



Verbeterd onderhoud van voegovergangen

Een analyse van de maatschappelijke
impacts



Verbeterd onderhoud van voegovergangen

Een analyse van de maatschappelijke impacts

Dit rapport is geschreven door:
Geert Warringa, Emiel van den Toorn, Marisa Korteland

Delft, CE Delft, oktober 2022

Publicatienummer: 22.210428.156

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Warringa (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	8
	1.1 Aanleiding	8
	1.2 Doel	8
	1.3 Methodiek	9
	1.4 Scope	9
	1.5 Leeswijzer	10
2	Alternatieven	11
	2.1 Inleiding	11
	2.2 Alternatief 1: Wel jaarlijks onderhoud	12
	2.3 Alternatief 2: Geen jaarlijks onderhoud, kathodische bescherming	13
	2.4 Alternatief 3: Geen jaarlijks onderhoud, geen kathodische bescherming	14
3	Maatschappelijke effecten	16
	3.1 Kosten van aanleg en onderhoud voegovergangen	16
	3.2 Kosten kathodische bescherming	18
	3.3 Kosten vervangen viaduct	20
	3.4 Milieueffecten	23
	3.5 Effecten op doorstroming	23
4	Resultaten	28
	4.1 Resultaat impactanalyse	28
	4.2 Gevoeligheidsanalyse	31
5	Bibliografie	34
A	Uitgangspunten modelberekening	35
B	Resultatentabel inclusief gevoeligheidsanalyse	40
C	RWS-presentatie	42
D	Analyse 4cast	43



Samenvatting

Inleiding

Voegovergangen vormen de overbrugging tussen het vaste wegdek en het wegdek van een viaduct of ander kunstwerk. Ze zorgen voor opvangen van het krimpen en uitzetten van de viaducten en beschermen de onderliggende constructies tegen vocht en dooizout tijdens de winter. In de huidige praktijk van Rijkswaterstaat worden de voegovergangen niet altijd optimaal aangelegd en/of onderhouden. Dit heeft tot gevolg dat de voegen kunnen gaan lekken, waardoor schade ontstaat aan de onderliggende hoofddraagconstructie en opleggingen. Dit kan er uiteindelijk toe leiden dat het kunstwerk voortijdig moet worden vervangen. In deze studie zijn de maatschappelijke impacts van optimaal versus suboptimaal onderhoud over de gehele levenscyclus van het kunstwerk in beeld gebracht en met elkaar vergeleken. Het gaat daarbij om effecten op financiën, milieu en doorstroming van verkeer.

Conclusie

De belangrijkste conclusie is dat optimaal onderhoud vanuit maatschappelijk perspectief zeer lonend is. De extra onderhoudskosten zijn veel kleiner dan de gevolgschade die optreedt als een viaduct voortijdig moet worden vervangen.

Aanpak

Om de effecten in beeld te brengen, hebben we een representatief snelwegviaduct in Nederland als case gehanteerd. Het snelwegviaduct heeft twee voegovergangen, twee rijstroken, een vluchtstrook en een lengte van 80 tot 85 meter. Deze kenmerken zijn afgeleid als een rekenkundig gemiddelde van het RWS-areaal en zijn redelijk representatief voor een 'gemiddeld' viaduct in Nederland. Om de effecten op doorstroming in kaart te brengen zijn we uitgegaan van het viaduct op de hoofdrijbaan van de A4 bij het Kethelplein in Ridderkerk. Dit viaduct is gekozen om twee redenen: enerzijds omdat eerder onderhoud van het kunstwerk goed aansluit op deze casus, anderzijds omdat deze voorbeeldlocatie qua hinder en daarbij behorende economische kosten niet extreem laag en niet extreem hoog uitvallen.

De effecten van optimaal onderhoud zijn vergeleken met een situatie waarin het onderhoud niet optimaal is. Alle maatschappelijke impacts (financiën, milieu, doorstroming verkeer) zijn in kaart gebracht en vervolgens in euro's uitgedrukt om deze onderling vergelijkbaar te maken. Omdat de impacts op verschillende momenten in de tijd plaatsvinden, hebben we de toekomstige effecten teruggerekend naar het heden met een door de rijksoverheid voorgeschreven discontovoet van 2,25%. Om de effecten te berekenen beschouwen we een tijdshorizon van 180 jaar. In een gevoeligheidsanalyse hebben we de robuustheid van het resultaat bepaald.



Alternatieven

In deze studie zijn drie alternatieven met elkaar vergeleken die elk uit vier varianten bestaan (twaalf varianten in totaal). Deze zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 - Overzicht kenmerken alternatieven

	Variant aanleg	Type onderhoud	Technische levensduur kunstwerk
1	1a: 's nachts 1b: weekend 1c: twee weekenden 1d: doordeweeks	Optimaal onderhoud*: – Jaarlijks klein onderhoud	100 jaar
2	2a: 's nachts 2b: weekend 2c: twee weekenden 2d: doordeweeks	Suboptimaal onderhoud*: – Geen jaarlijks klein onderhoud – Na 60 jaar kathodische bescherming en groot onderhoud	90 jaar
3	3a: 's nachts 3b: weekend 3c: twee weekenden 3d: doordeweeks	Suboptimaal onderhoud*: – Geen jaarlijks klein onderhoud – Geen kathodische bescherming	60 jaar

* Inclusief na 15 jaar groot onderhoud, na 30 jaar voegovergang vervangen en ongepland onderhoud indien nodig, dit verschilt niet tussen de alternatieven.

In Alternatief 1a t/m 1d worden de voegovergangen optimaal onderhouden. Optimaal onderhoud betekent dat de voegen jaarlijks en degelijk onderhouden worden. Hierdoor blijft de levensduur van het viaduct 100 jaar.

In Alternatief 2 en 3 vindt geen jaarlijks onderhoud plaats, waardoor de voegen gaan lekken en schade ontstaat aan het viaduct. Deze alternatieven verschillen in maatregelen die genomen worden om de schade aan het viaduct uit te stellen. In Alternatief 2a t/m 2d wordt na 60 jaar een laatste redmiddel met opgedrukte stroom aangebracht op het kunstwerk om het corrosieproces van de wapening te stoppen (kathodische bescherming) en de gevolgschade door lekkage van de voegen wordt beperkt (levensduur 90 jaar). In Alternatief 3a t/m 3d is er geen kathodische bescherming en is de levensduur van het viaduct slechts 60 jaar.

De varianten per alternatief verschillen in moment van aanleg. Bij de a-varianten wordt de voeg 's nachts aangelegd, bij b in het weekend, bij c in twee weekenden en bij d doordeweeks. Bij aanleg van een voegovergang 's nachts is de kans op een mindere kwaliteit groter dan bij aanleg overdag, maar is er wel minder oponthoud voor verkeer. We gaan er in deze studie echter van uit dat een mindere aanleg wordt gemitigeerd door ongepland onderhoud en daarom niet tot lekkage en dus gevolgschade leidt. Wel laten we zien wat de gevolgen zijn van een mindere aanleg op de kans (en dus kosten) voor ongepland onderhoud.

Resultaten

De resultaten van de maatschappelijke impactanalyse zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 - Resultaat maatschappelijke impacts (€, contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Kosten aanleg en onderhoud voegovergang												
Kosten aanleg en vervangen voegovergang	350.000	305.000	305.000	292.000	348.000	302.000	302.000	288.000	332.000	296.000	296.000	285.000
Kosten gepland groot onderhoud	19.000	21.000	21.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000
Kosten jaarlijks klein onderhoud	37.000	37.000	37.000	37.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten ongepland onderhoud	17.000	8.000	8.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000
Effecten doorstroming												
Reistijdverlies tijdens aanleg/vervanging	113.000	174.000	17.000	1.351.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000
Reistijdverlies tijdens onderhoud	1.300	600	600	300	1.300	700	700	300	1.300	700	700	300
Reistijdverlies kathodische	0	0	0	0	829.000	829.000	829.000	829.000	0	0	0	0

Tabel 2 laat zien dat de varianten in Alternatief 1 de laagste maatschappelijke kosten hebben. De extra kosten voor het jaarlijks onderhoud (€ 37.000) in Alternatief 1 vallen in het niet bij de kosten van voortijdige vervanging van het viaduct en kathodische bescherming. Per saldo zijn de maatschappelijke kosten in de varianten van Alternatief 2 ten opzichte van de varianten in Alternatief 1 daarom zo'n € 1,2 tot 1,3 miljoen hoger. De varianten in Alternatief 3 zijn ongeveer € 1,7 miljoen duurder dan in de varianten van Alternatief 1. Het verschil in maatschappelijke kosten is daarmee zeer groot.

De tabel laat verder zien dat de aanleg van voegovergangen in de weekenden maatschappelijk gezien het beste scoort (1c, 2c, 3c), als we aannemen dat ongepland onderhoud correct wordt uitgevoerd. De hinder wordt het meest beperkt, omdat een rijstrook open blijft en de werkzaamheden in het weekend worden uitgevoerd. De extra kosten voor het ongepland onderhoud dat nodig is om eventuele fouten in de aanleg te herstellen, zijn klein ten opzichte van de verkeershinder bij aanleg van de voegen. Vanuit maatschappelijk perspectief hebben de 'c-varianten' daarom de voorkeur. Hierbij tekenen we wel aan dat ongepland onderhoud in de praktijk niet altijd hoeft te gebeuren. Als het ongeplande onderhoud niet degelijk gebeurt, is er een risico dat alsnog lekkage en gevolgschade optreden, waardoor het resultaat van 1a t/m 1d verschuift richting de resultaten van Scenario 2a t/m 2d en 3a t/m 3d. Dit risico is het grootst in de a-varianten, het kleinst in de d-varianten, b en c liggen er tussenin. Het hangt daarom sterk af van het ongeplande onderhoud hoe de aanlegstrategie maatschappelijk scoort.

In de hoofdresultaten is uitgegaan van een scenario waarbij beperkte verkeershinder optreedt bij vervanging van het viaduct. Het nieuwe viaduct wordt namelijk naast het oude viaduct opgebouwd en in korte tijd (80 tot 100 uur) ingeschoven. Er zijn echter ook scenario's mogelijk waarbij er geen ruimte is om een nieuw viaduct op te bouwen naast het bestaande viaduct, waardoor een tijdelijke hulpbrug moet worden geplaatst of het viaduct in delen wordt vervangen. Dit leidt tot hogere kosten en betekent ook dat het verkeer langduriger hinder ondervindt als het viaduct wordt vervangen (negen maanden langzamer rijden). In scenario's met meer verkeershinder wordt het maatschappelijke voordeel van Alternatief 1 ten opzichte van Alternatief 2 en 3 nog groter. De belangrijkste conclusie van de maatschappelijke effectenanalyse is daarmee dat goed jaarlijks onderhoud van de voegovergangen in alle scenario's zeer lonend is.

Als het onderhoud niet goed is uitgevoerd, is het vanuit maatschappelijk perspectief rendabel om de gevolgschade te beperken met kathodische bescherming. Dit is aan de orde in situaties waarin onderhoud in het verleden niet goed is uitgevoerd. Alternatief 2 is daarom een second-best-alternatief. Voor toekomstige situaties is het vooral belangrijk om de voegen jaarlijks goed te onderhouden, omdat tegen lage kosten grote gevolgschade kan worden voorkomen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voegovergangen vormen de overbrugging tussen het vaste wegdek en het wegdek van een viaduct of ander kunstwerk. De voegovergangen hebben belangrijke functies. Ze zorgen voor opvangen van het krimpen en uitzetten van de viaducten en beschermen de onderliggende constructies tegen vocht en dooizout tijdens de winter.

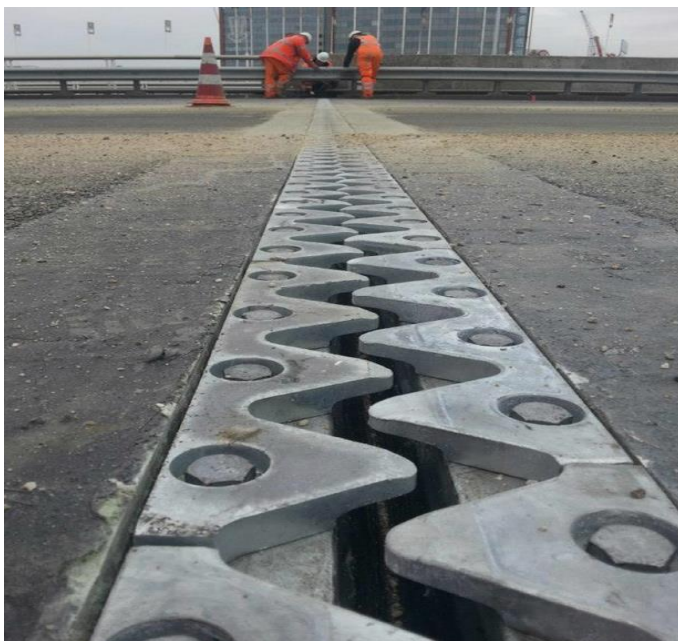
In de huidige praktijk van Rijkswaterstaat worden de voegovergangen niet altijd optimaal onderhouden. Dit heeft tot gevolg dat de voegen kunnen gaan lekken, waardoor schade ontstaat aan de onderliggende hoofdconstructie en opleggingen. Dit kan er uiteindelijk toe leiden dat het kunstwerk voortijdig moet worden vervangen.

Rijkswaterstaat wil meer inzicht krijgen in de maatschappelijke impacts van optimaal onderhoud van voegovergangen. In deze studie zijn daarom de maatschappelijke impacts van optimaal versus suboptimaal onderhoud over de gehele levenscyclus van het kunstwerk in beeld gebracht en met elkaar vergeleken.

1.2 Doel

Het doel van deze studie is het in kaart brengen van de maatschappelijke impacts van jaarlijks onderhoud van voegovergangen. Het gaat hierbij niet alleen om de kosten van onderhoud van voegovergangen, maar ook om effecten op oponthoud van verkeer, kosten van (voortijdig) vervangen van het viaduct en milieueffecten.

