening gemaakt, dit is gedaan nadat er een aantal gesprekken zijn gevoerd met een bedrijf die vaker dergelijke constructies transporteert. Namelijk Wagenborg Nedlift b.v., op basis van de tekeningen die Wagenborg Nedlift b.v. heeft gemaakt en door de tekening van de voorbouwlocatie. Is er door de ontwerpende partij; Royal Haskoning DHV b.v. bepaald of de uitbreidingen niet bezwijken onder de krachten/vervormingen die worden geïntroduceerd. De tekening van de voorbouwlocatie is te vinden in Bijlage 10, de tekening van het inrijden die opgesteld is door Wagenborg Nedlift b.v. is te vinden in bijlage 11 en de MEMO excl. SCIA uitvoer is te vinden in Bijlage 12.

9. Conclusie en aanbevelingen

De ontworpen (zachtstaal) wapening in combinatie met voorspandruk voor de eindsituatie heeft voldoende capaciteit om ook de krachtswerking in de beoogde hijs- en inrijdsituatie op te nemen. Hierbij is nog capaciteit over om enige ongelijke steunpuntzakkingen tijdens het vijzelen/rijden/hijsen op te kunnen nemen. De te verwachten zakkingen dienen in overleg met Wagenborg nog nader afgestemd en definitief geanalyseerd te worden.

Er is gerekend met de rekenwaarden van de belastingen (gevolgklasse CC2). Er is (nog) niet gerekend met een eventuele (dynamische) vergrotingsfactor op de belastingen ten gevolge van inrijden/-hijsen.

Tijdens het inrijden van het noordelijk dek worden stalen onderslagbalken gebruikt om de ondersteuningen zo ver mogelijk naar de uiteinden te kunnen brengen.

Afbeelding 7.4: Conclusie uit memo Inhijsen/inrijden bron: (B.V., 2020)

7.4.2.2. Faseringtekeningen, inventarisatie nachtwerk, inventarisatie afsluitingen/wisselingen

Voor deze uitvoeringsmethode is geen faseringstekening opgesteld, aangezien deze uitvoeringsmethode maar 3 stappen kent. Stap 1; de uitbreidingen worden op de voorbouwlocatie gerealiseerd stap 2; de uitbreidingen worden ingereden, stap 3; de zuidelijke uitbreiding wordt vanaf de ingereden positie op de definitieve positie gehesen. Dit betekent dat er 2 afsluitingen/wisselingen zijn, één tijdens het inrijden en één tijdens het hijsen. Mogelijk moet er tijdens deze werkzaamheden nachtwerk uitgevoerd worden, daarom is er uitgegaan dat er tijdens het inrijden/Inhijsen nachtwerk totaal 2 keer nachtwerk benodigd is.

7.4.2.3. Detailplanning incl. effecten op eindmijlpaal

Deze detailplanning is gezamenlijk opgesteld met hoofd-uitvoerder H. Middelveen, ook hier geldt dat de eindmijlpaal van het Cluster direct raakvlak heeft met kunstwerk 03.01. Totaal kent deze uitvoeringsmethode een doorlooptijd van 584 dagen, de detailplanning is te vinden in bijlage 13.

7.4.2.4. Inventarisatie hoeveelheid Decibel

In tegenstelling tot de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen verhoogd gebouwd gaan worden, moet er bij deze uitvoeringsmethode wel buispalen aangebracht worden. Er is uitgegaan dat er 2 activiteiten plaatsvinden die geluid & trillingen veroorzaken, namelijk het aanbrengen van de buispalen op de voorbouwlocatie, en het verwijderen van de buispalen. Als score zijn er dus 2 activiteiten die veel geluid & trillingen veroorzaken.

7.4.2.5. Risico inventarisatie Veiligheid

Bij deze uitvoeringsmethode is ook gekeken welke specifieke risico's er ontstaan bij het inrijden en in hijsen van de uitbreidingen, er ontstaat het gevaar; dat de uitbreidingen tijdens het inrijden omvallen, in dit geval de volgende formule $R = 10 * 1 * 1 = 10$. Verder bestaat er het gevaar dat er tijdens het hijsen van de zuidelijke uitbreiding de kraan omvalt, in dit geval is de formule als volgt; $R = 10 * 1 * 1 = 10$. Beide gevaren/risico's vallen in klasse 1 "laag risico". De totale score voor beide risico's kan opgenomen worden in de MCDA.

Het te verwachten effect (E):	
EHBO letsel / geringe schade / milieuverontreiniging	1
Medische behandeling (arts) / schade < EUR 4.500,=	3
Letsel met verzuim (LTI) / schade < EUR 45.000,=	4
Verzuim > 6 weken / aanzienlijke milieuverontreiniging	6
(Gedeeltelijke) invaliditeit / schade < EUR 450.000,=	8
Dodelijke afloop / schade > EUR 450.000,=	10
De blootstellingsfrequentie (F):	
Zeer zelden	1
Jaarlijks	3
Maandelijks	5
Wekelijks	7
Dagelijks	9
Continu	10
Waarschijnlijkheid dat effect optreed (W):	
Praktisch onmogelijk	1
Denkbaar maar onwaarschijnlijk	3
Denkbaar	5
Zeer wel mogelijk	7
Zeer waarschijnlijk	10

