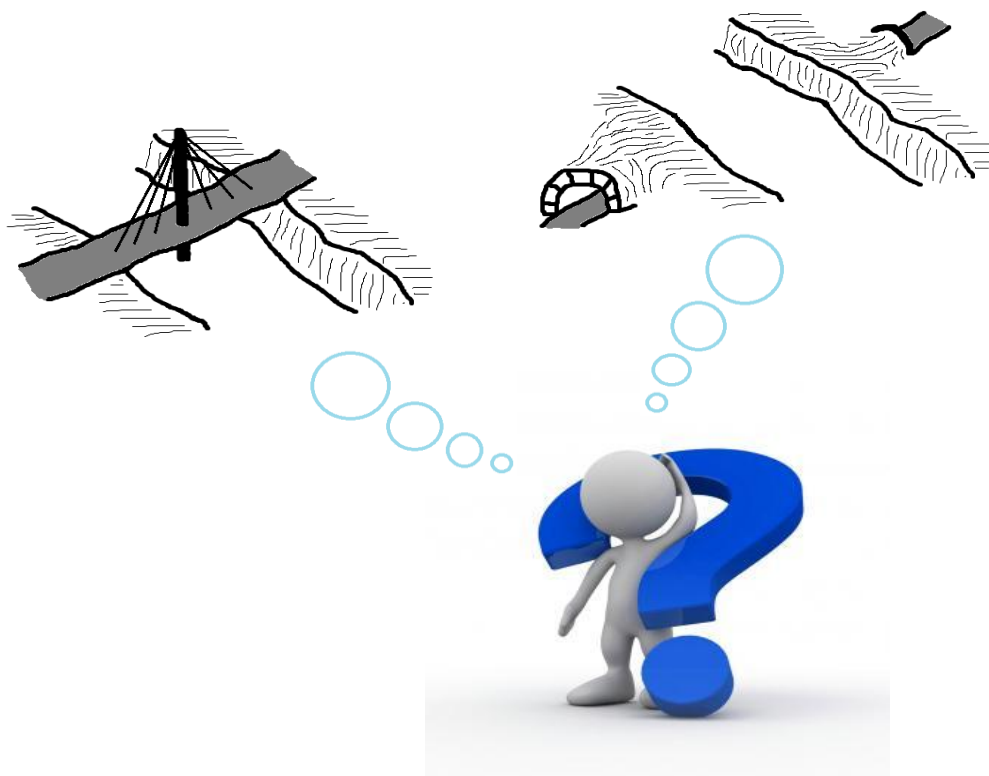


Goed documenteren als basis voor een juiste variantenkeuze

Afstudeerverslag | Thomas Derek Leeuw

17 februari 2016





Afstudeerverslag in het kader van de opleiding Construction Management and Engineering aan de Universiteit Twente

Goed documenteren als basis voor een juiste variantenkeuze

T. D. (Thomas) Leeuw

Begeleiding Universiteit Twente:

Dr.ir. R.S. (Robin) de Graaf

Ir. M. (Marc) van Buiten

Begeleiding Rijkswaterstaat:

Ir. W. (Willem) van der Wetering

Ing. B. (Bert) van Wersch

Ing. M. (Martijn) Heemink

Utrecht, februari 2016

Samenvatting

Introductie

Als uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu beheert en ontwikkelt Rijkswaterstaat de Nederlandse rijkswegen, rijksvaarwegen en rijkswateren. Voor het ontwikkelen van deze infrastructuur worden door Rijkswaterstaat projecten opgezet. Een project begint bij de constatering van een (on)wenselijkheid, zoals een knelpunt in het wegennet. Op het moment dat het probleem helder is geformuleerd en belanghebbenden hun wensen naar voren hebben gebracht, volgt het verkennen en ontwikkelen van diverse opties om het probleem op te lossen. De opties die haalbaar blijken te zijn, worden ontwikkeld in alternatieven (Rijkswaterstaat, 2008), waaruit een voorkeursalternatief wordt gekozen. Het voorkeursalternatief wordt vervolgens verder uitgewerkt door verschillende varianten te ontwikkelen en af te wegen tijdens de variantenanalyse.

Op dit moment wordt de aan de variantenanalyse gerelateerde informatie ongestructureerd gedocumenteerd. Daardoor kan de argumentatie voor gemaakte variantenkeuzes moeilijk worden teruggevonden. Rijkswaterstaat wil daarom verbeteringen doorvoeren in de documentatie van informatie omtrent de variantenanalyse. Deze verbeteringen moeten ervoor zorgen dat projectmedewerkers opgedane informatie uit eerdere projecten kunnen gebruiken en gemaakte keuzes herleidbaar kunnen worden gemaakt. Om die informatie op een uniforme manier te delen wil Rijkswaterstaat met behulp van dit onderzoek een variantenbibliotheek ontwikkelen. In dit onderzoek wordt de volgende onderzoeksvraag beantwoord: Hoe kunnen de inhoudelijke en procesmatige informatie omtrent variantenanalyses via de variantenbibliotheek gedeeld worden? De focus van dit onderzoek is gericht op (1) de informatie die in de variantenbibliotheek moet worden opgeslagen en op (2) de userinterface die het gebruik van die informatie moet faciliteren.

Methode

Om te achterhalen welke informatie in de variantenbibliotheek opgeslagen zou moeten worden, is de theorie van Case-Based Reasoning (CBR) gebruikt. CBR houdt in dat voor gelijke problemen gelijke oplossingen bestaan (Kolodner, 1993); een eerder bedachte oplossing zou dus ook als oplossing kunnen dienen voor eenzelfde soort probleem. Voor dit onderzoek worden cases uitgebreid met het keuzeproces, waardoor een case bestaat uit: (1) projectcontext, (2) technische oplossing en (3) keuzeproces. CBR gaat voornamelijk uit van opgedane ervaringen. Voor de drie onderdelen van een case wordt met behulp van interviews, een documentenstudie, een literatuurreflectie en evaluaties achterhaald welke informatie moet worden gedocumenteerd. Voor de wensen omtrent de userinterface worden interviews en evaluaties uitgevoerd. De opgedane ervaringen van de respondenten worden als basis gebruikt bij het afnemen van de interviews, alvorens de volgende onderzoeksstappen worden

ondernomen. Voor de evaluatie van de userinterface wordt eerst een format van de variantenbibliotheek gemaakt.

Resultaten

Om de projectcontext te beschrijven is informatie nodig over: (1) de doelstelling van het project, (2) het beschikbare budget, (3) de locatie waar de variant gebouwd moet worden, (4) de kenmerken van de bodem waarop de variant gebouwd moet worden, (5) de milieukundige aandachtspunten als geluidsbelasting en luchtvervuiling voor aanvang van het project, (6) de positie van de projectcontext ten opzichte van eerder gemaakte keuzes en/of andere projecten, en tot slot (7) de projectspecifieke randvoorwaarden die de variantenkeuze beïnvloeden. Voor het beschrijven van de technische oplossing is de volgende informatie van belang: (1) de impact van de variant op de doelstelling uit de projectcontext, (2) de kosten van de variant, (3) de uitvoerbaarheid van de variant, (4) het ruimtebeslag van de variant, (5) de impact van de variant op de omgeving, en tot slot (6) de bevindingen die omtrent de variant zijn gedaan, nadat de variant is geïmplementeerd. Het keuzeproces zou met de volgende informatie moeten worden beschreven: (1) de tijdens de variantenanalyse gebruikte beoordelingscriteria, (2) de belangen en de invloed van stakeholders, (3) de beargumentatie voor het eventueel afwijken van de doelmatige oplossingen, en tot slot (4) het draagvlak voor de gekozen variant ten opzichte van de afgevalen variant(en).

Betreffende de gewenste userinterface geeft de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek aan binnen een project niet aangespoord te worden om opgedane kennis te documenteren en zich vooral te richten op het binnen tijd en budget realiseren van het project. Hierdoor is er binnen projecten weinig gelegenheid om de variantenbibliotheek te gebruiken.