Figuur 1 - Bovenaanzicht van een voegovergang



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

1.3 Methodiek

In deze studie zijn alle maatschappelijke impacts systematisch in kaart gebracht en vervolgens in euro's uitgedrukt om deze onderling vergelijkbaar te maken. De impacts bij optimaal onderhoud hebben we afgezet tegen de maatschappelijke impact van situaties waarbij er geen sprake is van optimaal onderhoud.

Omdat de impacts op verschillende momenten in de tijd plaatsvinden (onderhoud vindt nu plaats om gevolgschade over 60 jaar te voorkomen), hebben we de toekomstige effecten teruggerekend naar het heden met een door de rijksoverheid voorgeschreven discontovoet van 2,25% (Rijksoverheid, 2020). Dit betekent dat een effect dat over een jaar optreedt 2,25% lager wordt gewaardeerd dan in het huidige jaar. De lagere waardering heeft er mee te maken dat toekomstige effecten onzekerder zijn dan in het heden. Om de effecten te berekenen beschouwen we een tijdshorizon van 180 jaar.

De financiële effecten zijn aangeleverd door voegovergangspecialisten van Rijkswaterstaat. De milieukosten voor het vervangen van het viaduct en de voegovergangen hebben we gebaseerd op MilieuKostenIndicator (MKI-scores) van voegovergangen en viaducten. MKI is een methode die eerst de milieu-impacts van materialen en activiteiten over de levenscyclus in kaart brengt en deze vervolgens in euro's uitdrukt op basis van milieuprijzen. De effecten op doorstroming zijn berekend op basis van het reistijdenmodel van Rijkswaterstaat door het bureau 4Cast in een parallel onderzoek. Deze zijn vervolgens in euro's uitgedrukt met kengetallen voor reistijdwaardering.

1.4 Scope

Voegovergangen bevinden zich in verschillende type kunstwerken zoals bruggen en viaducten. Verreweg de meeste voegovergangen van RWS bevinden zich in snelwegviaducten. We hebben er daarom voor gekozen om dit type voegovergangen als casus te nemen. Het snelwegviaduct in de impactanalyse heeft de volgende kenmerken:

- twee voegovergangen;
- twee rijstroken;
- een vluchtstrook;
- een lengte van 80 tot 85 meter.

Deze kenmerken zijn afgeleid als een rekenkundig gemiddelde van het RWS-areaal en zijn redelijk representatief voor een 'gemiddeld' viaduct in Nederland.

De effecten op doorstroming, door bijvoorbeeld onderhoudswerkzaamheden en vervangen van het viaduct, zijn afhankelijk van de locatie in Nederland en de verkeersintensiteit. Om de effecten op doorstroming in kaart te brengen zijn we uitgegaan van het viaduct op de hoofdrijbaan van de A4 bij het Kethelplein in Ridderkerk (zie rechthoek in Figuur 2).

Figuur 2 - Gehanteerde locatie om effecten op doorstroming in kaart te brengen



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

Dit is een locatie in de Randstad, maar niet met de grootste verkeersimpact en wat mogelijkheden om het verkeer om te leiden.

1.5 Leeswijzer

De opzet van het rapport is als volgt:

- in Hoofdstuk 2 beschrijven we de verschillende alternatieven die we met elkaar vergelijken;
- in Hoofdstuk 3 beschrijven we de impacts van deze alternatieven op achtereenvolgens financiën, bereikbaarheid en milieu;
- in Hoofdstuk 4 presenteren we het totaalresultaat van de impactanalyse en de gevoeligheidsanalyse om de robuustheid van het resultaat in beeld te brengen.

2 Alternatieven

2.1 Inleiding

In deze studie vergelijken we de maatschappelijke impacts van optimaal en suboptimaal onderhoud met elkaar. Optimaal onderhoud betekent dat de voegen jaarlijks en degelijk onderhouden worden. Daarnaast moet er ook om de 15 jaar groot onderhoud van de voegovergangen plaatsvinden en indien nodig ongepland onderhoud. Omdat binnen het te beschouwen type voegovergangen in deze studie vooral het jaarlijkse onderhoud van invloed is op al dan niet lekkage van de voegovergangen, vergelijken we in deze studie een alternatief waarin wel jaarlijks onderhoud plaatsvindt met twee alternatieven waarin dit niet gebeurt. Het gaat dus in totaal om drie alternatieven.

De alternatieven waarin geen jaarlijks onderhoud plaatsvindt, verschillen in maatregelen die genomen worden om de schade aan het viaduct uit te stellen (zogenaamde kathodische bescherming, zie nadere omschrijving in Paragraaf 2.3).

Daarnaast kan ook de manier van aanleggen van voegovergangen invloed hebben op de kwaliteit van de voegovergang en eventueel lekkage. Bij aanleg van een voegovergang 's nachts is de kans op een mindere kwaliteit groter dan bij aanleg overdag. We gaan er in de hoofdresultaten van deze studie echter van uit dat een mindere aanleg wordt gemitigeerd door ongepland onderhoud en daarom niet tot lekkage en dus gevolgschade leidt. Wel laten we zien wat de gevolgen zijn van een mindere aanleg op de kans (en dus kosten) voor ongepland onderhoud. We beschouwen daarom per alternatief vier subvarianten die verschillen in moment van aanleg maar waarbij lekkage wordt voorkomen door ongepland onderhoud uit te voeren.

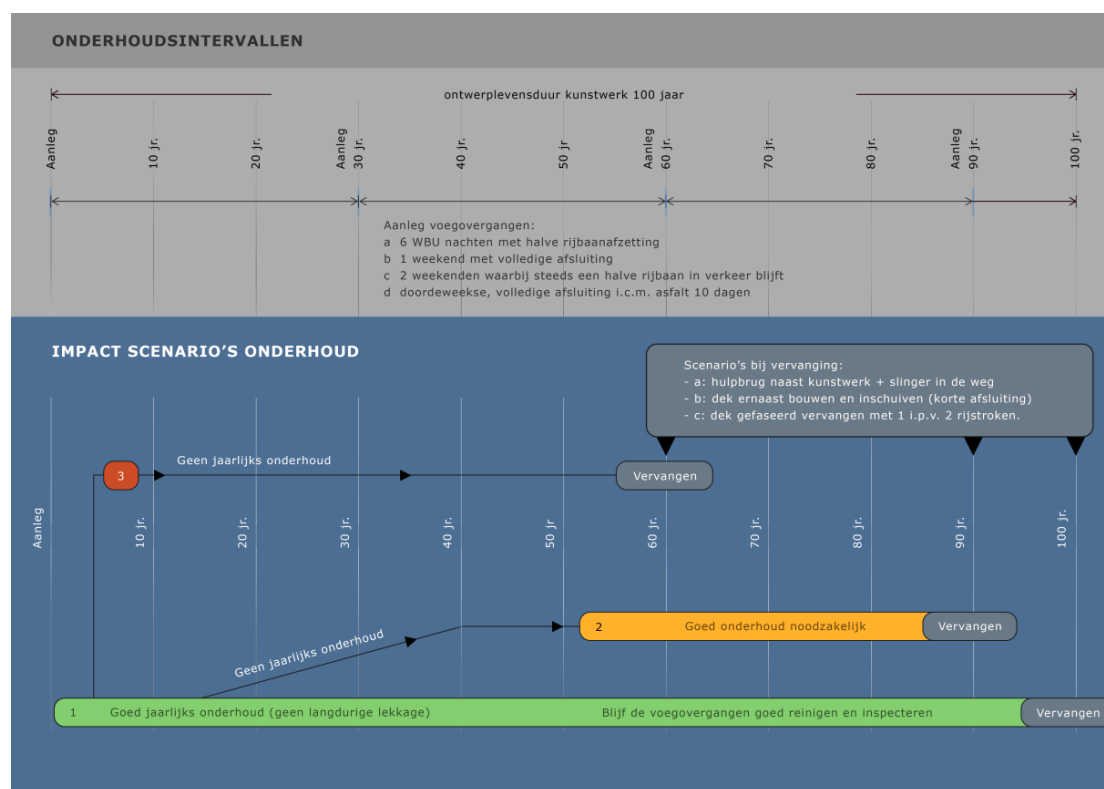
Hierbij tekenen we aan dat ongepland onderhoud in de praktijk niet altijd hoeft te gebeuren. Als het ongeplande onderhoud niet degelijk gebeurt, is er een risico dat lekkage optreedt en alsnog gevolgschade optreedt. Dit wordt inzichtelijk in de rapportage door te laten zien wat de kosten zijn als er wel gevolgschade optreedt.

Tabel 3 - Overzicht kenmerken alternatieven

	Variant aanleg	Type onderhoud	Technische levensduur kunstwerk
1	1a: 's nachts 1b: weekend 1c: twee weekenden 1d: doordeweeks	Optimaal onderhoud*: – Jaarlijks klein onderhoud	100 jaar
2	2a: 's nachts 2b: weekend 2c: twee weekenden 2d: doordeweeks	Suboptimaal onderhoud*: – Geen jaarlijks klein onderhoud – Na 60 jaar kathodische bescherming en groot onderhoud	90 jaar
3	3a: 's nachts 3b: weekend 3c: twee weekenden 3d: doordeweeks	Suboptimaal onderhoud*: – Geen jaarlijks klein onderhoud – Geen kathodische bescherming	60 jaar

* Inclusief na 15 jaar groot onderhoud, na 30 jaar voegovergang vervangen en ongepland onderhoud indien nodig, dit verschilt niet tussen de alternatieven.

Figuur 3 - Overzicht alternatieven in de tijd (Alternatief 1 onder in groen, Alternatief 2 midden in geel en Alternatief 3 boven in rood)



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

2.2 Alternatief 1: Wel jaarlijks onderhoud

In Alternatief 1 worden de voegovergangen in de viaducten optimaal onderhouden. Dit betekent dat er sprake is van jaarlijks onderhoud. Ook vindt 15 jaar na aanleg groot (gepland) onderhoud plaats. Indien nodig vindt ook ongepland onderhoud plaats. In Alternatief 1 gaan de voegen niet lekken, treedt geen gevolgschade op door lekkage van de voegovergangen en hoeft het viaduct dus niet voortijdig vervangen te worden. De levensduur van het viaduct is in dit scenario 100 jaar.

Figuur 4 - Jaarlijks klein onderhoud voegovergang (schoonmaken)



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

Binnen alle alternatieven zijn er vier varianten mogelijk die betrekking hebben op de aanleg van voegovergangen. Het gaat om de volgende varianten:

- 1a. De aanleg van de voegovergangen vindt plaats in de nacht. Dit zijn minder goede omstandigheden (minder goede arbeidsomstandigheden, minder controle/toezicht, korter tijdsbestek), waardoor er grotere kans is op ongepland onderhoud (die wordt uitgevoerd indien nodig).
- 1b. De aanleg gebeurt in een weekendafsluiting. Dit zijn redelijke omstandigheden (wel worden werkzaamheden deels in de nacht uitgevoerd met minder goede omstandigheden, minder toezicht). De kans op ongepland onderhoud is de helft kleiner dan bij 1a.
- 1c. De aanleg gebeurt gefaseerd tijdens weekenden met een halve rijbaanafzetting. Dit zijn ook redelijke omstandigheden waardoor de randvoorwaarden aanwezig zijn om kwalitatief goede voegovergangen aan te leggen. Wel is ook hier meer tijdsdruk door combinatie van werkzaamheden en werkzaamheden worden ook (deels) in de nacht uitgevoerd (minder goede omstandigheden, minder toezicht). Daarnaast is er ook een faseringsnaad die kwaliteitsverlies kan opleveren. De kans op ongepland onderhoud is de helft kleiner dan bij 1a.
- 1d. De aanleg gebeurt rijbaanbreed op een doordeweeks overdag. Dit zijn goede omstandigheden voor optimale aanleg waardoor er de kleinste kans is op ongepland onderhoud (80% kleiner dan 1a).

2.3 Alternatief 2: Geen jaarlijks onderhoud, kathodische bescherming

Bij Alternatief 2 is er in tegenstelling tot Alternatief 1 geen jaarlijks onderhoud van de voegovergangen, waardoor de voegovergangen gaan lekken en schade aan het viaduct ontstaat. Wel is er bij dit alternatief sprake van groot onderhoud 15 jaar na aanleg en ongepland onderhoud, maar dit is niet voldoende om schade aan het viaduct te voorkomen. Het alternatief verschilt dus alleen van Alternatief 1 op het jaarlijkse onderhoud dat niet wordt uitgevoerd.

Net als in Alternatief 1 zijn er vier subvarianten voor de aanleg van de voegovergangen:

- 2a: Aanleg 's nachts;
- 2b: Aanleg tijdens een weekendafsluiting;
- 2c: Aanleg gefaseerd tijdens de weekenden;
- 2d: Aanleg op een doordeweekse dag.

De gevolgschade aan het viaduct wordt in dit alternatief beperkt door kathodische bescherming aan te brengen na 60 jaar in combinatie met een stevige onderhoudsbeurt. Kathodische bescherming houdt in dat stroom wordt aangebracht op het kunstwerk om het corrosieproces van de wapening te stoppen.

Figuur 5 - Kathodische bescherming in viaduct



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

Door de kathodische bescherming wordt de levensduur van viaduct na 60 jaar met 30 jaar verlengd. Het viaduct moet na 90 jaar (60 jaar + 30 jaar) alsnog worden vervangen. De levensduur van de brug is hierdoor 10 jaar korter dan in Alternatief 1 (90 in plaats van 100 jaar).

Binnen dit alternatief zijn twee verschillende scenario's mogelijk:

1. Het onderhoud en de kathodische bescherming kan niet van onderaf plaatsvinden, en vergt een afsluiting omdat het brugdek opgetild en opgevijseld moet worden. Dit heeft een grote impact op het verkeer. Dit scenario is bij 50% van de gevallen aan de orde. De impact hiervan op de resultaten nemen we op in de hoofdresultaten.
2. Het onderhoud en de kathodische bescherming kan van onderaf plaatsvinden. Hierdoor is er geen tot weinig impact op het verkeer. Dit is ook bij grofweg 50% van de viaducten aan de orde en laten we zien in een gevoeligheidsanalyse.