Afbeelding 7.4: Risico-inschatting F&K bron: (BV)

Klasse	Risiconiveau	Omschrijving
1	<20	Laag risico (wellicht aanvaardbaar)
2	20 - 89	Mogelijk risico (aandacht vereist)
3	90 - 199	Belangrijk risico (verbetering vereist)
4	200 - 440	Hoog risico (onmiddellijke verbetering vereist)
5	>440	Zeer hoog risico (acuut stopzetten van het werk overwegen)

Afbeelding 7.5: Risiconiveau F&K bron: (BV)

8. Uitwerking Multi Criteria Decision Analyse

8.1. Inleiding

In hoofdstuk 5 zijn de meeste onderdelen van de Multi Criteria Decision Analyse (MCDA) al bepaald. Zo zijn er hoofdcriteria bepaald, zijn er deelcriteria bepaald en zijn er wegeningen bepaald. In dit hoofdstuk worden de prestaties/scores die bepaald zijn in hoofdstuk 7.4. gestandaardiseerd, zodat de MCDA uitgewerkt kan worden.

8.2. Het standaardiseren van scores

Voor dit onderzoek is gekozen om te standaardiseren op een globale schaal, dit houdt dat er door de gene die MCDA opstelt een expliciet minimum en maximum worden gespecificeerd. De scores worden vervolgens gestandaardiseerd ten opzichte van het eerder gespecificeerde minimum en maximum, dit gebeurt door de minimum gelijk te stellen aan nul en het maximum gelijk te stellen aan 1. Vervolgens kan de gestandaardiseerde waarde bepaald worden door de score te delen door het verschil tussen minimum en maximum waarde. (milieueffectrapportage, 2002)

8.2.1. Onderbouwing minimum en maximum waarden

Per deelcriteria moet bepaald en onderbouwd worden welke minimum en maximum waarden gegeven worden om de scores te standaardiseren.

Hoofdcriteria Omgeving;

1. Deelcriteria Ecologie

Bij het deelcriteria ecologie is gekeken naar de m² houtopstand die verwijderd moet worden per uitvoeringsmethode, de vergunningsmanager gaf aan dat er vanaf 100m² een vergunning aangevraagd moet worden. Daarom bepaald dat; maximum = 100m² en als minimum = 0m².

2. Nachtelijke Werkzaamheden

Bij het deelcriteria nachtelijke werkzaamheden is de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores van de varianten, minimum = 0 nachten en maximum is 10 nachten.

3. Geluid & Trillingen

Bij het deelcriteria geluid & trillingen is de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores van de varianten, minimum = 0 activiteiten met veel trilling & geluid en maximum = 5 activiteiten met veel trilling & geluid.

Hoofdcriteria bereikbaarheid;

1. Deelcriteria afsluitingen/wisselingen auto

Bij het deelcriteria afsluitingen/wisselingen auto is de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores van de varianten, minimum = 0 wisselingen/afsluitingen en maximum is 10 wisselingen/afsluitingen.

2. Deelcriteria afsluitingen/wisselingen fietsers

Bij het deelcriteria afsluitingen/wisselingen fietsers is de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores van de varianten, minimum = 0 wisselingen/afsluitingen en maximum is 15 wisselingen/afsluitingen.

3. Deelcriteria afsluitingen/wisselingen wandelaars

Bij het deelcriteria afsluitingen/wisselingen wandelaars is de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores van de varianten, minimum = 0 wisselingen/afsluitingen en maximum is 10 wisselingen/afsluitingen.

Hoofdcriteria veiligheid;

1. Deelcriteria bouwveiligheid

Bij de deelcriteria bouwveiligheid worden de gestandaardiseerde waarden bepaald op basis van de score die een gevaar krijgt op basis van de formule van F&K, in de tabel wordt aangegeven dat niveau 4 hoog risico is en dat hierbij onmiddellijk verbetering vereist is. Een gevaar is niveau 4 indien de score hoger is dan 200 punten, daarom is het maximum 200 punten en minimum is 0 punten.

2. Deelcriteria veiligheid voor auto's, fietsers en voetgangers

Bovenstaande geldt ook voor deelcriteria veiligheid voor auto's, fietsers en voetgangers.

Hoofdcriteria Financieel;

1. Deelcriteria totale kosten variant;

Bij de deelcriteria totale kosten variant is bepaald dat het minimum €200.000,- is, aangezien dit ongeveer de begrote kosten van de tender zijn, het maximum is bepaald op €400.00,- omdat de uitvoeringsmethode die het meeste kost circa €340.088,- kost. De €400.00,- is dus bepaald relatief aan de uitvoeringsmethode die het meeste kost.

2. Deelcriteria totale kosten variant;

Bij de deelcriteria verkeersmaatregelen zijn de minimum en maximum bepaald relatief aan de scores, het minimum is bepaald op €0.00,- en maximum is bepaald op €100.000,-

Hoofdcriteria Planning (tijd);

3. Deelcriteria doorlooptijd

Bij de deelcriteria planning (tijd) zijn de minimum en maximum bepaald relatief aan de score, het minimum is bepaald op 0 en het maximum is bepaald op 1000 dagen.