Analyse

De besproken informatie dient in de variantenbibliotheek te worden gedocumenteerd op het moment dat die informatie bijdraagt aan het inzicht in de uitgevoerde variantenanalyse. Het kan ook voorkomen dat niet alle benoemde informatie beschikbaar is bij een bepaalde case; dit hoeft geen probleem te zijn voor de toepassing van CBR, aangezien volgens CBR cases niet per se compleet hoeven te zijn. Het ontbreken van de verplichting om alle voorgeschreven informatie op te slaan kan ook een voordeel zijn voor de toepassing van de variantenbibliotheek; deze kan zo op verschillende abstractieniveaus gebruikt worden. Het gebruik van de variantenbibliotheek mag daarnaast niet tijdrovend zijn. De userinterface moet derhalve (1) navigeerbaar zijn, (2) referentiepunten bevatten, (3) faciliterend zijn, en (4) snelkoppelingen bevatten. Rijkswaterstaat zou tijd en kosten kunnen besparen tijdens de ontwikkelprocessen van varianten als de variantenbibliotheek de mogelijkheid biedt om de beschreven informatie op te slaan en het gebruik van de variantenbibliotheek weinig tijd in beslag neemt.

Discussie

Doordat het onderzoek voornamelijk gebaseerd is op semi-gestructureerde interviews en de literatuurstudie als reflectie is gebruikt, treedt interpretatie van de resultaten uit de interviews op, wat als nadeel van dit onderzoek gezien kan worden. Een opzichzelfstaande literatuurstudie zou hier een oplossing voor kunnen zijn. Bovendien kan er verder onderzoek worden uitgevoerd naar de bruikbare informatie die per abstractieniveau als nuttig wordt ervaren en eventueel aan projectfases kunnen worden gekoppeld. Op het moment dat de variantenbibliotheek in gebruik is kan het terugkoppelen van zowel de informatie als de userinterface waardevol zijn in de verdere ontwikkeling van de variantenbibliotheek. Verder zou Rijkswaterstaat zijn (project)medewerkers bewust moeten maken van de meerwaarde van het gebruik van de variantenbibliotheek. Die meerwaarde zal nog toenemen als de variantenbibliotheek goed onderhouden wordt en door de beoogde gebruikers gezien wordt als waardevol hulpmiddel. Tevens zou een met ervaringen gevulde variantenbibliotheek kunnen helpen standaarden voor varianten te ontwikkelen en verbeteren. Tot slot is het aan te bevelen dat Rijkswaterstaat bepaalde medewerkers verantwoordelijk maakt voor het vastleggen van die informatie en dat Rijkswaterstaat bekijkt welke koppelingen er gewenst zijn tussen de variantenbibliotheek en de al door Rijkswaterstaat gebruikte tools. Uiteindelijk hebben mensen en tools elkaar nodig!



Inhoudsopgave

Voorwoord.....	7
1. Introductie.....	8
1.1. Achtergrond informatie	8
1.2. Probleemomschrijving	12
1.3. Doelstelling	17
1.4. Vraagstelling	17
1.5. Leeswijzer.....	18
2. Theoretisch kader.....	20
2.1. Case-Based Reasoning (CBR)	20
2.2. Waarom Case-Based Reasoning?	25
2.3. Case-Based Reasoning met betrekking op de variantenbibliotheek	27
2.4. De rol van Case-Based Reasoning in het onderzoek.....	30
3. Methodologie	31
3.1. Protocollen achterhalen benodigde informatie.....	31
3.2. Protocollen achterhalen gewenste userinterface	34
4. Resultaten projectcontext.....	37
4.1. Benodigde informatie projectcontext	37
4.2. Deelconclusie	49
5. Resultaten technische oplossing	52
5.1. Benodigde informatie technische oplossing.....	52
5.2. Deelconclusie	62
6. Resultaten keuzeproces.....	65
6.1. Benodigde informatie keuzeproces	65
6.2. Deelconclusie	69
7. Reflecterende literatuurstudie	71
7.1. Projectcontext	71
7.2. Technische oplossing	74
7.3. Keuzeproces.....	77
7.4. Samenvattend	79



8. Userinterface	82
8.1. Wensen format	82
8.2. Format variantenbibliotheek	89
8.3. Deelconclusie	96
9. Conclusie.....	99
10. Discussie en aanbevelingen.....	104
Bronnenlijst.....	111
Bijlagen	118
B.1. Organisatiestructuur Rijkswaterstaat	118
B.2. Organogram Grote Projecten en Onderhoud van Rijkswaterstaat	119
B.3. De voorkeursbeslissing en voorkeursvarianten.....	120
B.4. Protocollen.....	122
B.5. Resultaten Hoofdstuk 4	135
B.6. Resultaten Hoofdstuk 5	136
B.7. Resultaten Hoofdstuk 6	137
B.8. Resultaten Hoofdstuk 8	138
B.9. Principes van Duurzaam Veilig.....	139
B.10. Golden Rules	140
B.11: Screenshots userinterface variantenbibliotheek	143

Voorwoord

Dit afstudeerverslag is het resultaat van het onderzoek dat ik bij Rijkswaterstaat heb uitgevoerd. Het afronden van dit onderzoek betekent het einde van mijn masterstudie Construction Management and Engineering aan de Universiteit Twente.

Hoewel het afstudeerproces een vooral individuele activiteit is, wil ik nog wel verschillende mensen bedanken voor hun tijd en inzet.

Allereerst mijn begeleiders vanuit de Universiteit Twente, Robin de Graaf en Marc van Buiten. Het afstudeerproces heb ik niet altijd even gemakkelijk gevonden, maar jullie feedback bracht dan weer richting in het onderzoek en het verslag, zodat ik toch een rapport heb opgeleverd waarmee ik tevreden ben.

Daarnaast wil ik ook mijn begeleiders vanuit Rijkswaterstaat bedanken. Willem van de Wetering en Bert van Wersch wil ik bedanken voor de inhoudelijke begeleiding en Martijn Heemink voor de hulp bij de organisatorische zaken omtrent mijn stage.

Bij dit onderzoek heb ik verschillende interviews en evaluaties afgenomen. Ik ben mijn respondenten dan ook dankbaar voor de tijd die zij genomen hebben mij te woord te staan.

Tot slot wil ik Andries Penning bedanken voor de geboden hulp bij het opzetten van een format van de variantenbibliotheek in Relatics.

Veel leesplezier!

Thomas Leeuw

1. Introductie

Tegenwoordig worden civieltechnische en infrastructurele projecten steeds complexer. Behalve dat de gebruikte bouwtechnieken zich steeds verder doorontwikkelen, worden er door steeds meer stakeholders eisen aan projecten gesteld (Doloi, Iyer, & Sawhney, 2010). Rijkswaterstaat, als uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, moet die complexe processen rondom een project in goede banen leiden, zodat een goed projectresultaat kan worden behaald. Hoe meer projectdoelen worden behaald en aan verwachtingen wordt voldaan, des te beter is het projectresultaat (Chan, Scott, & Lam, 2002).

Om een zo goed mogelijk projectresultaat te bereiken moeten ontwerpkeuzes worden gemaakt. De variantenkeuze is één van die ontwerpkeuzes. Wanneer er voor een variant gekozen wordt, betekent dit dat van andere varianten een minder hoogstaand of effectief eindresultaat wordt verwacht en deze dus afvallen. In de ontwikkeling van de afgefallen varianten is moeite en tijd geïnvesteerd. Deze afgefallen varianten kunnen, net als de gekozen variant, informatie bevatten die voor toekomstige projecten bruikbaar is. Deze informatie is nog niet altijd zodanig opgeslagen en centraal beheerd dat het gemakkelijk is terug te vinden.