2.4 Alternatief 3: Geen jaarlijks onderhoud, geen kathodische bescherming

Bij Alternatief 3 gaan we ook uit van geen jaarlijks onderhoud van de voegovergangen, waardoor lekkage en gevolgschade optreedt. In tegenstelling tot Alternatief 2 wordt in dit alternatief geen kathodische bescherming toegepast. Door de lekkage en reeds opgetreden gevolgschade is goed herstel niet meer mogelijk en moet het viaduct na 60 jaar vervangen worden in plaats van 100 jaar.

Net als in Alternatief 1 en 2 zijn er vier varianten voor de aanleg van de voegovergangen:

- 3a: Aanleg 's nachts;
- 3b: Aanleg tijdens een weekendafsluiting;
- 3c: Aanleg gefaseerd tijdens de weekenden;
- 3d: Aanleg op een doordeweekse dag.

Voor de vervanging van het viaduct zijn verschillende scenario's mogelijk. De vervangings-scenario's zijn op alle alternatieven van toepassing, maar treden in Alternatief 3 op na 60 jaar, terwijl dit bij Alternatief 1 en 2 na respectievelijk 100 en 90 jaar aan de orde is:

- In het meest gunstige geval voor de doorstroming wordt het nieuwe viaduct naast het te vervangen viaduct gebouwd en in korte tijd ingeschoven (relatief weinig impact op verkeer, 80 tot 100 uur). Dit scenario nemen we op in de hoofdresultaten.
- De inpassing kan ook langer duren (10 tot 14 dagen). Dit effect nemen we mee in de gevoeligheidsanalyse.
- In een ander minder gunstig geval voor de doorstroming kan het kunstwerk alleen worden vervangen met een hulpbrug naast het kunstwerk en een slinger in de weg. Het verkeer zal daarom negen maanden lang met een lagere snelheid (70 km/uur) via de slinger moeten rijden. De impact hiervan op de resultaten laten we zien in een gevoeligheidsanalyse.
- In het meest ongunstige geval voor de doorstroming wordt het viaduct in twee delen aangelegd en is er ook langdurig (zo'n negen maanden) verkeershinder. Dit houdt in dat eerst één rijbaan/helft van het viaduct wordt afgesloten en vervangen. Zodra deze rijbaan/helft is vervangen, kan het verkeer over de vernieuwde rijbaan rijden maar wordt de andere rijbaan afgesloten en vervangen. In totaal is de wegcapaciteit hierdoor zo'n negen maanden gehalveerd, en zal het verkeer langzamer moeten rijden langs de wegwerkzaamheden. De impact hiervan op de resultaten laten we ook zien in een gevoeligheidsanalyse.

Figuur 6 - Vervangen viaduct



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

3 Maatschappelijke effecten

3.1 Kosten van aanleg en onderhoud voegovergangen

De kosten voor aanleg, vervangen en onderhoud van de voegovergangen zijn gepresenteerd in Tabel 4. Aanleg van voegovergangen gebeurt om de 30 jaar, groot onderhoud 15 jaar na aanleg/vervanging en klein onderhoud jaarlijks. De bedragen zijn gepresenteerd als de contante waarde over een tijdshorizon van 180 jaar. Een nadere toelichting op de berekening is weergegeven in Bijlage A.



Tabel 4 - Kosten aanleg en onderhoud voegovergangen (€, contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Kosten aanleg en vervangen voegovergang	350.000	305.000	305.000	292.000	348.000	302.000	302.000	288.000	332.000	296.000	296.000	285.000
Kosten gepland onderhoud om de 15 jaar	19.000	21.000	21.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000
Kosten jaarlijks onderhoud	37.000 (168.000)*	37.000 (168.000)*	37.000 (168.000)*	37.000 (168.000)*	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten on gepland onderhoud	17.000	8.000	8.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000
Totaal (afgerond)	423.000	371.000	371.000	349.000	384.000	333.000	333.000	308.000	368.000	327.000	327.000	305.000

* In de hoofdresultaten is uitgegaan van de kosten van jaarlijks onderhoud exclusief kosten voor verkeersmaatregelen. in de gevoeligheidsanalyse zijn de resultaten weergegeven inclusief de kosten voor verkeersmaatregelen.

De totale aanleg- en onderhoudskosten zijn het hoogst in Alternatief 1a (optimaal onderhoud en aanleg 's nachts). Dit heeft er vooral mee te maken dat werkzaamheden voor aanleg 's nachts duurder zijn omdat er veel meer wegafzettingen benodigd zijn en de kans op optreden van ongepland onderhoud relatief groot is (de omstandigheden voor aanleg in de nacht zijn minder gunstig waardoor fouten kunnen optreden en dus noodzakelijk ongepland onderhoud). Bij doordeweeks aanleggen (Alternatief 1d) zijn de kosten het laagste.

De kosten in de varianten van Alternatief 2 en 3 zijn lager dan in dezelfde varianten van Alternatief 1. Dit komt vooral omdat er geen kosten zijn voor jaarlijks onderhoud. Ook zijn de kosten voor het aanleggen van voegovergangen lager in deze alternatieven. Dat heeft ermee te maken dat het goedkoper is om een voegovergang aan te leggen in een nieuw viaduct dan deze te vervangen in een bestaand viaduct. Omdat het viaduct eerder wordt vervangen in Alternatief 2 en 3, valt de aanleg van voegovergangen goedkoper uit.

3.2 Kosten kathodische bescherming

De kosten voor kathodische bescherming zijn alleen aan de orde in Alternatief 2. Het gaat om een grondige onderhoudsbeurt in combinatie met systeem waarmee het viaduct onder stroom wordt gezet en corrosie wordt voorkomen. Als er niet voldoende werkruimte is, dient het viaduct uit de steunpunten te worden opgetild. Afhankelijk van de schade, het ontwerp en de locatie, komen niet alle kunstwerken voor kathodische bescherming in aanmerking.

Kosten voor kathodische bescherming bestaan uit het nemen van verkeersmaatregelen, opstellen tijdelijke hulpconstructies, herstel- of vervangingskosten van het brugdek, herstellkosten voor het behoud van steunpunten en het aanbrengen van het kathodische beschermingssysteem. Daarnaast zijn er jaarlijkse monitoring- en onderhoudskosten voor het systeem van € 8.000 per jaar.

Als een kathodisch systeem vandaag moet worden toegepast, bedragen de totale kosten voor onderhoud en aanbrengen van het systeem (exclusief monitoring) meer dan € 600.000 bij wel vijzelen en € 270.000 als er niet gevijzeld hoeft te worden. Omdat de maatregelen in de toekomst worden uitgevoerd (60 jaar eerste cyclus en 150 jaar tweede cyclus), zijn de kosten in huidige termen echter fors lager. Na 60 jaar worden de kosten bij een disconto-voet van 2,25% nog maar met een factor 26% gewaardeerd ten opzichte van de huidige kosten; in jaar 150 is dat zelfs nog maar 3%. De contante waarde van deze maatregelen (inclusief monitoring) bedraagt daarom € 226.000 als vijzelen (opkrikken) van het wegdek noodzakelijk is. Indien vijzelen niet nodig is bedragen de kosten ongeveer de helft (€ 115.000). Ook is er minder impact op het verkeer, dat bespreken we Paragraaf 3.5.



Tabel 5 - Kosten onderhoudsbeurt en kathodische bescherming (contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Onderhoudsbeurt en kathodische bescherming	0	0	0	0	226.000 (115.000)*	226.000 (115.000)*	226.000 (115.000)*	226.000 (115.000)*	0	0	0	0

* In de gevoeligheidsanalyse (zie Paragraaf 4.2) wordt het scenario waarin vijzelen niet noodzakelijk is meegenomen.

3.3 Kosten vervangen viaduct

Bij alle alternatieven dient het viaduct vervangen te worden aan het einde van de levenscyclus. Bij Alternatief 1a t/m 1d is dit na 100 jaar, bij 2 na 90 jaar en bij 3 na 60 jaar. Zoals vermeld in Hoofdstuk 2 gaan we in de hoofdresultaten uit van een situatie waarbij een nieuw viaduct wordt gebouwd naast het bestaande viaduct en wordt deze bij een korte afsluiting ingeschoven.

Figuur 7 - Vervangen viaduct



Bron: RWS-presentatie, zie Bijlage C.

Voor het vervangen van het viaduct zijn er kosten voor verkeersmaatregelen, een fundering en schuifbaan, vervangen van het dek en slopen van het kunstwerk. De totale kosten bedragen € 7,4 mln. Deze kosten treden op binnen de beschouwde tijdschouder van 180 jaar:

- in Alternatief 1a t/m 1d na 100 jaar;
- in Alternatief 2 na 90 jaar;
- in Alternatief 3 na 60 jaar en 120 jaar.

Ook hier geldt weer dat de kosten lager worden gewaardeerd omdat deze in de toekomst plaatsvinden (na 100 jaar gaat het om ongeveer 10% van de kosten ten opzichte van nu). De getallen in Tabel 6 zijn daarom veel kleiner dan € 7,4 mln., maar nog steeds groot in vergelijking met bijvoorbeeld de kosten voor aanleg en onderhoud van voegovergangen. Omdat de kosten eerder optreden en een keer extra vervangen wordt, zijn de kosten verreweg het hoogst in Alternatief 3. Ook in Alternatief 2 zijn de kosten hoger dan in 1, omdat de werkzaamheden 10 jaar eerder plaatsvinden en er geen restwaarde is na 180 jaar.

Als het viaduct wordt vervangen met een hulpbrug naast het kunstwerk en een slinger in de weg zijn de kosten hoger. We laten de impact hiervan zien in de gevoeligheidsanalyse. Als het viaduct in twee delen wordt aangelegd zijn de kosten vergelijkbaar. Dit geldt overigens niet voor de verkeersimpact, die veel hoger is omdat de hinder veel langer duurt (zie Paragraaf 3.5).



Tabel 6 - Kosten vervangen viaduct (€, contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Verkeersmaatregelen	21.000	21.000	21.000	21.000	27.000	27.000	27.000	27.000	66.000	66.000	66.000	66.000
Fundering en schuifbaan	522.000	522.000	522.000	522.000	675.000	675.000	675.000	675.000	1.662.000	1.662.000	1.662.000	1.662.000
Vervangen dek	194.000	194.000	194.000	194.000	251.000	251.000	251.000	251.000	618.000	618.000	618.000	618.000
Slopen	36.000	36.000	36.000	36.000	46.000	46.000	46.000	46.000	113.000	113.000	113.000	113.000
Herstelkosten behoud steunpunten	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Totaal (afgerond)	775.000 (1.083.000)*	775.000 (1.083.000)*	775.000 (1.083.000)*	775.000 (1.083.000)*	1.002.000 (1.400.0000)*	1.002.000 (1.400.0000)*	1.002.000 (1.400.0000)*	1.002.000 (1.400.0000)*	2.468.000 (3.448.000)*	2.468.000 (3.448.000)*	2.468.000 (3.448.000)*	2.468.000 (3.448.000)*

* In de gevoeligheidsanalyse (zie Paragraaf 4.2) wordt het scenario meegenomen waarin het viaduct wordt vervangen met een hulpbrug.

3.4 Milieueffecten

Milieueffecten treden op als de voegovergangen en viaduct aangelegd en vervangen worden. Deze impacts zijn grotendeels gerelateerd aan de levenscyclus van materialen. Daarnaast is er extra uitstoot van verkeer als de doorstroming vermindert.

De milieueffecten uitgedrukt in euro's zijn gebaseerd op de MilieuKostenIndicator (MKI). Een eerdere studie van CE Delft laat zien dat de MKI-score van een viaduct ruim € 30.000 bedraagt (CE Delft, 2021). Deze wordt gevormd door heipalen, het landhoofd, de constructie, pijlers en bouw en sloop. De MKI-score van een voegovergang van 30 meter bedraagt een kleine € 2.000. De contante waarde is relatief klein ten opzichte van de overige posten en bedraagt € 6.000 in Alternatief 1, € 7.000 in Alternatief 2 en € 13.000 in Alternatief 3. De milieueffecten van kathodisch beschermen zijn zeer beperkt, omdat de effecten pas optreden over 60 jaar en door stroomvoorziening dan waarschijnlijk volledig is verduurzaamd. Als kathodische bescherming vandaag wordt toegepast, zijn er wel milieu-impacts als gevolg van het stroomverbruik. Het uitgangspunt van deze analyse is echter dat de kathodische bescherming in de toekomst plaatsvindt.

Tabel 7 - Milieukosten (contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a t/m 1d	2a t/m 2d	3a t/m 3d
Milieukosten vervangen viaduct en voegovergangen	6.000	7.000	13.000

Daarnaast kan er sprake zijn van verandering in verkeersemissies, omdat het verkeer andere routes neemt als een viaduct is afgesloten. De emissies kunnen zowel toenemen als afnemen, omdat het verkeer kan omrijden maar routes juist ook korter kunnen uitpakken als meer binnendoorwegen worden gebruikt. De verkeerskundige analyse van 4Cast liet zien dat de totale kilometrage afneemt bij een afsluiting bij het Kethelplein, maar de modellers gaven aan dat bij andere locaties het aantal gereden kilometers juist kan toenemen. Omdat dit effect zo locatiespecifiek is en zowel positief als negatief kan uitpakken, hebben we de effecten op verkeersemissies niet gekwantificeerd in de analyse maar opgenomen als PM-post (Pro Memorie).

3.5 Effecten op doorstroming

Tijdens werkzaamheden is er verminderde doorstroming van het verkeer. Het gaat om de aanleg van voegovergangen, maar ook om werkzaamheden tijdens onderhoud, kathodische bescherming (en vijzelen) en het vervangen van het viaduct. Met name bij vervanging van het viaduct zijn de gevolgen voor de doorstroming zeer afhankelijk van het scenario (zie Paragraaf 2.4). Als een viaduct naast het bestaande viaduct kan worden gebouwd en in korte tijd (80 tot 100 uur) kan worden ingeschoven, zijn de effecten kleiner dan als het verkeer moet worden omgeleid over een hulpbrug of het viaduct in twee delen wordt vervangen. Het is echter ook mogelijk dat inschuiven langer duurt en een snelweg 10 tot 14 dagen volledig is geblokkeerd. In dat geval zijn de effecten op de doorstroming het hoogste. In deze analyse nemen we de effecten bij een korte inschuifperiode (80 tot 100 uur) op als hoofdanalyse. De overige effecten nemen we mee in de gevoeligheidsanalyse.