8.3. MCDA matrix

Nadat de scores zijn bepaald en deze zijn gestandaardiseerd, kunnen deze in de matrix ingevoerd worden. Zodat een rangorde opgemaakt kan worden. In bijlage 15 is een overzicht te vinden van de gestandaardiseerde scores en in bijlage 16 is de volledig ingevulde MCDA te vinden. In onderstaande afbeelding is de verkleinde MCDA te zien, waarbij in de groene/licht groene rijen de MCDA op basis van de input van specialisten van de omgeving te zien is. En in de oranje/licht oranje rijen de MCDA op basis van de input van de beslissers te zien is, met in de laatste kolom de totaal score van de MCDA in procenten.

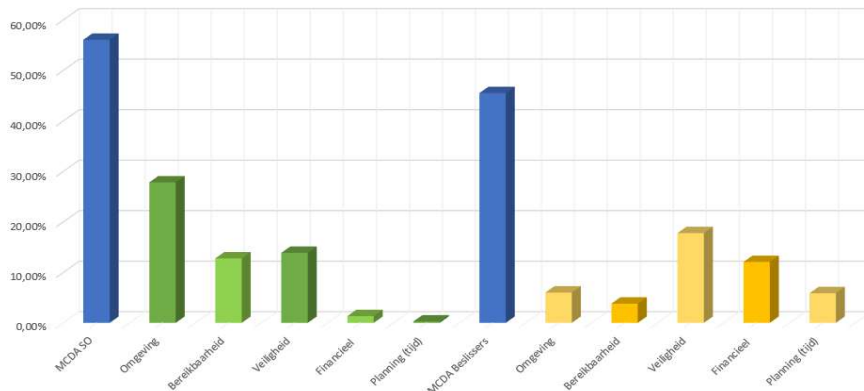
		Hoofd Criteria	Wegfactor	Totaal per criteria	Totaal MCDA
Variant 1: Verhoogd bouwen	MCDA Specialisten Omgeving	Omgeving	34,76%	27,81%	56,04%
		Bereikbaarheid	31,90%	12,76%	
		Veiligheid	30,48%	13,87%	
		Financieel	1,90%	1,33%	
		Planning (tijd)	0,95%	0,27%	
	MCDA Realisatie Cluster West	Omgeving	8,57%	6,00%	45,49%
		Bereikbaarheid	9,52%	3,81%	
		Veiligheid	39,05%	17,77%	
		Financieel	21,90%	12,05%	
		Planning (tijd)	20,95%	5,87%	
Variant 2: Inrijden en inhijzen	MCDA Specialisten Omgeving	Omgeving	34,76%	17,15%	73,15%
		Bereikbaarheid	31,90%	25,52%	
		Veiligheid	30,48%	28,95%	
		Financieel	1,90%	0,57%	
		Planning (tijd)	0,95%	0,40%	
	MCDA Realisatie Cluster West	Omgeving	8,57%	6,00%	68,28%
		Bereikbaarheid	9,52%	7,62%	
		Veiligheid	39,05%	37,10%	
		Financieel	21,90%	8,76%	
		Planning (tijd)	20,95%	8,80%	

Afbeelding 8.1: MCDA klein bron: (Oenema S. , MCDA klein)

8.3.1. Conclusie MCDA

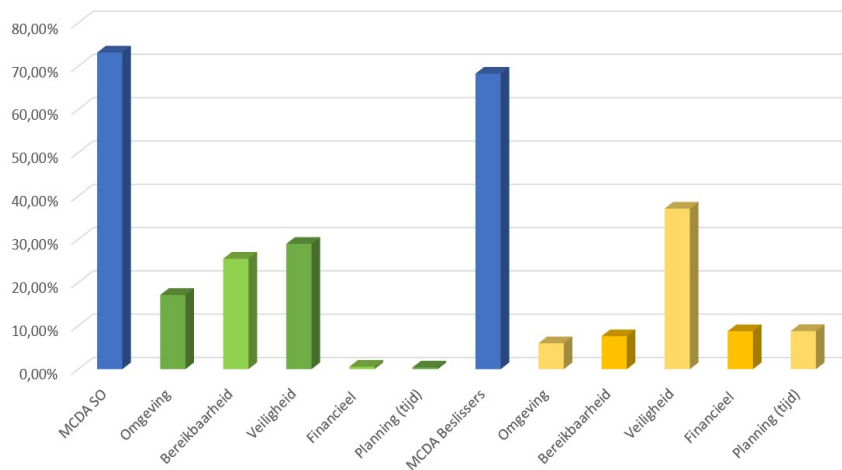
In bovenstaande afbeelding 8.1 is de ingevulde MCDA te zien, hieruit is af te lezen dat uitvoeringsmethode 2; inrijden en Inhijsen in beide MCDAS hoger scoort dan uitvoeringsmethode 1: verhoogd bouwen. Om de verschillen tussen de uitvoeringsmethoden overzichtelijk te kunnen zien zijn er 2 tabellen gemaakt, zie onderstaande afbeelding 8.2 en Afbeelding 8.3. In de tabellen is in het blauw de totale score per MCDA per uitvoeringsmethode te zien. In het groen de MCDA scores per deelcriteria van de specialisten van omgeving en in het oranje de scores per deelcriteria van de beslissers.