Omwillen van het behouden van die informatie – ook van afgefallen varianten – wil Rijkswaterstaat een variantenbibliotheek ontwikkelen die projectmedewerkers instaat stelt informatie op te kunnen slaan en te hergebruiken in nieuwe projecten. In dit onderzoek wordt met behulp van Case-Based Reasoning bepaald welke informatie die variantenbibliotheek moet bevatten en in welke vorm die informatie moet worden opgeslagen.

1.1. Achtergrond informatie

Om de context van dit onderzoek te schetsen volgt eerst informatie over Rijkswaterstaat, de opdrachtgever voor dit onderzoek. Daarna wordt het afwegen van alternatieven en varianten belicht.

1.1.1. Rijkswaterstaat

Dit onderzoek wordt binnen Rijkswaterstaat uitgevoerd op de afdeling Werkwijze, Kwaliteit en Informatievoorziening (WKI), onderdeel van Grote Projecten en Onderhoud (GPO) te Utrecht. Rijkswaterstaat beheert en ontwikkelt rijkswegen, -vaarwegen en -wateren. Daarnaast zet Rijkswaterstaat zich in voor een duurzame leefomgeving. Met het uitvoeren van deze kerntaken wil Rijkswaterstaat voldoen aan zijn doelstelling: werken aan een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland. De organisatiestructuur van Rijkswaterstaat is opgenomen in Bijlage B.1.

De rol van Rijkswaterstaat

De rol van Rijkswaterstaat is de laatste jaren sterk veranderd.

De belangrijkste reden voor die verandering is dat de overheid de markt in toenemende mate is gaan betrekken bij de ontwikkeling van infrastructurele projecten en het beheer van de infrastructuur. Als overheidsorganisatie is de taak van Rijkswaterstaat hierdoor beperkt tot planuitwerking, conditionering en afspraken maken met de omgeving.

Voorheen bedacht en ontwierp Rijkswaterstaat zelf de oplossingen en werd de markt gevraagd om de door Rijkswaterstaat voorgeschreven oplossingen te realiseren. Nu ligt de ontwerpstaak grotendeels bij de markt. Rijkswaterstaat heeft hierdoor ook de rol van controleur van het door externen uit te voeren werk.

Door deze verschuiving gaat de technisch inhoudelijke kennis die Rijkswaterstaat bezit langzaam verloren. Deze kennis heeft onder andere betrekking op het afwegingsproces van alternatieven en varianten. Rijkswaterstaat zal met de markt moeten kunnen blijven communiceren om ook ontwerpkeuzes van de aannemer te beoordelen.

GPO

Binnen de organisatie van Rijkswaterstaat heeft GPO een centrale rol.

GPO zorgt ervoor dat de (water-)wegen beschikbaar zijn en blijven. GPO doet dit door grote aanleg- en onderhoudsprojecten te realiseren. Als onderdeel van de RWS-keten werkt GPO samen met anderen. Deze samenwerking uit zich in het samen realiseren van (1) productie, (2) verbeteren van het werkproces en (3) benodigde kennisontwikkeling. Hiervoor hanteert GPO het in Bijlage B.2 weergegeven organogram.

Medewerkers bij GPO realiseren op voortvarende wijze projecten die bijdragen aan de gewenste netwerkprestaties. Scope, budget en tijd worden bij die realisatie als gestelde kaders gehanteerd. Het leveren van klantwaarde en het verminderen en/of wegnemen van verspillingen staat hierbij centraal. Medewerkers van GPO zijn gefocust op het verhogen van kwaliteit en het reduceren van kosten. Dit hele proces vindt plaats in samenwerking met de gehele Rijkswaterstaatorganisatie, de ketenpartners buiten en collega wegbeheerders.

GPO streeft naar één gezicht naar de markt. Door regie te voeren op de contacten en communicatie met de markt leert de markt Rijkswaterstaat kennen en Rijkswaterstaat de markt, zodat op het niveau van de operationele samenwerking de markt optimaal wordt ingezet. De communicatie naar de markt toe is essentieel nu Rijkswaterstaat steeds meer taken aan de markt over laat. Er worden geïntegreerde contracten gebruikt om afspraken tussen Rijkswaterstaat en de markt vast te leggen. Onderdeel van die contracten kunnen zijn dat de markt verantwoordelijk is voor het ontwerpen en het onderhouden van objecten.

1.1.2. Het afwegen van alternatieven en varianten

Een project begint bij de constatering van een (on)wenselijkheid. Dat betekent voor Rijkswaterstaat bijvoorbeeld dat een knelpunt in het wegennet dient te worden verholpen.

Als het probleem helder is geformuleerd en belanghebbenden hun wensen kenbaar hebben gemaakt, volgt het verkennen en ontwikkelen van diverse mogelijkheden of opties. Deze opties worden getoetst op diverse aspecten, waaronder haalbaarheid. De opties die haalbaar zijn worden verder ontwikkeld in alternatieven (Rijkswaterstaat, 2008). Uit deze alternatieven wordt uiteindelijk een voorkeursalternatief gekozen en dit alternatief wordt verder ontwikkeld.

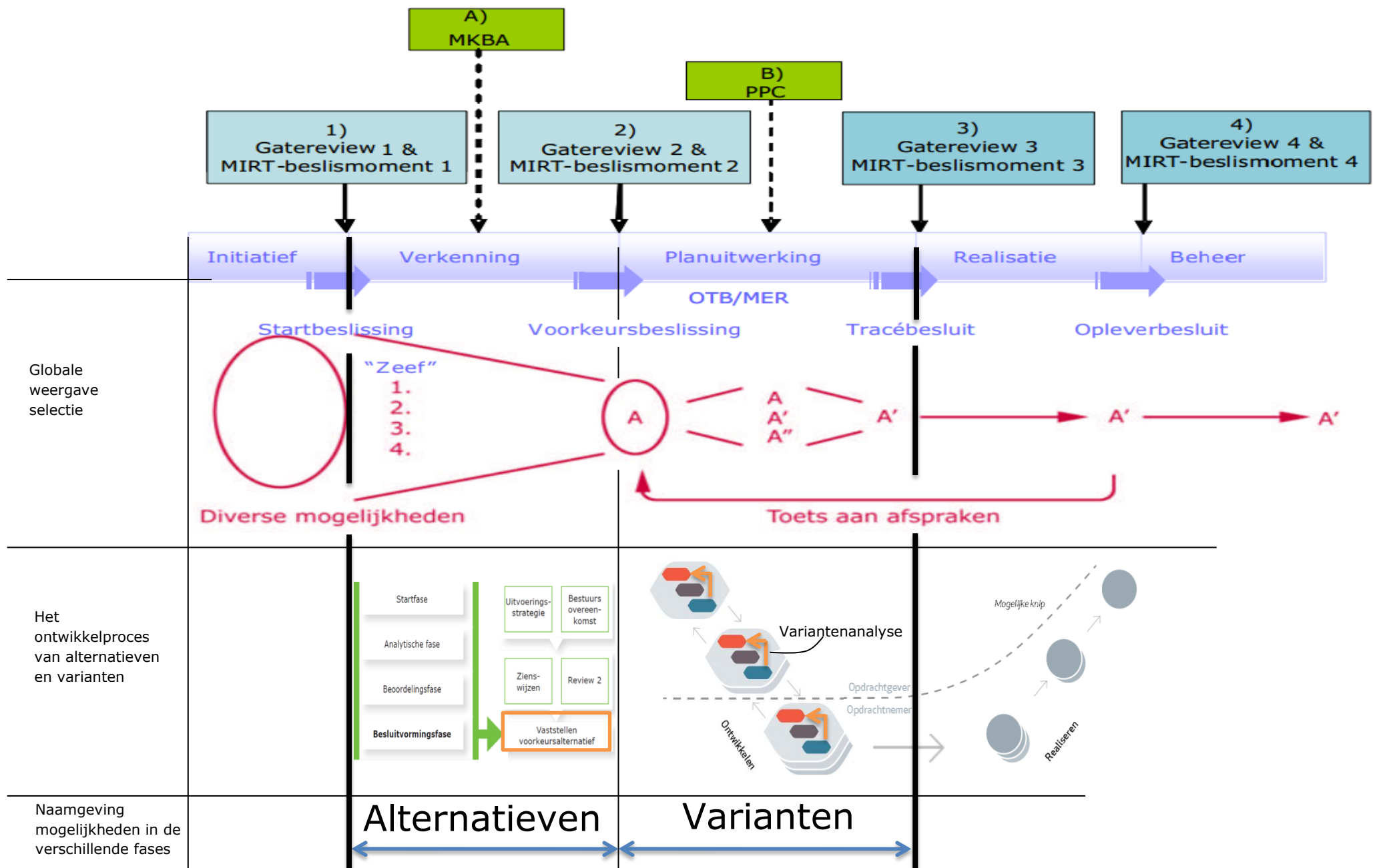
Binnen de ontwikkeling van het voorkeursalternatief moeten opnieuw verschillende afwegingen worden gemaakt. Er worden verschillende varianten afgewogen, die onderdeel kunnen worden van het gekozen alternatief. In Figuur 1 is het gehele proces weergegeven dat in Bijlage B.3 wordt beschreven.