De effecten op de doorstroming zijn met het verkeerskundige model van Rijkswaterstaat in beeld gebracht door het bedrijf 4Cast. Deze analyse is opgenomen in Bijlage D. De reistijdverliezen zijn eerst gemodelleerd en vervolgens in euro's uitgedrukt door de verliezen te vermenigvuldigen met door de rijksoverheid voorgeschreven waardering voor reistijd. De reistijdwaardering bedraagt € 57 per uur voor vrachtverkeer, € 36 per uur voor bestelwagens en zakelijk verkeer, € 12 voor woon-werkverkeer en € 9 per uur voor overig verkeer.

De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 8.



Tabel 8 - Waardering reistijdverlies door verkeershinder ((contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Reistijdverlies tijdens aanleg/vervangng	113.000	174.000	17.000	1.351.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000
Reistijdverlies tijdens onderhoud	1.300	600	600	300	1.300	700	700	300	1.300	700	700	300
Reistijdverlies kathodische bescherming (en vizzelen)	0	0	0	0	829.000*	829.000*	829.000*	829.000*	0	0	0	0
Reistijdverlies vervangng viaduct	14.000	14.000	14.000	14.000	18.000	18.000	18.000	18.000	45.000	45.000	45.000	45.000
Totaal reistijdverlies	128.000	189.000	32.000	1.365.000	965.000	1.028.000	866.000	2.244.000	163.000	226.000	64.000	1.442.000

* Er is geen sprake van verkeershinder als vizzelen niet noodzakelijk is. Deze effecten nemen we mee in de gevoeligheidsanalyse.

De effecten op doorstroming worden gedomineerd door de hinder bij werkzaamheden voor de aanleg van voegovergangen. Deze zijn verreweg het grootst bij de varianten waarin de voegovergangen doordeweeks worden aangelegd (1d, 2d, 3d). In dit geval is er de meeste hinder, omdat 3 dagen voor 24 uur de hele rijbaan dicht is. In de overige varianten is de hinder (veel) kleiner, omdat de werkzaamheden 's nachts (1a, 2a, 3a) of in het weekend plaatsvinden (1b/c, 2b/c, 3b/c). De hinder is het meest beperkt in variant 1c, 2c en 3c, omdat de werkzaamheden in het weekend plaatsvinden en omdat slechts de halve rijbaan wordt gesloten.

Ook de reistijdverliezen van kathodisch beschermen zijn groot. Bij kathodisch beschermen is de rijbaan (in veel gevallen) 10 tot 14 dagen geheel afgesloten. Omdat deze impact pas over 60 jaar plaatsvindt is deze in economische termen kleiner dan de impact van de aanleg van voegovergangen in Variant 1d, 2d en 3d, maar nog steeds substantieel.

Omdat in de hoofdanalyse het viaduct in korte tijd (80 tot 100 uur) kan worden ingevoegd, is de hinder beperkt. Daar komt bij dat de hinder pas op langere termijn plaatsvindt, waardoor het effect in economische termen nog kleiner is. In een scenario waarin een hulpbrug wordt geplaatst en het verkeer wordt omgeleid, het inschuiven in 10 tot 14 dagen plaatsvindt of het viaduct per rijbaan wordt vervangen, is de hinder bij vervangen groter (zie Tabel 9).

Tabel 9 - Waardering reistijdverlies bij verschillende vervangingsscenario's (contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Rijstijdverlies vervangen met slinger in de lein- hulpbrug	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000	-140.000	-140.000	-140.000	-140.000	-345.000	-345.000	-345.000	-345.000
Reistijdverlies vervangen met inschuiven in 10 tot 14 dagen	-251.000	-251.000	-251.000	-251.000	-324.000	-324.000	-324.000	-324.000	-799.000	-799.000	-799.000	-799.000
Reistijdverlies vervangen gefaseerd	-68.000	-68.000	-68.000	-68.000	-87.000	-87.000	-87.000	-87.000	-215.000	-215.000	-215.000	-215.000

4 Resultaten

4.1 Resultaat impactanalyse

In dit hoofdstuk zijn alle effecten uit het vorige hoofdstuk weergegeven in één samenvattende tabel en bij elkaar opgeteld. De resultaten met alle impacts zijn weergegeven in Tabel 10.



Tabel 10 - Resultaat maatschappelijke impacts (contante waarde, discontovoet 2,25%, tijdshorizon 180 jaar)

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Kosten aanleg en onderhoud voegovergang												
Kosten aanleg en vervangen voegovergang	350.000	305.000	305.000	292.000	348.000	302.000	302.000	288.000	332.000	296.000	296.000	285.000
Kosten gepland groot onderhoud	19.000	21.000	21.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000
Kosten jaarlijks klein onderhoud	37.000	37.000	37.000	37.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten ongepland onderhoud	17.000	8.000	8.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000
Effecten doorstroming												
Reistijdverlies tijdens aanleg/vervang	113.000	174.000	17.000	1.351.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000
Reistijdverlies tijdens onderhoud	1.300	600	600	300	1.300	700	700	300	1.300	700	700	300
Reistijdverlies kathodische bescherming (en vijzelen)	0	0	0	0	829.000	829.000	829.000	829.000	0	0	0	0
Reistijdverlies vervanging viaduct	14.000	14.000	14.000	14.000	18.000	18.000	18.000	18.000	45.000	45.000	45.000	45.000

De tabel laat zien dat alle varianten in Alternatief 1 de laagste maatschappelijke kosten hebben. De extra kosten voor het jaarlijks onderhoud (€ 37.000) in Alternatief 1 vallen in het niet bij de kosten van voortijdige vervanging van het viaduct (Alternatief 2 en 3) en kathodische bescherming (Alternatief 2). Per saldo zijn de maatschappelijke kosten in de varianten van Alternatief 2 ten opzichte van de varianten in Alternatief 1 zo'n € 1,2 tot 1,3 miljoen hoger. De varianten in Alternatief 3 zijn ongeveer € 1,7 miljoen duurder dan in de varianten van Alternatief 1. Het verschil in maatschappelijk kosten is daarmee zeer groot.

Tekstbox 1 - Dezelfde aanlegvarianten met elkaar vergelijken

Om de effecten van optimaal onderhoud te beoordelen vergelijken we steeds dezelfde aanlegvarianten met elkaar, dus 1a met 2a/3a, 1b met 2b/2b, 1c met 2c/3c en 1d met 2d/3d. Variant 2c scoort weliswaar beter dan 1d, maar dit komt door het verschil in hinder tijdens de aanleg. Door het optimale onderhoud wordt juist een deel van de negatieve aanlegscore van 1d ten opzichte van 2c goedgehaakt (maar niet helemaal). Voor een zuivere vergelijking van positieve effecten door onderhoud moeten daarom dezelfde aanlegvarianten met elkaar vergeleken worden op het totaalresultaat.

In de hoofdresultaten is daarbij uitgegaan van een vervangingsscenario waarbij zeer beperkte verkeershinder optreedt. In scenario's met meer verkeershinder wordt het maatschappelijke voordeel van Alternatief 1 ten opzichte van Alternatief 2 en 3 nog groter (zie Paragraaf 4.2). De belangrijkste conclusie van de maatschappelijke effecten-analyse is daarmee dat goed jaarlijks onderhoud van de voegovergangen zeer lonend is.

Verder valt op dat de milieuwinst door het voorkomen van voortijdige vervanging in monetaire termen erg klein is ten opzichte van de overige posten. De MKI-scores zijn zeer beperkt ten opzichte van andere posten zoals reistijdverlies en de financiële effecten. De milieu-impacts van verkeersemisseries zijn niet opgenomen in het monetaire resultaat, omdat onduidelijk is of deze toe- of afnemen bij beter onderhoud van de voegovergangen (zie ook Paragraaf 3.4).

De tabel laat verder zien dat de aanleg van voegovergangen in de weekenden maatschappelijk gezien het beste scoort (1c, 2c, 3c). De hinder wordt het meest beperkt, omdat een rijstrook open blijft en de werkzaamheden in het weekend worden uitgevoerd. De extra kosten door ongepland onderhoud zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de verkeershinder. Bij aanleg doordeweeks (1d, 2d, 3d) is de kans op ongepland onderhoud weliswaar het meest beperkt, maar is er zeer veel hinder voor het verkeer. Vanuit maatschappelijk perspectief hebben de 'c-varianten' daarom de voorkeur.

4.2 Gevoeligheidsanalyse

We hebben de volgende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd:

- vijzelen van het wegdek is niet nodig bij kathodische bescherming;
- het viaduct wordt vervangen met een hulpbrug en een slinger in de weg;
- het inschuiven van het viaduct duurt langer (10 tot 14 dagen in plaats van 3 tot 4 dagen);
- het viaduct wordt in twee delen aangelegd;
- De jaarlijkse onderhoudskosten zijn inclusief verkeersmaatregelen.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - Resultaten gevoeligheidsanalyse

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Initieel resultaat	1.332.000	1.341.000	1.184.000	2.495.000	2.584.000	2.596.000	2.434.000	3.787.000	3.012.000	3.034.000	2.872.000	4.228.000
Vijzelen wegdek is niet nodig bij kathodische bescherming	1.332.000	1.341.000	1.184.000	2.495.000	2.473.000	2.485.000	2.323.000	3.676.000	3.012.000	3.034.000	2.872.000	4.228.000
Het viaduct wordt vervangen met een hulpbrug en een slinger in de weg	1.734.000	1.743.000	1.586.000	2.897.000	3.104.000	3.116.000	2.954.000	4.307.000	4.293.000	4.315.000	4.153.000	5.509.000
Het inschuiven van het viaduct duurt langer	1.569.000	1.578.000	1.421.000	2.732.000	2.890.000	2.902.000	2.740.000	4.093.000	3.766.000	3.788.000	3.626.000	4.982.000
Het viaduct wordt in twee delen aangelegd	1.386.000	1.395.000	1.238.000	2.549.000	2.653.000	2.665.000	2.503.000	3.856.000	3.183.000	3.205.000	3.043.000	4.399.000
Jaartijks onderhoud incl. verkeers- maatregelen	1.463.000	1.472.000	1.315.000	2.626.000	2.584.000	2.596.000	2.434.000	3.787.000	3.012.000	3.034.000	2.872.000	4.228.000

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat het resultaat robuust is. Bij alle gevoeligheidsanalyses blijft 1c vanuit maatschappelijk perspectief het meest gunstig scoren. Ook voor 1a, 1b en 1d geldt dat het maatschappelijke resultaat gunstiger is dan in dezelfde varianten in Alternatieven 2 en 3. Dit betekent dat optimaal onderhoud vanuit maatschappelijk perspectief zeer lonend is.

Ook de ranking van de aanlegstrategieën verandert niet. De c-varianten scoren het best, gevolgd a, b en d. Het heeft daarom de voorkeur om in de weekenden de voegovergangen aan te leggen, terwijl aanleg doordeweeks het minste scoort.

Hierbij tekenen we wel aan dat ongepland onderhoud in de praktijk niet altijd hoeft te gebeuren. Als het ongeplande onderhoud niet degelijk gebeurt, is er een risico dat alsnog lekkage optreedt en gevolgschade optreedt, waardoor het resultaat van 1a t/m 1d verschuift richting de resultaten van scenario 2a t/m 2d en 3a t/m 3d. Dit risico is het grootste in de a varianten, het kleinst in de d varianten, b en c liggen er tussenin. Het hangt daarom sterk af van het ongeplande onderhoud hoe de aanlegstrategie maatschappelijk scoort.

5 Bibliografie

CE Delft, 2021. *Zwaartepuntanalyse MKI en klimaatimpact Transitiepad Kunstwerken RWS 2021-2030*. sl:sn
Rijksoverheid , 2020. *Rapport Werkgroep discontovoet 2020*. sl:sn



A Uitgangspunten modelberekening

De cash flows in het model zijn omgerekend naar met een discontovoet van 2,25%. Dit betekent dat een effect een jaar later met een factor $1/1,0225 = 0,98$ wordt gewaardeerd. Twee jaar later is de factor $1/(1,0225)^2 = 0,96$. De gediscoteerde waarden over 180 jaar bij elkaar opgeteld geven de uitkomsten weer zoals gepresenteerd in dit onderzoek. Een voorbeeld berekening is weergegeven in volgende tabel.

In de linker kolommen staan per jaar de niet gediscoteerde bedragen weergegeven. De kosten voor jaarlijks onderhoud bedragen 852 euro per jaar. De vier rechter kolommen geven de jaarlijks onderhoudskosten gediscoteerd weer. Deze zijn berekend door de cash flows te vermenigvuldigen met de discontofactor. Na één jaar bedragen de kosten $852 * 0,98 = 833$ euro; na twee jaar $852 * 0,96 = 815$ euro, na vijf jaar $852 * 0,89 = 762$ euro, etc. Na 180 jaar is de gediscoteerde waarde nog maar € 16,00. Dit betekent dat huidige kosten over 180 jaar nog maar met een factor 0,02 worden gewaardeerd.

De contante waarde is de optelsom van alle gediscoteerde bedragen over de periode van 180 jaar. Dit is afgerond € 37.000. Dat is het bedrag dat is opgenomen in de resultaten in Tabel 12.