Uitvoeringsmethode 1: Verhoogd bouwen
Groen = Specialisten Omgeving Oranje = Beslissers



Afbeelding 8.2: Kolomdiagram uitvoeringsmethode 1: verhoogd bouwen

Uitvoeringsmethode 2: Inrijden & Inhijsen
Groen = Specialisten Omgeving Oranje = Beslissers



Afbeelding 8.3: Kolomdiagram uitvoeringsmethode 2: Inrijden & Inhijsen

Als bovenstaande kolomdiagrammen bekeken worden, valt er op dat bij uitvoeringsmethode 2: inrijden & inhijsen in beide MCDAS de totale score hoger is dan bij Uitvoeringsmethode 1: verhoogd bouwen. Verder is er in hoofdstuk 5 waarin de MCDA werd opgezet, tijdens het bepalen van de gewichten aangegeven dat bij de MCDA van specialisten van de omgeving laag werd gescoord op hoofdcriteria financieel en planning (tijd). Zo laag dat bij deze MCDA, zoals nu is af te lezen uit de kolomdiagrammen, financieel en planning (tijd) bij uitvoeringsmethode 1 samen circa 1,5 procent van de totale score is. En bij uitvoeringsmethode 2 samen slechts circa 1,0 procent, hierdoor wordt bij de MCDA van de specialisten van de omgeving de totale score bepaald door de overige 3 hoofdcriteria. En vallen de hoofdcriteria financieel en planning (tijd) in het niet, hierdoor zou het theoretisch niet uit maken hoeveel een uitvoeringsmethode kost of hoelang een uitvoeringsmethode duurt. Aangezien de gewicht van deze hoofdcriteria dermate laag is, dat indien de

gestandaardiseerde 0 of 1 is, de score maar enkele procenten veranderd. Bij de MCDA die opgesteld is door de beslissers, is te zien dat de verschillen onderling tussen de scores op de deelcriteria maximaal 5 procent bedragen. Alleen bij de deelcriteria veiligheid is een verschil tussen beide uitvoeringsmethoden van circa 20 procent, dit betekent dat de totale scores op beide uitvoeringsmethoden bij de MCDA van de beslissers voor 40-50 procent wordt bepaald door hoofdcriteria veiligheid. En dit betekent dus dat bij de beslissers de voorkeur voor een uitvoeringsmethode grotendeels wordt bepaald door de hoofdcriteria veiligheid.

9. Conclusie en Aanbevelingen

9.1. Inleiding

In dit laatste hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek samengevat, ook worden in dit hoofdstuk aanbevelingen gedaan. Het doel van het onderzoek is om antwoord te geven op de vraag; **“Welke uitvoeringmethode t.a.v. de bovenbouw van Kunstwerk 03.01 is het meest gunstig voor CHP?”** Om hier antwoord op te kunnen geven zijn er 3 deelvragen opgesteld, doormiddel van de conclusies die gegeven worden op de deelvragen. Zal er antwoord gegeven moeten worden op de hoofdvraag en moeten er aanbevelingen gedaan kunnen worden.

9.2. Conclusie deelvragen

9.2.1. Deelvraag 1

De eerste deelvraag die opgesteld is t.b.v. het beantwoorden van de hoofdvraag is; *Welke eisen en randvoorwaarden hebben relatie met kunstwerk 03.01 en welke eisen hebben relevantie tot het onderzoek.*

In het literatuuronderzoek is onderzocht welke eisen relatie hebben met kunstwerk 03.01, dit betreffen verschillende soorten eisen. Eisen bijvoorbeeld uit richtlijnen zoals de richtlijn ontwerp kunstwerken 1.3 (ROK), eisen uit verschillende normen en richtlijnen zoals; NEN, CUR, CROW, end RBK. Ook afgeleide eisen die voortkomen uit bijvoorbeeld het ontwerp zijn van belang voor het kunstwerk, eisen die voortkomen uit het risicobeheersplan, dit is een plan wat is ingediend t.b.v. de economische meest voordelige inschrijving (EMVI).

Binnen Combinatie Herepoort wordt er gewerkt met Relatics, dit is een programma waar alle eisen in zijn gezet. Al de eisen uit de normen en richtlijnen of eisen die voortkomen uit het ontwerp, ze staan allemaal in Relatics. Voor kunstwerk 03.01 is in Relatics verzameld welke eisen allemaal bij het object; Kunstwerk 03.01 horen, dit is een lijst van meerdere pagina's (deze lijst is tevens te vinden als bijlage in het literatuuronderzoek). Vervolgens is er een schifting gedaan in deze inventarisatie, totaal zijn er 8 eisen overgebleven die direct raakvlak hebben met kiezen van een uitvoeringsmethode (de 8 overgebleven eisen zijn te vinden in hoofdstuk 4.2. van dit hoofdverslag). De uitvoeringsmethoden die in het literatuuronderzoek naar voren zijn gekomen zijn in het hoofdonderzoek getoetst op deze eisen en randvoorwaarden, zodat enkel de uitvoeringsmethoden over blijven die voldoen aan de eisen en randvoorwaarden die relevant zijn voor het onderzoek.