Alternatieven verschillen wezenlijk van elkaar, zoals een tunnel ten opzichte van een brug.

Varianten zijn verschillende ontwerpopties binnen een gekozen alternatief.

Dit onderzoek heeft betrekking op het deel tussen de brede zwarte lijnen uit Figuur 1, oftewel op de verkennings- en planuitwerkingsfase. Het onderzoek heeft daardoor met zowel alternatieven als varianten te maken. Om de leesbaarheid te verbeteren en vanwege het feit dat alternatieven en varianten in dit onderzoek op dezelfde manier worden behandeld, zullen alternatieven en varianten allebei “varianten” genoemd worden, tenzij anders vermeld.

Alternatieven en varianten worden in dit onderzoek “varianten” genoemd.



Figuur 1: Samengestelde figuur van moment van vaststellen voorkeursalternatief en selectie voorkeursvariant in het projectproces (Werkgroep Leidraad Systems Engineering, 2013; Vries et al. 2014; Stoop et al. 2010).

Scope van onderzoek

1.2. Probleemomschrijving

Om niet elke keer hetzelfde werk en onderzoek te doen streeft Rijkswaterstaat ernaar om projecten en processen waar mogelijk te standaardiseren.

Standaardisatie heeft als voordeel dat ervaringen kunnen worden hergebruikt en dat daarvan kan worden geleerd; waargenomen onregelmatigheden zullen daarbij worden onderzocht (David & Rothwell, 1994). Rijkswaterstaat wil standaardisatie toepassen op de ontwikkeling van varianten. Bij een goede informatievoorziening over gekozen en verworpen varianten kan sneller worden besloten welke variant passend is in soortgelijke projecten. Het voordeel daarbij is dat er niet onnodig veel varianten worden ontwikkeld die uiteindelijk onhaalbaar blijken te zijn om te dienen als oplossing voor een bepaald probleem. Het standaardiseren van varianten mag de invulling van de klantbehoefte echter niet negatief beïnvloeden.

Door standaardisatie toe te passen bij het vormen van varianten kan wellicht tijd en geld worden bespaard.

Door standaardisatie toe te passen bij het vormen van varianten kan wellicht tijd en geld worden bespaard.

1.2.1. Aanleiding probleem

Om de keuze voor varianten te onderbouwen is projectinformatie essentieel. Deze projectinformatie is niet altijd adequaat en eenduidig gedocumenteerd; de projectmedewerkers kiezen voor henzelf werkbare en bekende tools of computerprogramma's. Hierdoor is de informatie gefragmenteerd. Zo kan de beslisser òf belangrijke informatie mislopen òf per project verschillende informatie verkrijgen, naargelang de interpretatie van de projectmedewerker.

Allereerst leidt dit tot een situatie waarin het beslissingsproces van de variantenkeuze niet altijd transparant is; argumenten voor bepaalde keuzes zijn niet terug te vinden. Bovendien wordt opgedane kennis nog niet consistent gedocumenteerd, zodat die kennis niet of slechts ten dele herbruikbaar is in nieuwe projecten.

Voor Rijkswaterstaat is het van belang dat de beschikbare informatie op een eenduidige manier wordt gestructureerd en opgeslagen. De beslisser kan dan met de benodigde informatie een weloverwogen keuze maken tussen meerdere varianten. Bovendien is de genomen beslissing dan herleidbaar voor anderen. Op die manier kan verantwoording worden afgelegd voor gemaakte ontwerpkeuzes.

Variantenbibliotheek

Rijkswaterstaat wil optimalisering van de variantenanalyse bereiken door een tool te ontwikkelen die projectmedewerkers in staat stelt om op een uniforme manier projectinformatie te documenteren en op te vragen, zodat verschillende varianten eenvoudiger vergeleken kunnen worden en er sneller een keuze kan worden gemaakt. Deze beslissingsondersteunende tool wordt de

variantenbibliotheek genoemd. Per variant moet dezelfde soort informatie beschikbaar zijn en opgeslagen worden in de variantenbibliotheek. Het gebruik van de variantenbibliotheek moet voorkomen dat de tijd en moeite die gepaard gaan met het ontwikkelen van een al dan niet gekozen variant, verloren gaat. Het zou kunnen voorkomen dat een afgefallen variant in een andere situatie wel gewenst is.

Hieronder volgt een beschrijving van zowel de huidige als de voor Rijkswaterstaat gewenste situatie.

1.2.2. Huidige situatie

Momenteel gebruikt Rijkswaterstaat objecttypen uit de OTL (Object Type Library) als input voor het ontwikkelen van systemen volgens de principes van Systems Engineering. Deze systemen worden vervolgens vastgelegd in Grip 3.0.

OTL

De OTL is een bibliotheek waarin objecttypen met bijbehorende kenmerken staan opgeslagen.

Een objecttype is een generieke beschrijving van een groep objecten die in hoofdlijnen dezelfde functie vervullen. Onder het objecttype vaste brug (zie rode blokjes in Figuur 2) vallen bijvoorbeeld de subtypen: vakwerkbrug (blokje A in Figuur 2), boogbrug (blokje E), tuibrug (blokje I), hangbrug (blokje M) en duikerbrug (blokje Q).

Tijdens de systeemontwikkeling worden de objecttypen uit de OTL gekoppeld aan functionele eisen en systeemeisen waaraan de variant moet voldoen. De ontwikkelde variant wordt vervolgens opgeslagen in Grip 3.0, zie Figuur 2.

Grip 3.0

Grip 3.0 is een projectspecifieke omgeving die alle projectprocessen ondersteunt met uitzondering van de financiële verantwoording en planning. Met behulp van Grip 3.0 zou een project gedurende de gehele lifecycle van het project (en daarna) moeten beschikken over de juiste informatie.