Tabel 12 - Berekening contante waarde jaarlijkse onderhoudskosten

Jaar	Discontofactor										
	1a	1b	1c	1d		1		1a	1b	1c	1d
1	852	852	852	852		0,98		833	833	833	833
2	852	852	852	852		0,96		815	815	815	815
3	852	852	852	852		0,94		797	797	797	797
4	852	852	852	852		0,91		779	779	779	779
5	852	852	852	852		0,89		762	762	762	762
6	852	852	852	852		0,88		746	746	746	746
7	852	852	852	852		0,86		729	729	729	729
8	852	852	852	852		0,84		713	713	713	713
9	852	852	852	852		0,82		697	697	697	697
10	852	852	852	852		0,80		682	682	682	682
11	852	852	852	852		0,78		667	667	667	667
12	852	852	852	852		0,77		652	652	652	652
13	852	852	852	852		0,75		638	638	638	638
14	852	852	852	852		0,73		624	624	624	624
15	852	852	852	852		0,72		610	610	610	610
16	852	852	852	852		0,70		597	597	597	597
17	852	852	852	852		0,69		584	584	584	584
18	852	852	852	852		0,67		571	571	571	571
19	852	852	852	852		0,66		558	558	558	558
20	852	852	852	852		0,64		546	546	546	546
21	852	852	852	852		0,63		534	534	534	534
22	852	852	852	852		0,61		522	522	522	522
23	852	852	852	852		0,60		511	511	511	511
24	852	852	852	852		0,59		499	499	499	499
25	852	852	852	852		0,57		488	488	488	488



Jaar	Discontofactor										
	1a	1b	1c	1d		1		1a	1b	1c	1d
26	852	852	852	852		0,56		478	478	478	478
27	852	852	852	852		0,55		467	467	467	467
28	852	852	852	852		0,54		457	457	457	457
29	852	852	852	852		0,52		447	447	447	447
30	852	852	852	852		0,51		437	437	437	437
31	852	852	852	852		0,50		427	427	427	427
32	852	852	852	852		0,49		418	418	418	418
33	852	852	852	852		0,48		409	409	409	409
34	852	852	852	852		0,47		400	400	400	400
35	852	852	852	852		0,46		391	391	391	391
36	852	852	852	852		0,45		382	382	382	382
37	852	852	852	852		0,44		374	374	374	374
38	852	852	852	852		0,43		366	366	366	366
39	852	852	852	852		0,42		358	358	358	358
40	852	852	852	852		0,41		350	350	350	350
41	852	852	852	852		0,40		342	342	342	342
42	852	852	852	852		0,39		335	335	335	335
43	852	852	852	852		0,38		327	327	327	327
44	852	852	852	852		0,38		320	320	320	320
45	852	852	852	852		0,37		313	313	313	313
46	852	852	852	852		0,36		306	306	306	306
47	852	852	852	852		0,35		299	299	299	299
48	852	852	852	852		0,34		293	293	293	293
49	852	852	852	852		0,34		286	286	286	286
50	852	852	852	852		0,33		280	280	280	280
51	852	852	852	852		0,32		274	274	274	274
52	852	852	852	852		0,31		268	268	268	268
53	852	852	852	852		0,31		262	262	262	262
54	852	852	852	852		0,30		256	256	256	256
55	852	852	852	852		0,29		251	251	251	251
56	852	852	852	852		0,29		245	245	245	245
57	852	852	852	852		0,28		240	240	240	240
58	852	852	852	852		0,28		234	234	234	234
59	852	852	852	852		0,27		229	229	229	229
60	852	852	852	852		0,26		224	224	224	224
61	852	852	852	852		0,26		219	219	219	219
62	852	852	852	852		0,25		214	214	214	214
63	852	852	852	852		0,25		210	210	210	210
64	852	852	852	852		0,24		205	205	205	205
65	852	852	852	852		0,24		201	201	201	201
66	852	852	852	852		0,23		196	196	196	196
67	852	852	852	852		0,23		192	192	192	192
68	852	852	852	852		0,22		188	188	188	188
69	852	852	852	852		0,22		184	184	184	184
70	852	852	852	852		0,21		179	179	179	179
71	852	852	852	852		0,21		176	176	176	176
72	852	852	852	852		0,20		172	172	172	172
73	852	852	852	852		0,20		168	168	168	168
74	852	852	852	852		0,19		164	164	164	164



Jaar	Discontofactor									
	1a	1b	1c	1d	1	1a	1b	1c	1d	
75	852	852	852	852	0,19	161	161	161	161	
76	852	852	852	852	0,18	157	157	157	157	
77	852	852	852	852	0,18	154	154	154	154	
78	852	852	852	852	0,18	150	150	150	150	
79	852	852	852	852	0,17	147	147	147	147	
80	852	852	852	852	0,17	144	144	144	144	
81	852	852	852	852	0,16	141	141	141	141	
82	852	852	852	852	0,16	137	137	137	137	
83	852	852	852	852	0,16	134	134	134	134	
84	852	852	852	852	0,15	131	131	131	131	
85	852	852	852	852	0,15	129	129	129	129	
86	852	852	852	852	0,15	126	126	126	126	
87	852	852	852	852	0,14	123	123	123	123	
88	852	852	852	852	0,14	120	120	120	120	
89	852	852	852	852	0,14	118	118	118	118	
90	852	852	852	852	0,13	115	115	115	115	
91	852	852	852	852	0,13	112	112	112	112	
92	852	852	852	852	0,13	110	110	110	110	
93	852	852	852	852	0,13	108	108	108	108	
94	852	852	852	852	0,12	105	105	105	105	
95	852	852	852	852	0,12	103	103	103	103	
96	852	852	852	852	0,12	101	101	101	101	
97	852	852	852	852	0,12	98	98	98	98	
98	852	852	852	852	0,11	96	96	96	96	
99	852	852	852	852	0,11	94	94	94	94	
100	852	852	852	852	0,11	92	92	92	92	
101	852	852	852	852	0,11	90	90	90	90	
102	852	852	852	852	0,10	88	88	88	88	
103	852	852	852	852	0,10	86	86	86	86	
104	852	852	852	852	0,10	84	84	84	84	
105	852	852	852	852	0,10	82	82	82	82	
106	852	852	852	852	0,09	81	81	81	81	
107	852	852	852	852	0,09	79	79	79	79	
108	852	852	852	852	0,09	77	77	77	77	
109	852	852	852	852	0,09	75	75	75	75	
110	852	852	852	852	0,09	74	74	74	74	
111	852	852	852	852	0,08	72	72	72	72	
112	852	852	852	852	0,08	70	70	70	70	
113	852	852	852	852	0,08	69	69	69	69	
114	852	852	852	852	0,08	67	67	67	67	
115	852	852	852	852	0,08	66	66	66	66	
116	852	852	852	852	0,08	64	64	64	64	
117	852	852	852	852	0,07	63	63	63	63	
118	852	852	852	852	0,07	62	62	62	62	
119	852	852	852	852	0,07	60	60	60	60	
120	852	852	852	852	0,07	59	59	59	59	
121	852	852	852	852	0,07	58	58	58	58	
122	852	852	852	852	0,07	56	56	56	56	
123	852	852	852	852	0,06	55	55	55	55	



Jaar	Discontofactor										
	1a	1b	1c	1d		1		1a	1b	1c	1d
124	852	852	852	852		0,06		54	54	54	54
125	852	852	852	852		0,06		53	53	53	53
126	852	852	852	852		0,06		52	52	52	52
127	852	852	852	852		0,06		50	50	50	50
128	852	852	852	852		0,06		49	49	49	49
129	852	852	852	852		0,06		48	48	48	48
130	852	852	852	852		0,06		47	47	47	47
131	852	852	852	852		0,05		46	46	46	46
132	852	852	852	852		0,05		45	45	45	45
133	852	852	852	852		0,05		44	44	44	44
134	852	852	852	852		0,05		43	43	43	43
135	852	852	852	852		0,05		42	42	42	42
136	852	852	852	852		0,05		41	41	41	41
137	852	852	852	852		0,05		40	40	40	40
138	852	852	852	852		0,05		40	40	40	40
139	852	852	852	852		0,05		39	39	39	39
140	852	852	852	852		0,04		38	38	38	38
141	852	852	852	852		0,04		37	37	37	37
142	852	852	852	852		0,04		36	36	36	36
143	852	852	852	852		0,04		35	35	35	35
144	852	852	852	852		0,04		35	35	35	35
145	852	852	852	852		0,04		34	34	34	34
146	852	852	852	852		0,04		33	33	33	33
147	852	852	852	852		0,04		32	32	32	32
148	852	852	852	852		0,04		32	32	32	32
149	852	852	852	852		0,04		31	31	31	31
150	852	852	852	852		0,04		30	30	30	30
151	852	852	852	852		0,03		30	30	30	30
152	852	852	852	852		0,03		29	29	29	29
153	852	852	852	852		0,03		28	28	28	28
154	852	852	852	852		0,03		28	28	28	28
155	852	852	852	852		0,03		27	27	27	27
156	852	852	852	852		0,03		26	26	26	26
157	852	852	852	852		0,03		26	26	26	26
158	852	852	852	852		0,03		25	25	25	25
159	852	852	852	852		0,03		25	25	25	25
160	852	852	852	852		0,03		24	24	24	24
161	852	852	852	852		0,03		24	24	24	24
162	852	852	852	852		0,03		23	23	23	23
163	852	852	852	852		0,03		23	23	23	23
164	852	852	852	852		0,03		22	22	22	22
165	852	852	852	852		0,03		22	22	22	22
166	852	852	852	852		0,02		21	21	21	21
167	852	852	852	852		0,02		21	21	21	21
168	852	852	852	852		0,02		20	20	20	20
169	852	852	852	852		0,02		20	20	20	20
170	852	852	852	852		0,02		19	19	19	19
171	852	852	852	852		0,02		19	19	19	19
172	852	852	852	852		0,02		19	19	19	19



Jaar	Discontofactor										
	1a	1b	1c	1d		1		1a	1b	1c	1d
173	852	852	852	852		0,02		18	18	18	18
174	852	852	852	852		0,02		18	18	18	18
175	852	852	852	852		0,02		17	17	17	17
176	852	852	852	852		0,02		17	17	17	17
177	852	852	852	852		0,02		17	17	17	17
178	852	852	852	852		0,02		16	16	16	16
179	852	852	852	852		0,02		16	16	16	16
180	852	852	852	852		0,02		16	16	16	16
Totaal (som)								37.177	37.177	37.177	37.177



B Resultatentabel inclusief gevoeligheidsanalyse

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d
	Optimaal onderhoud, aanleg 's nachts	Optimaal onderhoud, aanleg weekend	Optimaal onderhoud, aanleg twee weekenden	Optimaal onderhoud, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud met kathodische bescherming, aanleg doordeweeks	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg 's nachts	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg weekend	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg twee weekenden	Suboptimaal onderhoud zonder kathodische bescherming, aanleg doordeweeks
Kosten aanleg en onderhoud voegovergang												
Kosten aanleg en vervangen voegovergang	350.000	305.000	305.000	292.000	348.000	302.000	302.000	288.000	332.000	296.000	296.000	285.000
Kosten gepland groot onderhoud	19.000	21.000	21.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000	19.000	22.000	22.000	17.000
Kosten jaarlijks klein onderhoud	37.000-168.000	37.000-168.000	37.000-168.000	37.000-168.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten ongepland onderhoud	17.000	8.000	8.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000	17.000	9.000	9.000	3.000
Effecten doorstroming												
Reistijdverlies tijdens aanleg/vervanging	113.000	174.000	17.000	1.351.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000	117.000	180.000	18.000	1.397.000
Reistijdverlies tijdens onderhoud	1.300	600	600	300	1.300	700	700	300	1.300	700	700	300
Reistijdverlies kathodische	0	0	0	0	829.000	829.000	829.000	829.000	0	0	0	0

C RWS-presentatie





Impactanalyse voegvergangen

Uitgangspunten voor het modelleren van de invloed van onderhoud op de levensduur van een kunstwerk.



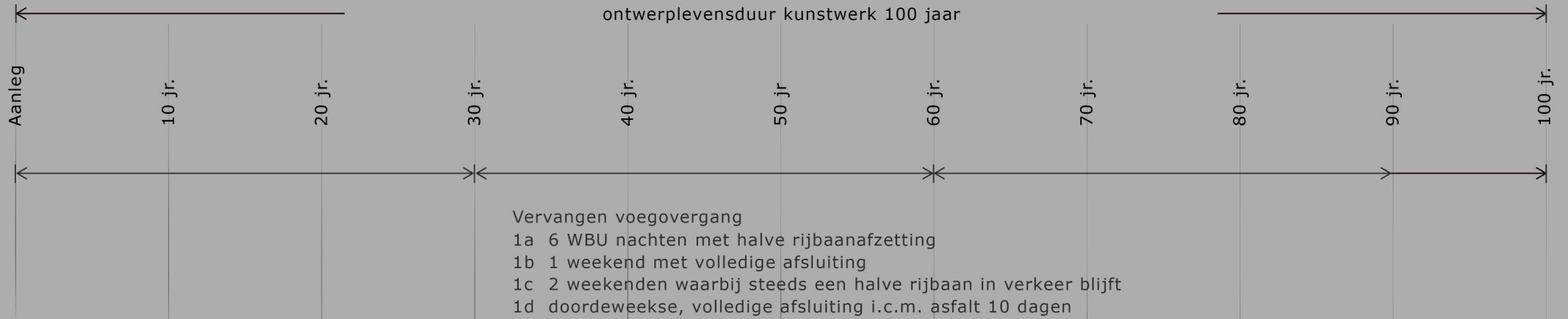
BASIS KOSTEN VOOR ONDERHOUD & VERVANGING "GEMIDDELD KUNSTWERK" (2X15,0 M1 VOEGCONSTRUCTIE)