9.2.2. Deelvraag 2

De tweede deelvraag die opgesteld is t.b.v. het beantwoorden van de hoofdvraag is; *Wat betekent de aanbeveling vanuit de Commissie Hertogh: ‘excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders’ en hoe kan deze aanbeveling opgenomen worden in het onderzoek.*

Naar aanleiding van het onderzoek van commissie Hertogh moest er door opdrachtgever en opdrachtnemer één aspect gekozen worden waar men in wil excelleren, er is destijds besloten om te kiezen voor het

aspect; excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders. Maar wat excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders nu precies betekent is in het rapport van den Hertogh niet concreet aangegeven, tijdens een interview met de omgevingsmanager van Combinatie Herepoort bleek dat binnen het project nog geen invulling gegeven is aan het excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders. Om invulling te geven aan excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders heb ik na aanleiding van het interview met de omgevingsmanager een presentatie gegeven aan een aantal specialisten in omgevingsmanagement, tijdens deze presentatie waarbij de focus voornamelijk lag op mogelijke uitvoeringsmethoden. Heb ik de specialisten laten bepalen welke criteria door hen belangrijk gevonden wordt, zodat deze samen met de wegingen opgenomen konden worden in de MCDA en er theoretisch een MCDA gemaakt wordt waarbij de criteria en wegingen bepaald zijn door specialisten van de omgeving en niet door personen die normaal de criteria en wegingen bepalen (de beslissers).

Tijdens de start van het onderzoek was er nog niet duidelijk wat excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders betekend en wat dit voor mogelijke consequenties heeft voor een dergelijke uitvoeringsmethode. Tijdens het onderzoek is er invulling gegeven aan excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders door de belangen van de specialisten van de omgeving te inventariseren als criteria en wegingen zodat deze opgenomen kunnen worden in de MCDA. De specialisten van de omgeving kunnen gezien worden als de vertegenwoordigers van de stakeholders, denk hierbij aan personen die werken bij organisaties als; Gemeente Groningen, Provincie Groningen, Rijkswaterstaat, Groningen bereikbaar en de omgevingsmanagers Combinatie Herepoort en Aanpak Ring Zuid. Door de criteria en wegingen van de specialisten op te nemen in de MCDA, worden de prestaties/scores gemeten aan de hand van de criteria die gegeven zijn door de specialisten van de omgeving. Hiermee wordt in kaart gebracht welke uitvoeringsmethode de hoogste score heeft op basis van de criteria en wegingen die opgegeven zijn door de specialisten van de omgeving. De uitvoeringsmethode die de hoogste score heeft in de MCDA, is dus de uitvoeringsmethode die het “best” is voor omgeving. Aangezien de specialisten van de omgeving de vertegenwoordigers zijn van de omgeving.

Echter is in het onderzoek gebleken dat indien er een MCDA opgezet wordt die enkel bestaat uit criteria en wegingen van de specialisten van de omgeving, er een situatie kan ontstaan waarbij de uitvoeringsmethode die de hoogste score heeft in de MCDA, uiteindelijk niet gekozen wordt door de beslissers. In het onderzoek kwam bijvoorbeeld naar voren dat er door de specialisten van de omgeving hoge wegingen worden gegeven op de hoofdcriteria; Omgeving, Bereikbaarheid en Veiligheid. En dat de hoofdcriteria Financieel en Planning (tijd) een weging van bijna 0 kregen, hierdoor hebben Financieel en Planning (tijd) geen impact meer op de scores die worden bepaald. Om deze rede is ook aan de beslissers gevraagd welke criteria belangrijk worden gevonden en zijn ook voor de beslissers de wegingen bepaald, zodat er in één overzicht uiteindelijk gezien kan worden welke uitvoeringsmethode er op basis van de MCDA van de specialisten van de omgeving het hoogste scoort en welke uitvoeringsmethode er op basis van de MCDA van de beslissers er het hoogste scoort.

9.2.3. Deelvraag 3

De derde deelvraag die opgesteld is t.b.v. het beantwoorden van de hoofdvraag is; *Welke uitvoeringsvarianten zijn mogelijk t.b.v. de bovenbouw van Kunstwerk 03.01.*

In het literatuuronderzoek is onderzocht welke uitvoeringsmethoden mogelijk zijn om de bovenbouw van kunstwerk 03.01 te realiseren, er is niet gekeken of dergelijke uitvoeringsmethoden voldoen aan eisen en randvoorwaarden. In het literatuuronderzoek is niet gekeken of de uitvoeringsmethoden technisch haalbaar zijn. Hierdoor is er een breed scala aan uitvoeringsmethoden verzameld, in totaal zijn er in het literatuuronderzoek 5 uitvoeringsmethoden gevonden;

- Ter plaatste verhoogd bouwen op een ondersteuningsconstructie van profielstaal.
- Ter plaatse bouwen op een ondersteuningsconstructie van systeemstaanders.
- De uitbreidingen te prefabriceren waarna deze doormiddel van hijskranen op de definitieve locatie te positioneren.
- De uitbreidingen op een andere locatie bouwen om doormiddel van SPMT's op de definitieve locatie te positioneren.
- De uitbreidingen op een andere locatie te realiseren waarna deze doormiddel van schuiven op de definitieve locatie te positioneren.