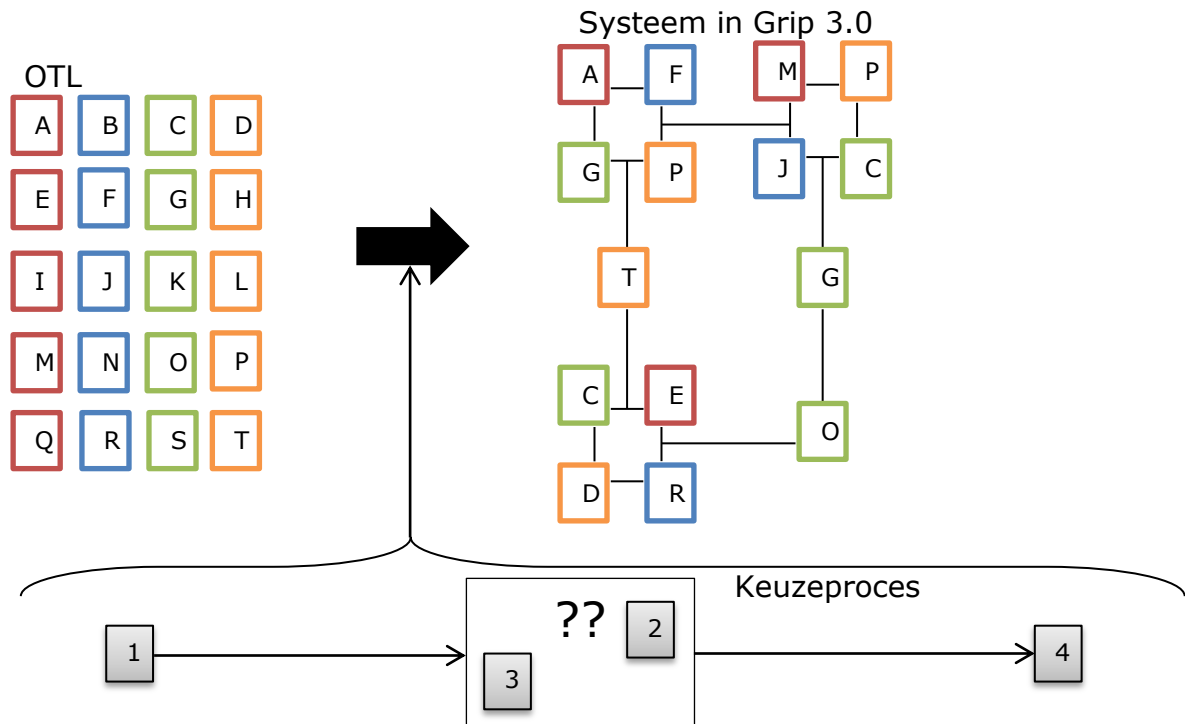
Grip 3.0 wordt ook gebruikt om de informatie uit de OTL te verwerken. In Grip 3.0 vormen de objecten uit de OTL uiteindelijk varianten die al dan niet worden gekozen. In Figuur 2 is de combinatie 'A-F-P-G' een variant. Echter, ook het gehele systeem uit Figuur 2 kan een variant zijn in een groter geheel.

Grip 3.0 is een projectspecifieke omgeving en dus geen centrale plaats om generieke variantgegevens in op te slaan. Een in Grip 3.0 ontwikkelde variant wordt na afloop van een project niet hergebruikt, terwijl een ander project hier zijn voordeel mee zou kunnen doen.

Keuzeproces

De varianten worden getoetst aan de hand van criteria die worden geformuleerd op basis van de doelstellingen die Rijkswaterstaat opstelt. Voor het afwegen van varianten wordt een trade-off matrix gebruikt.

Het ontwikkelen van systemen zou stap voor stap moeten plaatsvinden. Toch worden er keuzes gemaakt die of niet te herleiden zijn of te snel worden gemaakt. Oftewel, de volgorde van de keuzes klopt niet altijd, zie onderaan Figuur 2.



Figuur 2: Ontwikkeld systeem uit OTL-bouwstenen

De argumenten die tijdens die afweging voor en tegen bepaalde varianten zijn gebruikt, zijn echter niet altijd opgeslagen in Grip 3.0. Wanneer die argumenten sporadisch wel in Grip 3.0 waren gedocumenteerd is de bijbehorende informatie veelal onvolledig. Tevens komt het voor dat keuzes gemaakt worden zonder dat eerder gemaakte keuzes als basis voor die desbetreffende keuze gebruikt worden; keuzes volgen elkaar dus niet goed op.

Variantgegevens zijn ongestructureerd opgeslagen en daardoor beperkt toegankelijk. Dit maakt het keuzeproces intransparant; beredeneringen kunnen niet altijd worden teruggevonden.

Variantgegevens zijn ongestructureerd gedocumenteerd en de argumentaties voor variantenkeuzes worden moeilijk teruggevonden.

1.2.3. Gewenste situatie

Het nemen van goede beslissingen houdt in dat er wordt gekozen voor een variant die het best voldoet aan de gestelde eisen en andere geformuleerde criteria (Rijkswaterstaat, 2008). Om goede en herleidbare beslissingen omtrent

varianten te nemen en te documenteren is Rijkswaterstaat bezig met het ontwikkelen van een nieuwe tool, een variantenbibliotheek.

OTL en variantenbibliotheek

De variantenbibliotheek wordt een toevoeging aan de OTL, die zijn huidige functie behoudt. Een variantenbibliotheek wordt een tool waarin varianten met zijn kenmerken staan opgeslagen. Dit moet helpen bij het kiezen tussen verschillende varianten zonder onnodig veel varianten te ontwikkelen.

De variantenbibliotheek is een centrale plek waarin uniforme variantinformatie en informatie omtrent het keuzeproces moet worden gedocumenteerd, zodat die informatie toegankelijk is en hergebruikt kan worden in toekomstige projecten die Rijkswaterstaat laat uitvoeren. Die centrale plek moet het delen van opgedane projectervaringen faciliteren. Met uniforme informatie kunnen varianten eenvoudig worden vergeleken.

Varianten zijn mogelijkheden binnen één objecttype, bijvoorbeeld een boogbrug binnen het objecttype vaste brug. Daarnaast zijn varianten combinaties van objecten, bijvoorbeeld boogbrug-vierbaansweg. Door de toepassing van bestaande varianten wordt het aantal te onderzoeken raakvlakken verminderd. Figuur 3 bevat immers minder zwarte lijnen, raakvlakken tussen varianten, dan Figuur 2; de raakvlakken zijn al in de eerder gevormde varianten opgenomen. De oplossingen voor het beheersen van die raakvlakken worden dan standaard opgenomen in de nieuw gevormde varianten, in dit geval bijvoorbeeld "A-F-P-G". Minder behoefte om nieuwe (onnodige) varianten te ontwikkelen en door het zoeken naar oplossingen voor raakvlakken te verminderen, zouden tijd en geld bespaard moeten worden ten opzichte van de huidige situatie.

Naast het opslaan van varianten, blijft de functie van OTL behouden. De OTL blijft belangrijk indien er geen mogelijkheid is tot het kiezen van een bestaande variant of wanneer een bestaande variant moet worden aangevuld met een extra object. Losse objecten kunnen nog steeds worden gebruikt. Op die manier blijft het mogelijk om een complex en specifiek systeem te ontwikkelen die de klantbehoefte vervult.

Het doel van de ontwikkeling van de variantenbibliotheek is om minder tot in detail uitgewerkte, en afgevalen, varianten nodig te hebben om tot een volledig ontwikkeld systeem te komen dat moet worden gerealiseerd.