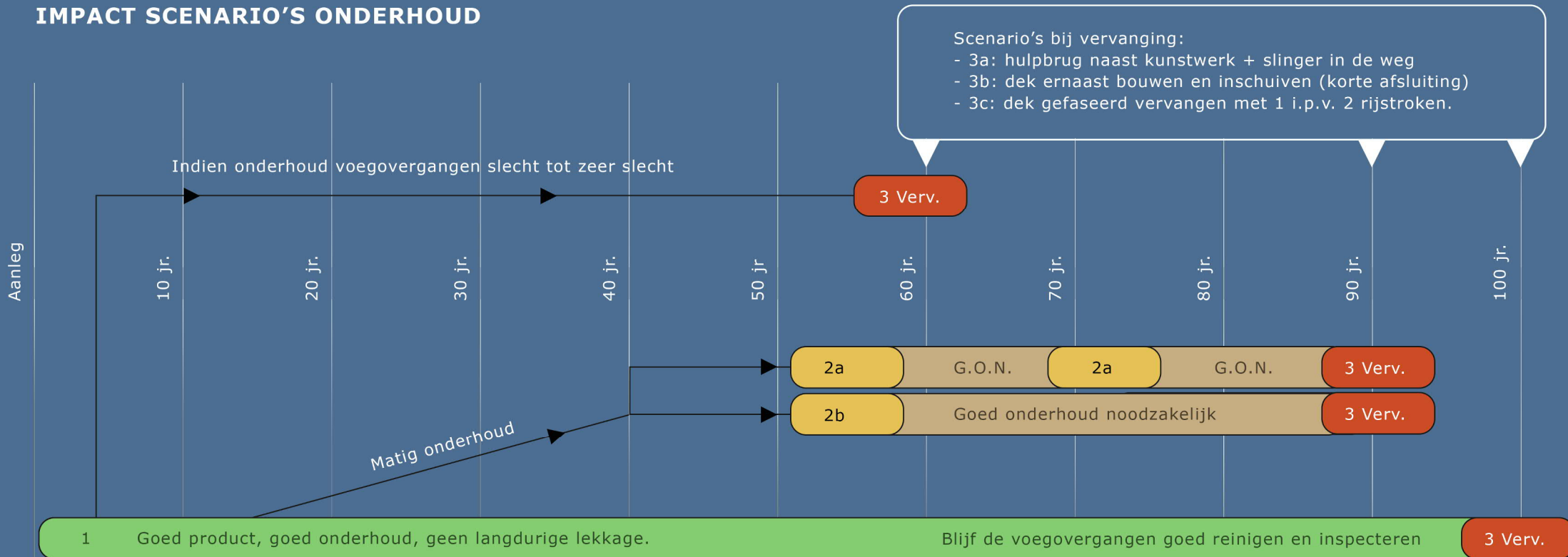
* LCC bedragen zoals afgeschat in 2022, excl. BTW, excl. prijsindexatie en verrekening netto-contante waarde

** Prijs voor WBU-nachten ontstaat door extra nachtelijke verkeersafzettingen om het werk in korte tijdsvensters gerealiseerd te krijgen

ONDERHOUDSINTERVALLEN



IMPACT SCENARIO'S ONDERHOUD



UITGANGSPUNTEN "GEMIDDELD KUNSTWERK"

Op basis van beschikbare data in DISK zijn voor het model de volgende uitgangspunten meegenomen:

STEUNPUNTEN

Aantal steunpunten: 2 landhoofden + 2 tussensteunpunten
Opleggingen: rubber oplegging

DEK

Overspanningen: 3 (afgerond)
Gem. lengte van een viaduct: 80-85 meter
Maatgevende overspanning: 30-40 meter
Gem. breedte van een viaduct: 15 meter

VOEGOVERGANGEN

Aantal voegovergangen: 2 stuks
Type voegovergang: 1.2b2
Levensduur: 30 jaar (aannee i.v.m. sinusplaten)



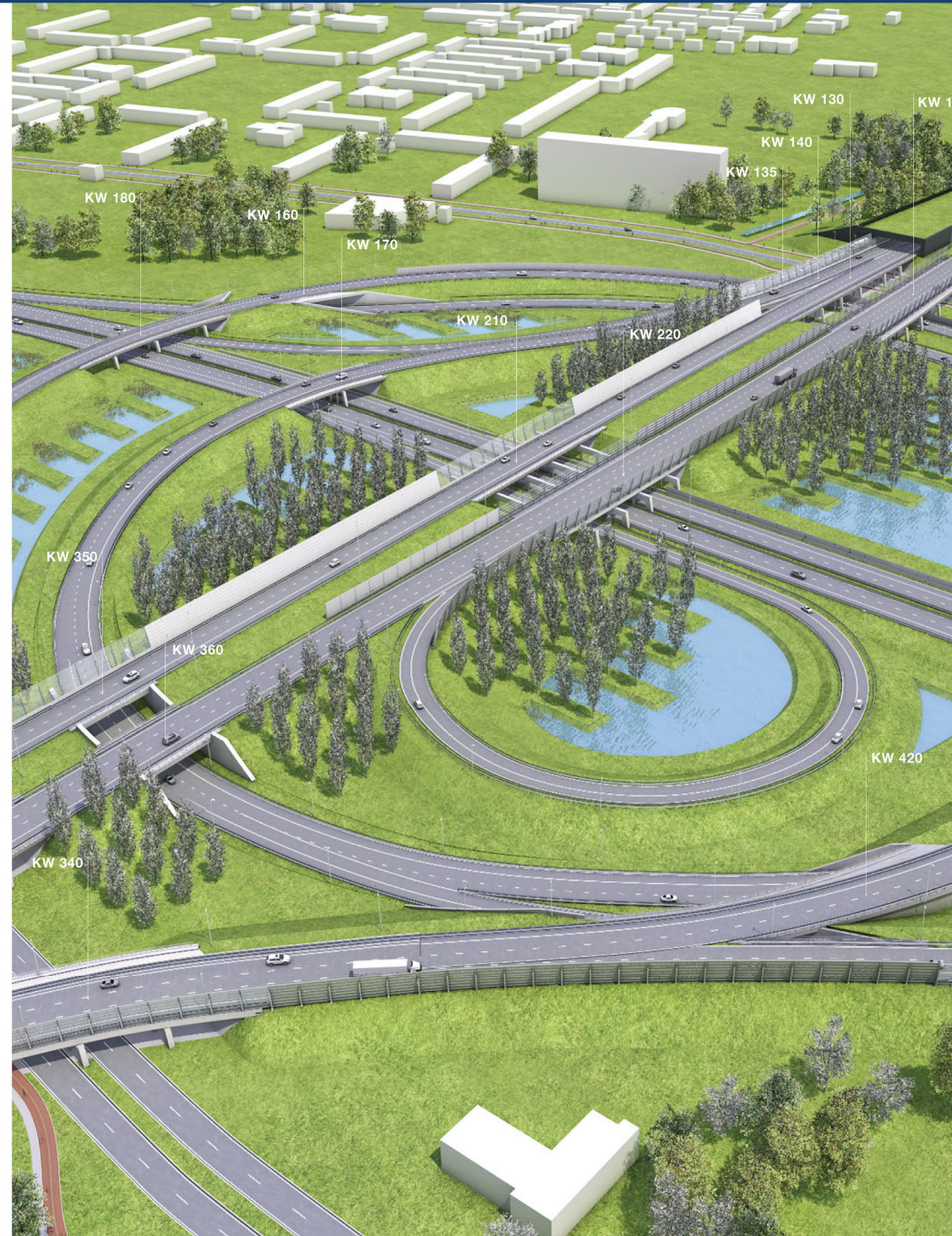
UITGANGSPUNTEN LOCATIE T.B.V. BEPALEN VERKERSIMPACT

De impact voor het verkeer is op veel locaties verschillend. Voor de impactanalyse zoeken we naar een representatieve locatie waarvan de impact op het verkeer en de omgeving enigszins gemiddeld zal zijn. We kiezen dus niet een locatie met de grootste voertuigintensiteit, en ook niet een locatie waar de impact gering is.

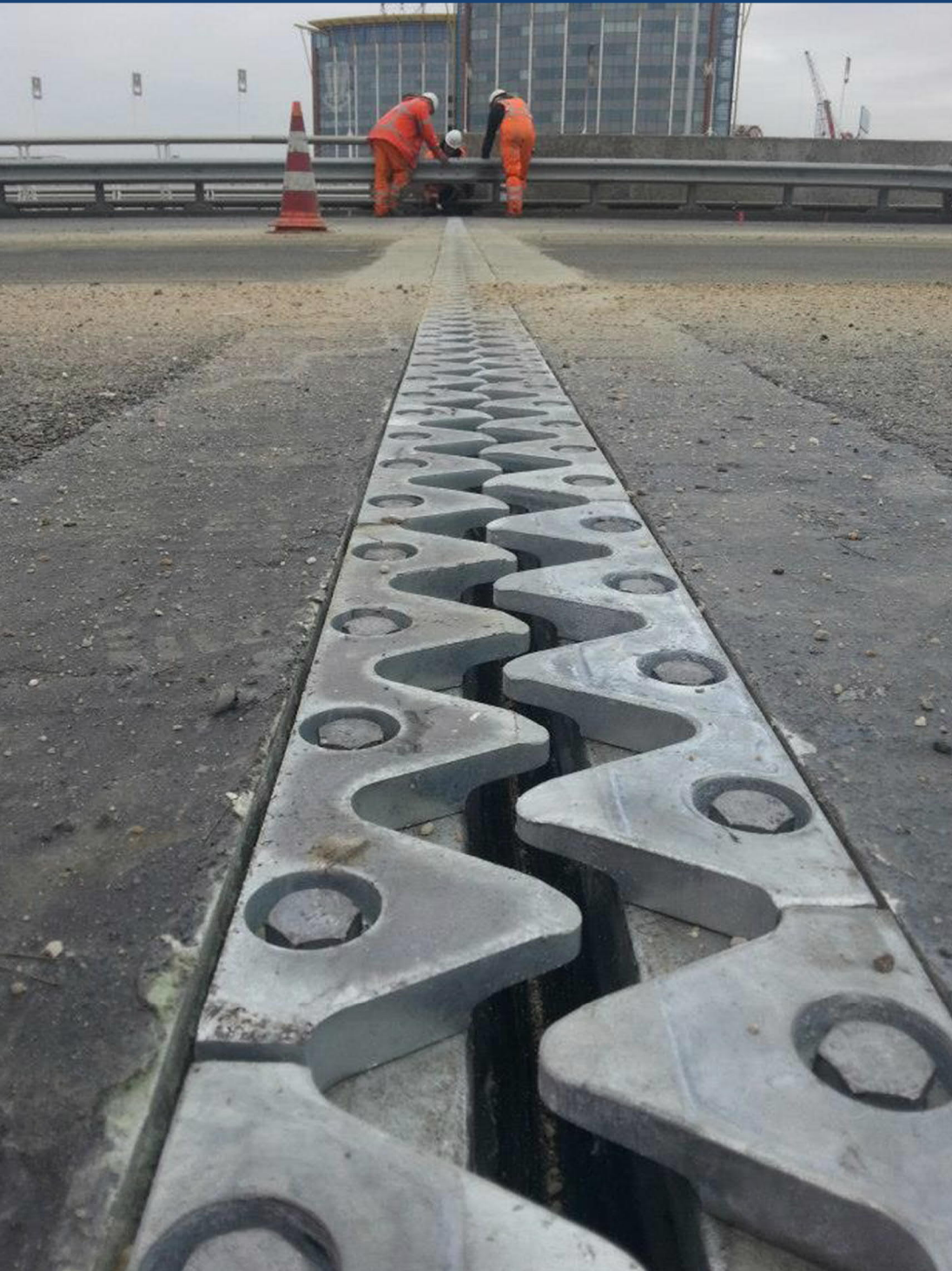
Voor de impactanalyse kiezen we als voorbeeldlocatie een viaduct in de hoofdrijbaan van de A4 t.h.v. Kethelplein. Kunstwerk 210:

- faciliteert 2 rijstroken en een vluchtstrook
- ligt in de randstad, op een locatie met voldoende verkeer
- er zijn wat mogelijkheden om het verkeer gedeeltelijk om te leiden

Indien uit de analyse van verkeersmodellen een andere locatie beter als gemiddelde situatie blijkt, zal deze pagina worden geupdate.



SCENARIO 1. UITGANGSPUNTEN KOSTEN



Scenario 1:

Het brugdek wordt voldoende tot goed onderhouden waardoor lekkage geen aanleiding geeft tot grootschalig herstel of vervanging. De aanlegkosten voor het kunstwerk zijn het 0-senario. Voegovergangen zijn hier bij inbegrepen.

Om aantasting van het kunstwerk te voorkomen, is goed onderhoud nodig. Dit betekent jaarlijks reinigen van de voegspleet incl. inspectie om te signaleren of er lekkage optreedt. Wanneer dit aan de orde is, wordt de impact op de levensduur van het kunstwerk beperkt door de waterdichtende functie te herstellen met onderhoudsmaatregelen.

VOEGOVERGANGEN (GEM. KW)

Type:	1.2b2 nosing joint met sinusplaten (zie afbeelding links)
Lengte:	2x 15 meter
Dikte:	gebaseerd op 120 mm asfalt
Aanleg:	t=0
Jaarlijks onderhoud en inspectie:	100x (tussen spitstijden of in de nacht)
Variabel onderhoud:	t=15 onderhoud t=30 vervanging t=45 onderhoud t=60 vervanging t=75 onderhoud

Onderhoud is gebaseerd op combinatie met vervangen van de asfalt (deklaag), waarvoor incl. LVO een interval van 15 jaar wordt aangehouden.



Scenario 2a:

Het bestaande dek is aangetast maar kan met toepassing van kathodische bescherming nog veilig in functie blijven. In dit scenario gaan we uit van een prefab liggerconstructie die vanaf de onderzijde toegang biedt tot het aangetaste gebied. Het corrosieproces van de wapening wordt gestopt door opgedrukte stroom i.c.m. een geleidende coating. Deze methode is op verschillende locaties toegepast. Dit type KB-systeem heeft een levensduur van iets meer dan 10 jaar. We hanteren in het model een rekencyclus van 12,5 jaar.

We houden er rekening mee dat in dit scenario ook de steunpunten zijn aangetast, die we middels een constructieve reparatie nog kunnen behouden.

STEUNPUNTEN

Aantal steunpunten:	2 landhoofden + 2 tussensteunpunten
Aanbrengen steigers e.d.	€ 25.000,- voor 2 landhoofden
Reparatiekosten:	€ 12.000,- (obv 4x15m2x €200,00/m2)

KB-SYSTEEM

Met geleidende coating

Behandeling liggerkoppen:	€ 30.000,- t.p.v. de 2 eindvoegen
Jaarlijkse monitoring:	€ 2.000,-/jr
Onderhoudskosten:	€ 2.000,-/jr gemiddeld*
Levensduur:	12,5 jaar

Aanname vanwege beperkte ervaring. Onderdelen kunnen door omgevingscondities aangetast raken waardoor het systeem zijn functie kan verliezen. De coating en bedraging kunnen verouderen.