In het hoofdonderzoek is vervolgens gekeken of de uitvoeringsmethoden voldoen aan de gestelde eisen en randvoorwaarden en is er per uitvoeringsmethode gekeken of deze technisch haalbaar zijn. Tijdens deze uitwerkingen is er nog een uitvoeringsmethode bij gekomen, namelijk het;

- De uitbreidingen op elkaar realiseren om vervolgens in te rijden en hijsen.

Totaal waren er dus 6 mogelijkheden om de bovenbouw van kunstwerk 03.01 te realiseren, waarvan er in de schifting op eisen, randvoorwaarden en technische haalbaarheid 4 zijn afgefallen en er dus 2 uitvoeringsmethoden verder uitgewerkt zijn. Namelijk;

- Ter plaatste verhoogd bouwen op een ondersteuningsconstructie van profielstaal.
- De uitbreidingen op elkaar realiseren om vervolgens in te rijden en hijsen.

9.3. Conclusie Hoofdvraag

Tijdens de tenderfase zijn er door de opdrachtgever een aantal planologische randvoorwaarden meegegeven, voortkomend uit het tracé besluit. Op basis hiervan heeft Combinatie Herepoort beschouwd hoe het wegontwerp zich verhoudt tot de bestaande kunstwerken en welke aanpassingen hieruit volgen, één van de kunstwerken die aangepast moet worden t.b.v. het wegontwerp is Kunstwerk 03.01. In de tenderfase bleek dat er aan beide zijden van het kunstwerk een uitbreiding gemaakt moet worden, vervolgens is er in de tenderfase is aangenomen dat de uitbreidingen gebouwd konden worden door ze verhoogd te bouwen. Echter is hiervan geen onderbouwing te vinden waarom er voor deze uitvoeringsmethode is gekozen en is men zich echter wel af gaan vragen of deze uitvoeringsmethode wel de meest voor de hand liggende is. Daarom is er voor dit onderzoek bepaald, dat de hoofdvraag die beantwoord moet worden is; **Welke uitvoeringsmethode t.a.v. de bovenbouw van kunstwerk 03.01 is het meest gunstig voor CHP?** Zodat er antwoord gegeven kan worden op de vraag of het kunstwerk verhoogd bouwen wel de meest voor de hand liggende uitvoeringsmethode is.

Nadat de definitieve uitvoeringsmethoden zijn bepaald en zijn uitgewerkt, konden prestaties worden bepaald die vervolgens omgezet zijn in gestandaardiseerde scores. Door de MCDA te vullen met deze scores kan antwoord gegeven worden op de hoofdvraag. Echter is tijdens het onderzoek naar draagvlak en begrip van stakeholders en het opzetten van de MCDA geconcludeerd dat de criteria niet alleen door de specialisten bepaald moeten worden maar ook door de beslissers, omdat er anders de mogelijkheid bestaat dat de uitvoeringsmethode met de hoogste in de MCDA niet wordt gekozen door de beslissers. In dit geval is voor beide MCDAS de hoogste score voor uitvoeringsmethode 2; inrijden & inhijzen van de uitbreidingen. Dit betekent dat er geconcludeerd kan worden dat uitvoeringsmethode 2 de meest gunstigste uitvoeringmethode t.a.v. de bovenbouw van kunstwerk 03.01.

		Hoofd-criteria	Wegfactor	Totaal per criteria	Totaal MCDA
Variant 1: Verhoogd bouwen	MCDA Specialisten Omgeving	Omgeving	34,76%	27,81%	56,04%
		Bereikbaarheid	31,90%	12,76%	
		Veiligheid	30,48%	13,87%	
		Financieel	1,90%	1,33%	
		Planning (tijd)	0,95%	0,27%	
	MCDA Basise Cluster West	Omgeving	8,57%	6,00%	45,49%
		Bereikbaarheid	9,52%	3,81%	
		Veiligheid	39,05%	17,77%	
		Financieel	21,90%	12,05%	
		Planning (tijd)	20,95%	5,87%	
Variant 2: inrijden en inhijzen	MCDA Specialisten Omgeving	Omgeving	34,76%	17,15%	73,15%
		Bereikbaarheid	31,90%	25,52%	
		Veiligheid	30,48%	28,95%	
		Financieel	1,90%	0,57%	
		Planning (tijd)	0,95%	0,40%	
	MCDA Basise Cluster West	Omgeving	8,57%	6,00%	68,28%
		Bereikbaarheid	9,52%	7,62%	
		Veiligheid	39,05%	37,10%	
		Financieel	21,90%	8,76%	
		Planning (tijd)	20,95%	8,80%	

Afbeelding 9.1: MCDA klein bron: (Oenema S. , MCDA klein)