Grip 4.0

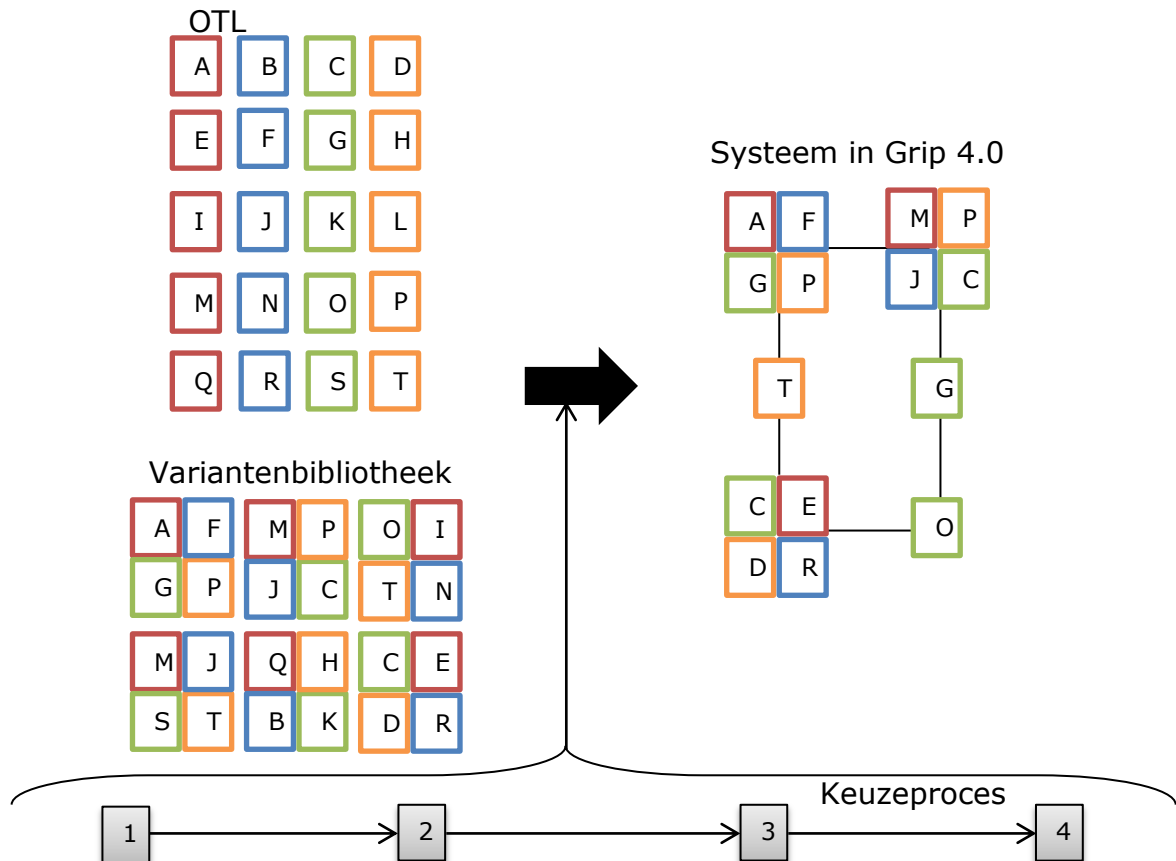
Op dit moment ziet Rijkswaterstaat in Grip 4.0 de juiste plek om de informatie uit de variantenbibliotheek te gebruiken.

Net als Grip 3.0 is Grip 4.0 een projectspecifieke omgeving. Grip 4.0 is een vervolgversie van Grip 3.0 dat complete varianten uit de variantenbibliotheek moet kunnen verwerken. Naast de varianten, moeten ook de argumenten voor de keuzes voor bepaalde varianten kunnen worden opgeslagen en opgeroepen vanuit Grip 4.0.

Grip 4.0 is momenteel nog in ontwikkeling en daardoor nog niet toegankelijk.

Keuzeproces

Het opslaan van variantkenmerken en de argumenten voor bijbehorende keuzes in de variantenbibliotheek moet ertoe leiden dat variantkeuzes herbruikbaar zijn.



Figuur 3: Ontwikkeld systeem uit zowel OTL-bouwstenen als varianten

Behalve het documenteren van de keuzes en argumenten voor de gekozen varianten, moeten de keuzes en argumenten tegen de afgefallen varianten ook worden gedocumenteerd. De informatie waarom er niet voor een bepaalde variant is gekozen kan voor een volgend project net zo bruikbaar zijn als de informatie waarom er wél voor een variant is gekozen. Een afgefallen variant kan immers in een nieuwe situatie wél een goede oplossing zijn.

Grip 4.0 zou gebruikers moeten ontmoedigen om naar eigen goeddunken projectinformatie in Word of Excel op te slaan en moeten aansporen de projectinformatie consistent op te slaan op een centrale plaats, zodat die informatie centraal en gestructureerd kan worden gedeeld. Zo kan stap voor stap worden achterhaald hoe keuzes elkaar beïnvloeden en tot stand komen. Zie Figuur 3, waarin vier keuzes elkaar in de juiste volgorde opvolgen; later in het proces gemaakte keuzes moeten niet tegenstrijdig zijn aan eerder gemaakte keuzes in datzelfde proces.

Het keuzeproces moet herleidbaar en transparant zijn.

1.3. Doelstelling

Aangezien de huidige situatie niet overeenkomt met de gewenste situatie kan hier worden gesproken van een probleem (Visser, 2014). Om dit probleem op te lossen wordt in deze sectie een doelstelling geformuleerd.

De doelstelling van een onderzoek kan opgesplitst worden in een extern en een intern doel. Het externe doel van het onderzoek kan worden uitgelegd als: het doel van het onderzoek. De uitleg van het interne doel luidt als volgt: het doel in het onderzoek. (Verschuren & Doorewaard, 2007)

Externe doel

Het doel van dit onderzoek is een bijdrage te leveren aan het vastleggen van informatie omtrent de ontwikkelprocessen van varianten, waardoor voor Rijkswaterstaat tijd en kosten kunnen worden bespaard.

Interne doel

Het doel in het onderzoek is het geven van advies aan Rijkswaterstaat over hoe benodigde inhoudelijke en procesmatige informatie met betrekking tot de variantenanalyse gedeeld kan worden via de variantenbibliotheek.

1.4. Vraagstelling

Voor de ontwikkeling van een variantenbibliotheek is het van belang om te weten welke informatie wordt gebruikt voor het afwegen van verschillende varianten.

Belangrijk is welke informatie de gebruiker zinvol acht en denkt te gaan gebruiken tijdens de variantenanalyse. De beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek is werkzaam voor projecten en bezit informatie en/of heeft informatie nodig omtrent variantenkeuzes. De focus ligt hierbij op zowel de inhoudelijke als procesmatige informatie. Onder inhoudelijke informatie wordt de projectcontext en technische oplossingen (varianten) verstaan. Onder procesmatige informatie valt de informatie over het keuzeprocess.

De beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek is werkzaam voor projecten en bezit informatie en/of heeft informatie nodig omtrent variantenkeuzes.

Tevens kan met behulp van de gewenste informatie en de kennis over de vorm waarin de variantenbibliotheek van meerwaarde is, een userinterface worden gemaakt.

Uiteindelijk moet de beantwoording van de hoofdvraag leiden tot het behalen van het interne doel van het onderzoek.

Onderzoeksvragen:

Hoofdvraag:

Hoe kunnen de inhoudelijke en procesmatige informatie omtrent variantenanalyses via de variantenbibliotheek gedeeld worden?

1. Welke inhoudelijke (projectcontext en technische oplossing) en procesmatige (keuzeproces) informatie moet uit de variantenbibliotheek kunnen worden gehaald?
 - 1.1. Welke inhoudelijke informatie omtrent de projectcontext moet kunnen worden opgeroepen uit de variantenbibliotheek?
 - 1.2. Welke inhoudelijke informatie omtrent mogelijke technische oplossingen voor een probleem moet kunnen worden opgeroepen uit de variantenbibliotheek?
 - 1.3. Welke procesmatige informatie omtrent het keuzeproces van varianten moet kunnen worden opgeroepen uit de variantenbibliotheek?
2. Hoe kan de userinterface van de variantenbibliotheek worden vormgegeven, zodat de gewenste in- en output geleverd en opgeroepen kan worden?
 - 2.1. Welke eigenschappen moet de userinterface van de variantenbibliotheek bezitten, zodat het de beoogde gebruikers helpt bij het delen van de gewenste informatie?
 - 2.2. Hoe kunnen die eigenschappen worden vertaald naar een goed werkende userinterface?

1.5. Leeswijzer

Nu de achtergrond van dit onderzoek, evenals de doel- en vraagstelling, bekend zijn, zal door middel van deze leeswijzer duidelijk worden hoe dit verslag verder is opgebouwd.

In Hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader besproken dat in dit onderzoek wordt gebruikt. Het theoretisch kader is gebaseerd op de theorie van Case-Based Reasoning. Deze theorie wordt gebruikt voor zowel het opzetten van de variantenbibliotheek als het vormgeven van het onderzoek.

Vervolgens wordt in Hoofdstuk 3 ingegaan op de methodologie van dit onderzoek. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd uit welke stappen dit onderzoek bestaat om de doelstelling van dit onderzoek te behalen.



In de Hoofdstukken 4, 5 en 6 worden daarna de resultaten besproken met betrekking tot de informatie die de variantenbibliotheek moet bevatten. In Hoofdstuk 4 wordt de informatie met betrekking tot de projectcontext besproken, Hoofdstuk 5 behandelt de informatie over de technische oplossing en Hoofdstuk 6 over het keuzeproces. Uiteindelijk wordt de achterhaalde informatie uit de hoofdstukken 4 t/m 6 gereflecteerd aan de literatuur in Hoofdstuk 7. De hoofdstukken 4 t/m 7 hebben betrekking op Deelvraag 1.

In Hoofdstuk 8 worden de wensen omtrent de userinterface besproken en vertaald naar een format van de variantenbibliotheek. Dit hoofdstuk heeft betrekking op Deelvraag 2.

Het rapport wordt afgesloten met conclusies, een discussie en aanbevelingen.

2. Theoretisch kader

Binnen dit onderzoek staat de nog te ontwikkelen variantenbibliotheek centraal. Om goed te functioneren heeft de variantenbibliotheek een bepaalde input nodig die de gebruiker in staat stelt de voor hem benodigde informatie te verkrijgen. De informatie-input voor de variantenbibliotheek komt uit kennis die is opgedaan uit uitgevoerde projecten.

Om deze informatie op te slaan en her te gebruiken wordt er een knowledge-based system geïntroduceerd die mensen in staat stelt informatie te kunnen delen. Er zijn verschillende knowledge-based systemen, zoals: Rule-Based Reasoning (RBR), Case-Based Reasoning (CBR) en Model-Based Reasoning (MBR) (Li, 1999). Voor dit onderzoek wordt CBR gebruikt.

2.1. Case-Based Reasoning (CBR)

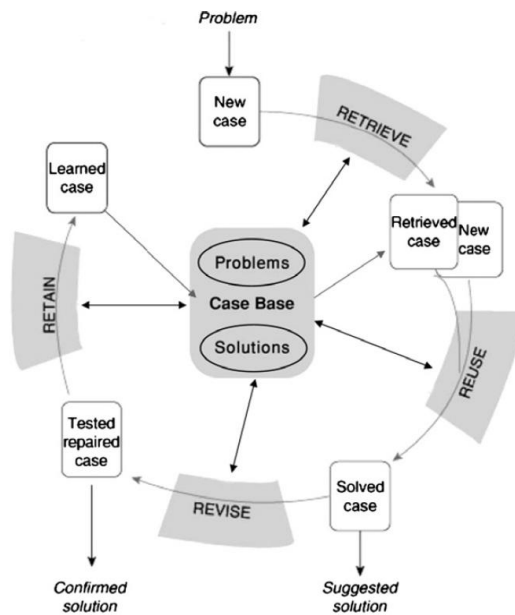
Case-Based Reasoning (CBR) is een theorie die ervan uitgaat dat gelijke problemen gelijke oplossingen hebben (Kolodner, 1993). Een nieuw probleem zal worden opgelost door het vinden van eenzelfde soort probleem uit het verleden en het gebruiken van de daarbij behorende oplossing (Watson I. , 1997). Case-Based Reasoning (CBR) gebruikt daarvoor specifieke kennis van voorgaande probleemsituaties en is onder andere toegepast op de planning van bouwprojecten (Dzeng & Lee, 2004) en Value Engineering (Goh & Chua, 2009). Hoofdzakelijk ligt het toepassingsgebied van Case-Based Reasoning (CBR) echter in de medische wereld (Chen & Chiu, 2015).

Case-Based Reasoning wordt in het vervolg van het onderzoek aangeduid met CBR.

De stappen van het CBR-proces

Aamodt et al. (1994) heeft het R4 model, zie Figuur 4, ontwikkeld dat het proces van CBR beschrijft. Dit proces kent vier stappen en begint bij de constatering van een probleem en eindigt bij het opslaan van de oplossing van dat probleem in een case base. Oplossingen van eerder opgetreden probleemsituaties kunnen dan worden hergebruikt. Onder een case wordt verstaan een in zijn context geplaatste kennis die een ervaring beschrijft (Watson I. , 1997).

Een ervaring is altijd gerelateerd tot een specifieke context. Er zijn twee contexten te onderscheiden: (1) root context, waarin de ervaring is opgedaan, en (2) application context, waar de ervaring kan worden toegepast. Beide contexten zijn belangrijk: zonder de root context, kan de application context niet worden afgeleid en zonder de application context kan niet worden achterhaald wanneer het gebruik van een ervaring voordelig kan zijn (Tautz, Althoff, & Nick, 2000).



Figuur 4: R4-model voor CBR-systemen (Aamodt & Plaza, 1994)

De vier stappen van het R4-model zijn:

1. Terugvinden van cases (retrieve):

Het CBR-proces begint met de beschrijving van een nieuw probleem (target case). Idealiter wordt er via een source case een oplossing voor dat probleem vanuit de case base gevonden (Armaghan & Renaud, 2012). Gelijksortige problemen uit de case-base worden opgezocht en de bijbehorende oplossing wordt meegenomen in het vervolg van dit proces.

Om dit proces goed te doorlopen moet de gebruiker eerst zijn probleem goed voor ogen hebben zodat hij de case base een goede zoekopdracht mee kan geven. Wanneer die zoekopdracht gegeven is zal de case base gaan zoeken naar een vergelijkbare case. Vervolgens kan de gebruiker met behulp van de gevonden resultaten de case selecteren waarin hij geïnteresseerd is. Via de case base kan dan de oplossing worden aangeboden aan de gebruiker.

Bij het vinden van een bruikbare case is er sprake van een (gedeeltelijke) overlapping van het huidige probleem en het probleem in de case. Op het moment dat de case een oplossing biedt voor het huidige probleem kan die oplossing worden hergebruikt. Voldoet de gevonden oplossing gedeeltelijk, dan zal die oplossing ook gedeeltelijk worden gebruikt en waar nodig worden aangepast.

2. Hergebruiken van cases (reuse):

Wanneer de gevonden oplossing uit de case voldoet aan de verwachting (het oplossen van het probleem) wordt die oplossing hergebruikt. Hier stopt het zoeken naar nieuwe cases. Wanneer de case niet voldoet, moet de oplossing uit

de gevonden case worden herzien en aangepast tot een nieuwe case, òf er wordt een compleet nieuwe case ontwikkeld.

3. Herzien van cases (revise):

De punten waarop de voorgestelde oplossing niet voldoet worden geanalyseerd. Verschillende acties worden overwogen en uitgevoerd om een geschikte oplossing te vinden voor het probleem. Meestal voldoet de gevonden oplossing niet direct en zal de oplossing moeten worden aangepast (Roldan Reyes, Negny, Cortes Robles, & Le Lann, 2015). Hiervoor zijn hoofdzakelijk twee oplossingen voor: een structurele methode en een afgeleide methode (Dutta & Bonissone, 1993). De structurele methode zegt dat de oplossing direct aangepast wordt waarmee verder wordt gewerkt. Bij de afgeleide methode wordt het CBR-proces nogmaals doorlopen met een aanpassing van de zoekopdracht.