SCENARIO 2b. UITGANGSPUNTEN KOSTEN

Scenario 2b: flinke herstelklus

Het bestaande dek is aangetast maar kan met toepassing van kathodische bescherming nog veilig in functie blijven. In dit scenario gaan we uit van een dekconstructie die van onderaf *geen goede toegang* biedt tot het aangetaste deel van de constructie. Om dit kunstwerk te kunnen behouden, zal de weg afgesloten worden. Het kunstwerk wordt grofweg een meter opgevijseld om de betonconstructie goed te herstellen, en ook kathodische bescherming aan te brengen. Vanwege de relatief kortere levensduur van een KB-systeem met geleidende coating, is het economisch gezien logischer om een duurder KB-systeem met titanium toe te passen. Voor dit systeem houden we een levensduur van 25 jaar aan.

STEUNPUNTEN

Aantal steunpunten:	2 landhoofden + 2 tussensteunpunten
Aanbrengen steigers e.d.	€ 40.000,- voor 4 steunpunten
Reparatiekosten:	€ 12.000,- (obv 4x15m2x €200,00/m2)

VIJZELEN BRUGDEK

Vijzelrijen:	Op 4 steunpunten tegelijk
Kosten:	€ 50.000,-
Vijzel equipment:	€ 60.000,-

KB-SYSTEEM

	Met titanium
Levensduur:	25 jaar
Aanbrengen KB-systeem:	€ 40.000,- t.p.v. de 2 eindvoegen*
Jaarlijkse monitoring:	€ 2.000,-/jr
Onderhoudskosten:	€ 2.000,-/jr gemiddeld**

* kosten excl. VKM, vergunningen, BTW

** aanname voor rekenmodel, weinig over bekend



SCENARIO 3a. UITGANGSPUNTEN KOSTEN



Scenario 3a:

Het dek is helaas afgekeurd i.v.m. onherstelbare constructieve veiligheid. Het dek zal in zijn geheel vervangen worden, en het verkeer maakt in een groot gedeelte van de bouwfase gebruik van een tijdelijke hulpbrug.

HULPBRUG

Ontwerp en aanleg € 3.500.000,-

SLINGER IN DE WEG 2x250

Tijdelijke grondkering: Niet inbegrepen
Wegenwerk: € 575.000,-
Verkeersmaatregelen: 1 weekend afsluiten

SLOPEN KUNSTWERK

Slopen: € 170.000,-

VERVANGEN DEK

Maatgevende oversp. 30 m1: € 930.000,-
Maatgevende oversp. 40 m1: € 1.028.000,-

Opleggingen: inbegrepen, rubber oplegging
Asfalt: inbegrepen
Voegovergangen: inbegrepen, 1.2b2, 2x15 m1
Voertuigkering: inbegrepen

HINDERDUUR

Twee weekenden afsluiten en 9 maanden 70 km/uur op de tijdelijke brug.



SCENARIO 3b. UITGANGSPUNTEN KOSTEN



Scenario 3b:

Het dek is helaas afgekeurd i.v.m. onherstelbare constructieve veiligheid. Het dek zal in zijn geheel vervangen worden. Een nieuw brugdek wordt in dit scenario naast het bestaande object gebouwd op een tijdelijke fundering met schuifbaan. De mogelijkheden:

Korte afsluiting 10-14 dagen

Naast het bestaande object wordt een nieuw dek gebouwd op een tijdelijke fundering met schuifbaan. In dit scenario wordt 2-3 dagen berekend voor het slopen en afvoeren van het bestaande dek. Vervolgens wordt 2-3 dagen berekend om de schuifbaan te verlengen. Aansluitend wordt in 48 uur het nieuwe dek in zijn nieuwe positie geschoven. Aan het wegdek zal 2-3 dagen nodig zijn om de aansluitingen te herstellen (stootplaten, asfalt, voegovergangen, geleiderail en markering).

Zeer korte afsluiting 80-100 uur

Met aan extra tijdelijke fundering en een schuifbaan is het mogelijk om het oude dek zijdelings eruit te trekken, en een nieuw gebouwd dek aan de andere kant direct in te schuiven. Bij deze methode is de hinder het minst. Een nadeel van deze methode zijn de kosten voor twee tijdelijke funderingen.

SLOPEN & INSCHUIVEN

Verkeersmaatregelen:	€ 100.000,-
Slopen:	€ 170.000,-

SCHUIFBAAN

	voor 1 zijde	voor 2 zijden
Fundering en schuifbaan:	€ 2.500.000,-	€ 5.000.000,-
Hinderduur	14 dagen	100 uur

VERVANGEN DEK

Maatgevende oversp. 30 m1:	€ 930.000,-
Maatgevende oversp. 40 m1:	€ 1.028.000,-

Opleggingen:	inbegrepen, rubber oplegging
Asfalt:	inbegrepen
Voegovergangen:	inbegrepen, 1.2b2, 2x15 m1
Voertuigkering:	inbegrepen

SCENARIO 3c. UITGANGSPUNTEN

Scenario 3c: vervangen half/half in 2x6 maanden

Het bestaande dek dient vervangen te worden waarbij het verkeer voor een langere periode gebruik kan maken van 1 rijstrook en een verlaagde snelheid van 90 km/uur. In dit scenario zal de opgave gecombineerd worden met ander groot onderhoud aan meerdere kunstwerken, waardoor niet 100% van impact ten laste komt van een object. In combinatie met een verbreding is het mogelijk om 2 rijstroken te faciliteren, maar daar gaan we in dit geval niet van uit.

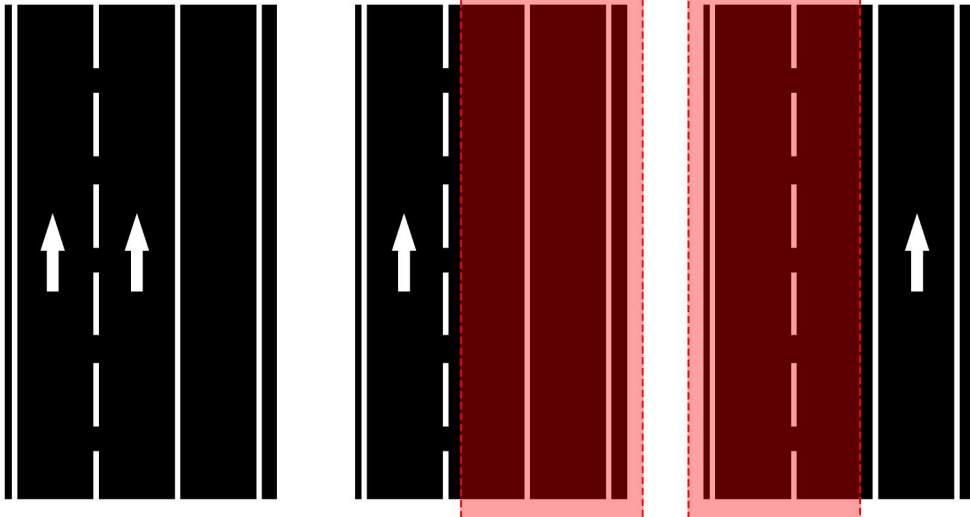
Het dek zal met iets meer tijd doordeweeks buiten verkeer voor de helft vervangen worden, vervolgens rijdt het verkeer over het nieuwe deel en wordt de andere helft vervangen. Beide dekdelen worden in het werk gekoppeld.

Omdat de werkzaamheden gecombineerd en over langere tijd verspreid zijn, maar ook minder onzekerheden kennen, lijkt het realistisch om voor dit scenario een ietsje lager toeslagfactor te hanteren t.b.v. risico's en indirecte projectkosten. Anderzijds is een realistisch om een toeslag mee te nemen voor onzekerheden omdat een brugdek niet zomaar gehalveerd kan worden. Er worden kosten verwacht voor het borgen van de constructieve veiligheid in de bouwfase en het inrichten met barriers.

Aanvangsituatie

Fase 1

Fase 2



SAMENVATTING UITGANGSPUNTEN

IMPACT ONDERDELEN	SCENARIO 2 KUNSTWERK GOED HERSTELLEN Levensduur kunstwerk: 90 jaar		SCENARIO 3 KUNSTWERK (DEK) VERVANGEN Levensduur kunstwerk: 60 jaar / 100 jaar		
	2a: aanbrengen KB Levensduur 12,5 jr	2b: KB + vijzelen Levensduur 25 jr	3a: met hulpbrug	3b: inschuiven	3c: langdurige fasering half/half
A) Verkeersmaatregelen	Geen, verkeer blijft gebruik maken van het kunstwerk	€ 100.000,- t.b.v. omleiding Toeslagfactor: 2,0	€ 100.000,- t.b.v. omleiding & slinger Toeslagfactor: 2,0	€ 100.000,- t.b.v. omleiding & slinger Toeslagfactor: 2,0	Reductie 2>1 rijstrook Toeslagfactor: 2,0
B) Hinderperiode	Geen impact verkeer, werkzaamheden van onderaf mogelijk	14 dagen afgesloten, werkzaamheden niet van onderaf mogelijk	9 maanden (70 km/u) 2x weekend afsluiten	3b-I 10-14 dagen 3b-II: 80-100 uur Volledig afsluiten	2x6 maanden 90 km/uur Half-half te realiseren
C) Herstel of vervangingskosten brugdek	€ 30.000,- 2 stp. (liggerkoppen) Toeslagfactor: 2,0	€ 40.000,- 2 stp. (titanium) Toeslagfactor: 2,0	€ 930.000,- (30 m1) € 1.028.000,- (40 m1) Toeslagfactor: 2,0	€ 930.000,- (30 m1) € 1.028.000,- (40 m1) Toeslagfactor: 2,0	€ 930.000,- (30 m1) € 1.028.000,- (40 m1) Toeslagfactor: 2,0
D) Tijdelijke hulpconstructies zoals steigers, funderingen, hulpbruggen en schuifbanen	€ 25.000,- steigers Toeslagfactor: 2,0	€ 50.000,- steigers € 60.000,- vijzel equip. Toeslagfactor: 2,0	€ 3.500.000,- t.b.v. een hulpbrug Toeslagfactor: 2,0	€ 2.500.000,- t.b.v. een schuifbaan Toeslagfactor: 2,0	Bij platen niet, bij liggers wel i.v.m. dwarsvoorspanning?
E) Extra instandhoudingskosten t.b.v. KB-systeem	€ 2.500 monitoring/jr € n.t.b. onderhoud Toeslagfactor: 2,0	€ 2.500 monitoring/jr € n.t.b. onderhoud Toeslagfactor: 2,0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
F) Herstelkosten voor behoud van de steunpunten excl. steigers	€ 12.000,- Toeslagfactor: 2,0	€ 12.000,- Toeslagfactor: 2,0	€ 12.000,- Toeslagfactor: 2,0	€ 12.000,- Toeslagfactor: 2,0	€ 12.000,- Toeslagfactor: 2,0
G) Slinger in de weg t.b.v. tijdelijk gebruik hulpbrug 2x250 m1 (70 km/uur)	N.v.t.	N.v.t.	€ 575.000,- Slinger in de weg Toeslagfactor: 2,0	N.v.t.	N.v.t.

D Analyse 4cast



Memo Impactanalyse onderhoud voegovergangen Kethelplein

Datum: 21-6-2022
Versienr: 1
Status: Concept
Opsteller(s): Jeroen Belt
Projectnummer: P22-0033

Inhoud

1	Inleiding	2
2	Uitgangspunten varianten	3
2.1	Locatie	3
2.2	Varianten	3
2.3	Uitvoeren hertoedelingen	5
3	Analyse resultaten	6
3.1	Inleiding	6
3.2	Geladen netwerken	6
3.3	Verschilnetwerken	6
3.4	Selected link analyse	7
3.5	Analyse reistijdeffecten	7
3.6	QBLOK-tabellen	8
3.7	Bereikbaarheidsbaten	8
	Bijlagen	10

1 Inleiding

Voegovergangen bij bruggen en viaducten moeten regelmatig onderhouden en vervangen worden. Dit heeft invloed op de beschikbaarheid van de weg, op het milieu, en op de kosten.

Op dit moment voert CE-Delft een onderzoek uit naar de maatschappelijke impacts van verschillende onderhouds-/vervangings-strategieën voor voegovergangen. Onderdeel van deze impacts zijn reistijdverliezen en extra uitstoot van het verkeer, bijvoorbeeld als een brug voortijdig vervangen moet worden of als extra onderhoud aan de voegovergang nodig is. Om een inschatting te maken van deze impacts is het mogelijk om een verkeersmodel te gebruiken.

Als case-studie is gekozen om de impacts (reistijdverliezen, inschatting extra uitstoot) in beeld te brengen voor onderhoud van de voegovergangen op de A4 ter hoogte van knooppunt Kethelplein. Hiervoor heeft RWS WVL aan **4cast** gevraagd om berekeningen uit te voeren met het NRM West.

In deze memo volgt een beschrijving van de uitgevoerde berekeningen en de belangrijkste resultaten.

2 Uitgangspunten varianten

2.1 Locatie

Voor deze case-studie worden berekeningen uitgevoerd voor onderhoudswerkzaamheden op de A4 hoofdrijbaan op het Kethelplein ter hoogte van het kunstwerk 210, waar een rijbaan met 2 rijstroken ligt (zie figuur 2-1).



Figuur 2-1: Gehanteerde locatie om effecten op doorstroming in beeld te brengen (A4 Kethelplein)

2.2 Varianten

De NRM-berekeningen zijn uitgevoerd voor het scenario 2030 Hoog (dit is een van de standaard prognosejaren/scenario's van het NRM). Hierbij zijn de volgende situaties voor de A4 Kethelplein richting het zuiden doorgerekend:

- *Referentie (geen onderhoudswerkzaamheden)*: 2 rijstroken, 100 km/uur;
- *Variant 1*: 1 rijstrook beschikbaar voor het verkeer, 100 km/uur;
- *Variant 2*: A4 richting het zuiden helemaal afgesloten;
- *Variant 3*: 1 rijstrook beschikbaar voor het verkeer, 90 km/uur;
- *Variant 4*: 2 rijstroken beschikbaar voor het verkeer, 70 km/uur.