9.4. Aanbevelingen

Wat opvalt is dat er bij de MCDA van de specialisten lage wegingen gegeven worden op de criteria die geen relatie hebben tot de omgeving of bereikbaarheid, zoals de hoofdcriteria financieel en planning (tijd). Bij de MCDA van de beslissers is te zien dat alle criteria ongeveer even hoog scoren behalve de hoofdcriteria veiligheid. De hoofdcriteria veiligheid heeft een hoge score omdat er niet boven het verkeer gebouwd hoeft te worden en risico's op aanrijden van de ondersteuning of het vallen van materiaal op de onderliggende weg, weg worden genomen op het moment dat de uitbreidingen op een andere locatie worden gerealiseerd. Bij de MCDA van de beslissers scoort uitvoeringmethode 2 hoog op bereikbaarheid, dit komt omdat de uitbreidingen op een andere locatie worden gerealiseerd, een locatie waar het verkeer nauwelijks last heeft van de bouwwerkzaamheden. De criteria veiligheid en de criteria bereikbaarheid zijn in dit geval dus afhankelijk van elkaar. De risico's die optreden hebben in dit geval betrekking tot de omgeving en door de uitbreidingen buiten het verkeer te realiseren worden deze risico's weggenomen en wordt de bereikbaarheid in stand gehouden. Bij andere kunstwerken binnen het project zijn wellicht de hoofdcriteria veiligheid en bereikbaarheid niet met elkaar verbonden, daarom wordt er aanbevolen om onderzoek te doen naar andere kunstwerken binnen het project. Zodat er onderzocht kan worden welke impact excelleren in draagvlak en begrip van stakeholders heeft op een andere situatie.

Zoals in de vorige alinea al aangegeven is valt het op dat er door de specialisten van de omgeving dermate lage wegingen worden gegeven aan de hoofdcriteria die geen relatie hebben tot omgeving of bereikbaarheid, dat bepaalde hoofdcriteria er niet meer toe doen. Bij de beslissers valt op dat er geen wegingen worden gegeven van 0-2% en er dus niet meer toe doen, verder valt er op dat in de MCDA van de beslissers een hoge weging wordt gegeven aan de hoofdcriteria veiligheid. Dit is te verklaren doordat een opdrachtnemer volgens de UAV-GC 2005; "verantwoordelijk is voor orde, veiligheid en gezondheid op alle plaatsen waar door of namens hem werkzaamheden worden verricht" (Opdrachtgever, 2005). Dit betekend dat indien de bereikbaarheid bij een uitvoeringsmethode meerdere malen beter is bij een andere uitvoeringsmethode, maar de veiligheid voor de omgeving tijdens de realisatie niet kan worden gegarandeerd. Een dergelijke uitvoeringsmethode door een opdrachtnemer niet uitgevoerd gaat worden, aangezien de opdrachtnemer verantwoordelijk is voor de veiligheid. Toch wordt er tijdens een tenderfase gekozen voor een dergelijke uitvoeringsmethode, terwijl de uitvoeringsmethode waarbij de uitbreidingen verhoogd worden gebouwd wel een aantal belangrijke risico's met zich meedraagt.

Op de website van Aanpak Ring Zuid is een artikel te vinden van 19 December 2014, in het artikel is te lezen dat de aanbestedingsprocedure van start is gegaan. De aanbestedingsprocedure zou ongeveer 1 jaar moeten gaan duren volgens de website (ARZ, 2014), dit betekend dat de opdrachtnemer 1 jaar de tijd heeft om allemaal plannen, calculaties, ontwerpen te maken. Totaal betreft dit circa 29 kunstwerken die aangepast worden of volledig nieuw worden gerealiseerd en moet er circa 8 kilometer aan hoofdwegen-net wat aangepast moet worden. In één jaar moeten er dus ogenschijnlijk veel keuzes worden gemaakt en is er dus niet altijd evenveel tijd om de keuzes te onderzoeken. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of er een tijdens een aanbesteding door opdrachtgever al gestuurd kan worden op uitvoeringsmethoden die zowel veilig zijn en waarbij de bereikbaarheid wordt geborgd, bijvoorbeeld zoals de U.S. departement of transportation. Die Accelerated Bridge Construction (ABC) heeft ontwikkeld, in dit rapport worden innovatieve manieren voor planning, ontwerp, materialen en uitvoeringsmethoden behandeld, die op een veilige, kosten efficiënte manier kunnen worden uitgevoerd en waarbij de verkeersimpact wordt gereduceerd (U.S. Department of Transportation, 2011).