In de volgende subparagrafen volgt nog een verdere toelichting op de varianten.

2.2.1 Referentie

In de referentiesituatie zijn er geen onderhoudswerkzaamheden. De doorgaande rijbaan van de A4 Kethelplein richting het zuiden heeft in deze situatie 2 rijstroken (capaciteit 4545 pae/uur) en er geldt een maximum snelheid van 100 km/uur. De effecten van de varianten tijdens onderhoudswerkzaamheden worden afgezet tegen de referentie.

2.2.2 Variant 1

In variant 1 is er tijdens het uitvoeren van werkzaamheden op de A4 Kethelplein (richting zuid) over een lengte van ongeveer 2 kilometer 1 rijstrook beschikbaar voor het verkeer. Voor de capaciteit is 2219 pae/uur aangehouden (dit is de standaard capaciteit die in het NRM wordt aangehouden voor autosnelweg met 1 rijstrook). Er geldt een maximum snelheid van 100 km/uur (dit is gelijk aan de referentie). In figuur 2-2 is het gedeelte weergegeven waarover de aanpassing geldt.



Figuur 2-2: gedeelte van A4 met aangepaste capaciteit tijdens de werkzaamheden

2.2.3 Variant 2

In variant 2 is de doorgaande rijbaan van de A4 Kethelplein richting het zuiden geheel afgesloten voor verkeer.

2.2.4 Variant 3

Variant 3 is vergelijkbaar met variant 1. Ook hier is er over een gedeelte van ongeveer 2 kilometer 1 rijstrook beschikbaar voor het verkeer. In variant 3 is echter de capaciteit gereduceerd en ook is de maximum snelheid aangepast. Voor de capaciteit is 1585 pae/uur aangehouden. Deze reductie is berekend op basis van het handboek *Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen, versie 4* (Grontmij in opdracht van RWS WVL, juli 2015). Hierbij

is een vergelijkbare situatie genomen uit de tabellen uit hoofdstuk 5 met capaciteiten tijdens 'Werk in Uitvoering'. Er geldt in deze variant een maximum snelheid van 90 km/uur.

2.2.5 Variant 4

In variant 4 zijn er tijdens het uitvoeren van werkzaamheden op de A4 Kethelplein (richting zuid) over een lengte van ongeveer 2 kilometer wel 2 rijstroken beschikbaar (net als in de referentie), maar met een gereduceerde capaciteit en een aangepaste maximum snelheid. Voor de capaciteit is 3382 pae/uur aangehouden. Deze reductie is berekend op basis van het handboek *Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen, versie 4* (Grontmij in opdracht van RWS WVL, juli 2015). Hierbij is een vergelijkbare situatie genomen uit de tabellen uit hoofdstuk 5 met capaciteiten tijdens 'Werk in Uitvoering'. Er geldt in deze variant een maximum snelheid van 70 km/uur.

2.3 Uitvoeren hertoedelingen

Het uitvoeren van de berekeningen is gedaan in de vorm van hertoedelingen. Dit betekent dat er alleen veranderingen voor wat betreft de routekeuze zijn meegenomen. Er is geen rekening gehouden met eventuele veranderingen voor wat betreft het aantal verplaatsingen, de bestemmingskeuze, de vervoerwijzekeuze en het vertrektijdstip.

Het NRM maakt berekeningen voor een gemiddelde werkdag en onderscheidt hierbij de ochtendspits (7:00-9:00 uur), avondspits (16:00-18:00 uur) en de restdag. Deze tellen samen op tot het etmaal. Voor wat betreft de doorstroming geeft de toedeling van de restdag een representatief beeld van de periode tussen de spitsen.

3 Analyse resultaten

3.1 Inleiding

Na het uitvoeren van de toedelingen zijn diverse analyses uitgevoerd:

- Bouwen geladen netwerken: hierin zijn onder andere intensiteiten en variabelen met betrekking tot de doorstroming (waaronder afwikkelingsnelheden) opgenomen;
- Bouwen verschilnetwerken met de referentie;
- Uitvoer selected link analyse referentie: deze geeft inzicht in de verkeersstromen die in de referentie over het betreffende wegvak van de A4 Kethelplein gaan;
- Analyse reistijdeffecten: frequentietabellen waarin voor de varianten het aantal verplaatsingen is weergegeven dat binnen een bepaalde klasse met reistijdverliezen/-winsten valt ten opzichte van de referentie. Hierbij is nog onderscheid gemaakt tussen verplaatsingen die in de referentie over de A4 Kethelplein gaan en overige verplaatsingen;
- QBLOK-tabellen met onder andere overzichten met kilometrages;
- Bereikbaarheidsbaten op basis van onder andere de 'deur-tot-deur' reistijden.

In dit hoofdstuk wordt een korte toelichting gegeven op de genoemde analyses.

3.2 Geladen netwerken

Voor de referentie en de varianten zijn geladen netwerken gebouwd. Deze bevatten de resultaten van de QBLOK-toedelingen. De geladen netwerken bevatten onder andere de intensiteiten per wegvak (per dagdeel en voor het etmaal) en variabelen voor wat betreft de doorstroming. De geladen netwerken zijn geleverd in de vorm van CUBE-netwerken.

In een opgestelde powerpoint zijn onder andere figuren opgenomen met de afwikkelingsnelheden in de ochtend- en avondspits (voor zowel de referentie als de varianten).

3.3 Vershilnetwerken

Voor de varianten zijn verschilnetwerken gebouwd met de referentie. Hierin zijn onder andere de toe- en afnames van intensiteiten ten opzichte van de referentie opgenomen. Deze geven inzicht in de veranderingen van de verkeersstromen door de maatregelen van de betreffende variant. De verschilnetwerken zijn eveneens geleverd in de vorm van CUBE-netwerken.

In een opgestelde powerpoint zijn onder andere figuren opgenomen met de intensiteitsverschillen ten opzichte van de referentie (etmaal gemiddelde werkdag).

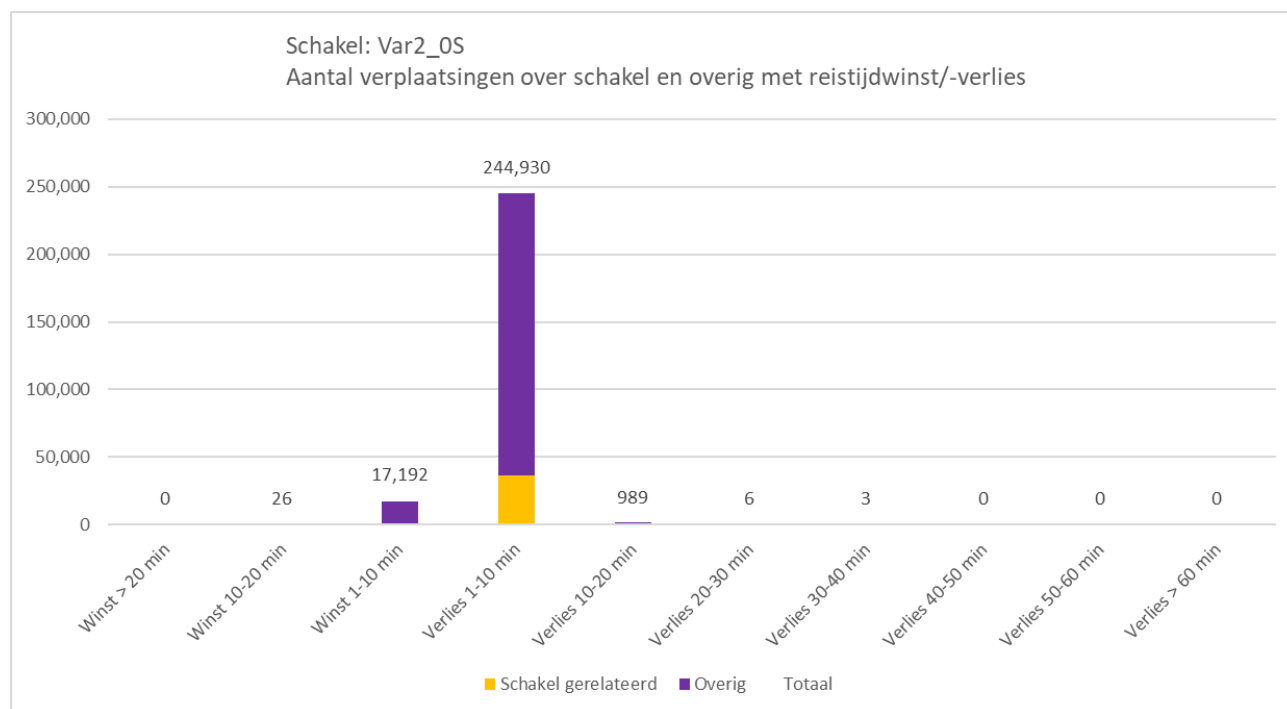
3.4 Selected link analyse

Voor het wegvak A4 Kethelplein (richting zuid) is voor de referentie een selected link analyse uitgevoerd. Deze selected link analyse geeft inzicht in de herkomsten en bestemmingen van het verkeer dat in de referentie over dit wegvak rijdt. Van deze analyse is gebruik gemaakt bij de analyse naar de reistijdeffecten (om onderscheid te maken tussen het verkeer dat in de referentie over de A4 Kethelplein gaat en het overige verkeer).

In een opgestelde powerpoint is een figuur opgenomen met de verkeersstroom die in de referentie gebruik maakt van het wegvak. Het gaat om ca. 38.000 voertuigen per etmaal.

3.5 Analyse reistijdeffecten

De capaciteits- en snelheidsbeperkingen in de varianten hebben effect op de doorstroming ter hoogte van het Kethelplein (lagere snelheid, congestievorming). Hierdoor treden er veranderingen op in de routekeuze van het verkeer. Dit heeft ook weer effect op de doorstroming op andere plekken. Er is een analyse uitgevoerd waarbij in beeld gebracht is hoeveel verplaatsingen welke mate van reistijdverlies (of reistijdwinst) hebben ten opzichte van de referentie. Dit is gedaan voor verplaatsingen die in de referentie over het wegvak van de A4 Kethelplein gaan en voor al het overige verkeer. In figuur 3-1 is een voorbeeld gegeven van deze analyse voor variant 2.



Figuur 3-1: Voorbeeld analyse reistijdeffecten voor Variant 2

3.6 QBLOK-tabellen

In de QBLOK-tabellen zijn de toedeelresultaten in tabelvorm opgenomen. Het gaat om de volgende resultaten op netwerkniveau:

- Kilometrage;
- Totale tijd (uren);
- Verliestijd (uren);
- VVU100 (uren);
- Snelheid (km/uur);
- Tijd in file (uren);
- Voertuigen in file.

Hierbij is onderscheid gemaakt naar de volgende categorieën:

- Reismotief: Vrucht3, Vrucht2, Bestel2, Bestel1, Werk, Zakelijk, Overig;
- Periode¹: AM (ochtendspits), OP (restdag), PM (avondspits), AMsh (shouder van de ochtendspits), PMsh (shouder van de avondspits) en Totaal (etmaal);
- Wegennet: HWN (hoofdwegennet), OWN (onderliggend wegennet) en Totaal wegennet;
- Gebied: heel Nederland, landsdelen en provincies.

De QBLOK-tabellen voor de referentie en de varianten zijn in een Excelbestand meegeleverd.

3.7 Bereikbaarheidsbaten

Voor de varianten zijn ook de bereikbaarheidsbaten afgeleid. Hiervoor dienen de resultaten voor de werkdag als basis. Voor het afleiden van de bereikbaarheidsbaten zijn de 'deur-tot-deur' reistijden, afstandskosten en tolkosten van de variant afgezet tegen de referentie en vermenigvuldigd met het aantal verplaatsingen op de betreffende relatie. Deze zijn vervolgens gemonetariseerd en opgehoogd naar bereikbaarheidsbaten voor een heel jaar. Hierbij is per motief gebruik gemaakt van een eigen reistijdwaardering, bezettingsgraad van het voertuig en jaarfactoren voor werkdagen en weekenddagen.

Voor de baten wordt ook onderscheid gemaakt naar autonoom verkeer en nieuw (of veranderend) verkeer. Voor deze toepassingen is de omvang van het nieuwe/veranderende verkeer gelijk aan nul, aangezien er in deze berekeningen geen sprake is van veranderingen

¹ De periodes AMsh en PMsh bevatten het verkeer dat onderdeel is van de spits, maar door congestie niet afgewikkeld kan worden in de spits

in de HB-matrices (bijvoorbeeld als gevolg van gewijzigde bestemmingskeuze of vervoerwijzekeuze).

De resultaten zijn uitgeleverd in de vorm van Excel-tabellen. In de tabellen is er nog verdere toelichting opgenomen over de variabelen in specifieke tabbladen.

Bijlagen

De volgende bestanden zijn separaat meegeleverd:

- Geladen netwerken:
 - WEST_2030H_Ref.net
 - WEST_2030H_Var1_1S_100KMU.net
 - WEST_2030H_Var2_0S.net
 - WEST_2030H_Var3_1S_90KMU.net
 - WEST_2030H_Var4_2S_70KMU.net
- Verschilnetwerken:
 - COMP_WEST_Ref_2030H_Var1_1S_100KMU_2030H.net
 - COMP_WEST_Ref_2030H_Var2_0S_2030H.net
 - COMP_WEST_Ref_2030H_Var3_1S_90KMU_2030H.net
 - COMP_WEST_Ref_2030H_Var4_2S_70KMU_2030H.net
- Presentatie met uitgangspunten en analyses:
 - Presentatie_P22-0033_Casus_Impactanalyse_20220614.pdf
- QBLOK-tabellen:
 - QBLOK_tabellen_20220615.xlsx
- Resultaten bereikbaarheidsbaten:
 - KBA_RESULTATEN_Var1.xlsx
 - KBA_RESULTATEN_Var2.xlsx
 - KBA_RESULTATEN_Var3.xlsx
 - KBA_RESULTATEN_Var4.xlsx