10. Bibliografie

- Aanpak Ring Zuid. (2019). *Wat is aanpak ring zuid*. Opgehaald van Aanpak Ring Zuid:
<https://www.aanpakringzuid.nl/plan/wat-is-aanpak-ring-zuid>
- Aanpak Ring Zuid. (sd). *Aanpak Ring Zuid*. Opgehaald van Werk in Uitvoering:
<https://www.aanpakringzuid.nl/deelgebieden/west/werk-in-uitvoering>
- Aanpak Ring Zuid. (sd). *Aanpak Ring Zuid*. Opgehaald van Deelgebied West :
https://www.aanpakringzuid.nl/deelgebieden/west/plan-west#Laan_Corpus_den_Hoorn_%E2%80%93_zuidzijde/Nieuwe_zuidelijke_ringweg/
- ARZ. (2014, December). *Aanbesteding Aanpak Ring Zuid van start*. Opgehaald van Aanpak Ring Zuid:
<https://www.aanpakringzuid.nl/actueel/nieuws/aanbesteding-aanpak-ring-zuid-van-start>
- B.V., R. H. (2020). *MEMO inrijden/inhijsen KW03.01*. Groningen : Combinatie Herepoort B.V.
- Betonconstructies, S. U. (December 2004). *Studiecel; Tijdelijke constructie voor het ondersteuning van bekistingen*. Gouda: Stubeco .
- BV, C. O. (sd). Risico-inventarisatie en -evaluatie . *Veiligheidstraining*. COPLA Opleidingen & Trainingen BV, Harderwijk.
- Combinatie Herepoort. (2019, November 11). Doorsneden, onderbouw en details. *Kunstwerk 03.01*.
- Combinatie Herepoort. (2019, November 11). Slooptekening KW03.01. *Slooptekening KW03.01*.
- Google Maps. (2019). *Satelliet Google Maps*. Opgehaald van Google Maps:
<https://www.google.nl/maps/@53.198507,6.5465609,185m/data=!3m1!1e3>
- Kraanbedrijf Nederhoff B.V. (2015, 11 15). *Kraanbedrijf Nederhoff B.V.* Opgehaald van Website van Kraanbedrijf Nederhoff B.V.: https://www.nederhoff.nl/wp-content/uploads/2015/11/hijstabellen_v22015_kraanbedrijf_nederhoff.pdf
- milieueffectrapportage, C. v. (2002). *Geactualiseerde notitie over multicriteria-analyse in milieueffectrapportage*. Utrecht: Commissie voor de milieueffectrapportage .
- Oenema, S. (2019). *Literatuuronderzoek* . Bolsward.
- Oenema, S. (2020, Januari 20). Excel Tabel: op te stellen producten. *Excel Tabel: op te stellen producten*. Bolsward, Friesland, Nederland: N.V.T.
- Oenema, S. (sd). Concept Voorbouwlocatie KW03.01. *Concept Voorbouwlocatie KW03.01*. Combinatie Herepoort V.O.F.
- Oenema, S. (sd). Concept Voorbouwlocatie, inrijden + inhijzen. *Concept Voorbouwlocatie, inrijden + inhijzen*. Bolsward.
- Oenema, S. (sd). Indicatieve Schets ondersteuning KW03.01. *Indicatieve Schets ondersteuning KW03.01*. Bolsward.
- Oenema, S. (sd). MCDA klein. *MCDA klein*. Combinatie Herepoort V.O.F., Bolsward.
- Oenema, S. (sd). Voorbouwlocatie bij inschuiven. *Voorbouwlocatie bij inschuiven*. Combinatie Herepoort V.O.F., Bolsward.
- Online, C. (sd). Zorgvuldige afweging voor nieuwe viaducten. *Zorgvuldige afweging voor nieuwe viaducten*. Maastricht.
- Opdrachtgever. (2005). *UAV-GC*.
- Stubeco . (sd). *Stubeco Bijzondere uitvoeringsmethodes*. Opgehaald van Stubeco:
<https://www.stubeco.nl/3-bijzondere-uitvoeringsmethoden.html>
- Stubeco. (2004). *Stubeco Studiecel D07, Tijdelijke Constructies voor het ondersteunen van bekistingen*.
- U.S. Department of Transportation. (2011). *Accelerated Bridge Construction*.
- V.O.F., C. H. (sd). Figuur borgen verkeer HWN & OWN . *Figuur borgen verkeer HWN & OWN* . Groningen.
- V.O.F., C. H. (sd). Figuur instant houden fiets- en voetgangers verbindingen. *Figuur instant houden fiets- en voetgangers verbindingen*. Groningen.
- Wageborg Nedlift . (sd). *SPMT Wagenborg NEDLIFT*. Opgehaald van Wageborg NEDLIFT:
<https://www.wageborgnedlift.nl/verhuur/zwaar-transport/spmt>

11. Bijlagen

- 1. Literatuuronderzoek**
- 2. Schets autocad verhoogd bouwen**
- 3. Berekening doorbuiging IPE600**
- 4. Berekening doorbuiging HEB 1000**
- 5. Berekening doorbuigingen HEB 800**
- 6. Definitieve tekening verhoogd bouwen**
- 7. Faseringstekening uitvoeringsmethode verhoogd bouwen**
- 8. Detailplanning verhoogd bouwen**
- 9. Calculatie Verhoogd Bouwen**
- 10. Tekening Voorbouwlocatie**
- 11. Tekening inrijden uitbreidingen (opgesteld door Wagenborg Nedlift b.v.)**
- 12. MEMO beschouwing Inrijden & Inhijsen (opgesteld door RHDHV b.v.)**
- 13. Detailplanning inrijden & inhijsen**
- 14. Calculatie Inrijden & Inhijsen**
- 15. Overzicht gestandaardiseerde scores t.b.v. MCDA**
- 16. Multi Criteria Decision Analyse volledig overzicht**
- 17. Plan van aanpak Afstuderen Sijbren Oenema**

12. Proces bijlagen

- A. Agenda's en Notulen**
- B. Uren verantwoording & Tijdsplanning**
- C. Reflectie op afstudeerproject**
- D. Project samenvatting op één a4(tje)**