4. Behouden van cases (retain):

Wanneer een geschikte oplossing is gevonden, kan deze oplossing worden opgeslagen in de case base als een nieuwe case. Het opslaan en het daarmee aanbieden van een case aan de case base kan op verschillende manieren gebeuren. Een case kan worden opgeslagen volgens vaste richtlijnen waarbij alle benodigde informatie wordt opgeslagen, maar kan ook worden opgeslagen met een gedeelte van die benodigde informatie. Een case kan dus compleet, maar ook incompleet zijn. Een incomplete case kan later worden aangevuld wanneer meer informatie over die case beschikbaar is (Dutta et al. 1993). Een case die wordt opgeslagen kan voortkomen uit een geheel nieuwe case, maar ook vanuit een aangepaste case.

De voorwaarden voor het toepassen van CBR

Om CBR toe te passen moet er aan verschillende voorwaarden worden voldaan. Niet alle situaties zijn geschikt voor het gebruik van CBR.

Niet alle problemen kunnen gelijk in de case base worden opgenomen. Om de case base bruikbaar te houden voor het doel waarvoor hij is geïntroduceerd, moeten richtlijnen worden opgesteld waaraan cases moeten voldoen om opgeslagen te worden. Aan de andere kant mogen die richtlijnen niet zo strict zijn dat bruikbare case niet gedocumenteerd kunnen worden, waardoor het vullen van de case base (onnodig) wordt beperkt.

CBR is, zoals eerder gezegd, ook toepasbaar wanneer de informatie over een case incompleet is. Een case base heeft als doel om de gebruiker van de informatie over oplossingen uit het verleden te voorzien. Ook wanneer de gevonden oplossingen niet optimaal of correct zijn ten aanzien van het huidige probleem kan de case base op een eenvoudige manier informatie geven over een ervaring uit het verleden (Kolodner, 1991).

Toch moet een case op zijn minst bestaan uit een probleem en een oplossing, voordat ze in de case base kunnen worden opgeslagen (Li, 1999). Verder moet

voorkomen worden dat de case base onoverzichtelijk wordt; voor het terugvinden van cases is een goed gestructureerde case base van belang. Tevens moet het toevoegen van indices aan cases het vinden van cases vergemakkelijken (Watson L. , 2003). Deze indices moeten de volgende eigenschappen hebben:

1. Voorspelbaar. Die indices moet verwijzen naar het doel waarvoor de case wordt gebruikt;
2. Abstract genoeg zijn om in de toekomst voor een breed scala aan problemen te gebruiken;
3. Concreet genoeg zijn om de case in de toekomst te herkennen.

Toepassingsgebied van CBR

CBR gaat uit van contextuele beredeneringen (Roldan Reyes et al. 2015). Contextueel beredeneren betekent dat problemen in de vorm van een beschrijving moeten worden gedocumenteerd in cases.

CBR wordt, zoals eerder vermeld, voornamelijk gebruikt in de medische wereld, waarin zich veel gelijksoortige cases voordoen in de vorm van ziektes (problemen) en medicijnen (oplossingen) (Pandey & Mishra, 2009). Het leereffect is hierdoor groter dan in bij een discipline waarin zich minder cases voordoen. De mogelijkheid om veel cases te analyseren is een voordeel bij het vaststellen van goed werkende oplossingen voor veelvoorkomende problemen. CBR wordt ook gebruikt om systemen te ontwikkelen die zijn toegepast in uiteenlopende disciplines, zoals produceren, ontwerpen, maken van wetten, planning en kennisverwerving (Kolodner, 1993).

CBR is toepasbaar op disciplines die op basis van context ervaringen kunnen delen.

De voor- en nadelen van CBR

Het delen van informatie dat is gebaseerd op kennis en ervaring over een bepaalde situatie heeft zowel voor- als nadelen. Zo gaat het vinden van een bruikbare projectervaring sneller bij het gebruik van een case base dan bij het rondvragen bij collega's (Tautz et al. 2000).

CBR kan verder omgaan met complete en incomplete cases. Het aanbieden van zowel complete als incomplete case heeft voor- en nadelen. Het grootste voordeel dat een complete case heeft is dat alle, vooraf vastgestelde, benodigde informatie beschikbaar is voor een case. Een ander voordeel is dat een ontstane case waarvan niet alle informatie beschikbaar is, niet verloren gaat, maar later aangevuld kan worden op het moment dat er meer informatie over bestaat. Tevens hoeft een case niet altijd compleet te zijn om een probleem op te lossen (Behbahani, Saghaee, & Noorossana, 2012). Bovendien zouden betrokkenen getriggerd kunnen worden om de missende informatie later alsnog te delen. Een nadeel van onvolledige cases is dat het vergelijken van mogelijke oplossingen vanuit die cases daarbij moeilijk wordt, doordat de ene case bepaalde informatie bevat en de andere case die informatie niet heeft.

In een case base kunnen een groot aantal cases worden gedocumenteerd (Dutta et al. 1993). Ook dit kan worden gezien als zowel een voor- als nadeel. Dit biedt de mogelijkheid om veel uiteenlopende cases op te slaan, waardoor de case base toegepast kan worden op diverse soorten problemen. Het nadeel dat hierbij ontstaat is dat het zoeken, en met name het vinden van de juiste cases lastiger wordt naarmate de case base meer cases bevat. Een goed zoekmechanisme is dus vereist. Ook moeten de cases zodanig zijn geclassificeerd dat ze te vinden zijn met dat zoekmechanisme. Een belangrijk aspect bij het vastleggen van cases is dan ook het geven van 'labels' aan de cases op het moment ze de case base ingaan. Dit moet ervoor zorgen dat ze op elk moment kunnen worden opgeroepen (Luo, Shen, & Fan, 2010). Bij de toepassing van CBR kan worden begonnen met weinig ervaring en cases, waardoor de case base kan groeien. De kracht van de case base groeit snel op het moment dat het aantal cases toeneemt (Behbahani et al. 2012).

Doordat het probleem uit de target case en het probleem uit de source case niet altijd overeenkomt, is een mogelijkheid tot het aanpassen van de oplossing die geboden wordt vanuit de source case nodig (Dutta et al. 1993). Dit zorgt voor een extra benodigde actie om de juiste oplossing te creëren voor het huidige probleem. Dit kan worden gezien als nadeel. Daarbij komt dat de aanpassingsmogelijkheden die CBR biedt de gebruiker en organisatie in staat stellen te leren van opgedane ervaringen (Allen, 1994). Aan de hand van die opgedane ervaringen kunnen verbeteringen worden doorgevoerd die de organisatie verder kunnen helpen.

Verschillende onderzoekers stellen dat CBR het makkelijker maakt om informatie te delen dan Rule-Based Reasoning en Model-Based Reasoning. De redenen die de onderzoekers hiervoor geven zijn dat de concrete voorbeelden die de cases leveren makkelijker zijn te begrijpen en toe te passen door de gebruikers in verschillende probleem-oplossingscontexten dan de complexe keten redenering die voortkomt uit regels en modellen. Daarbij komt dat de representatie van cases het mogelijk maakt om de informatie te koppelen aan relationele databases en up to date te houden door de gebruiker (Limam Mansar, Marir, & Reijers, 2003). Bovendien kan CBR gebruikt worden bij missende informatie, waar RBR en MBR dat niet kunnen (Behbahani et al. 2012). Wanneer het niet aankomt op ervaring, maar op theorie, zullen de Rule- en Model-based benaderingen echter effectiever zijn in het vinden van een goede oplossing (Allen, 1994).

CBR is gebaseerd op de veronderstelling dat hoewel men een beslissing kan nemen op basis van een ervaring, men niet altijd toegang heeft tot de meest geschikte informatie om die beslissing te nemen (Chen et al. 2015). Uiteindelijk gaat het bij het gebruik van CBR erom de context en ervaringen omtrent oplossingen te delen.

2.2. Waarom Case-Based Reasoning?

Het organisatie breed delen van opgedane ervaringen wordt gezien als een middel om prestatie binnen die organisatie te verbeteren (Gresse von Wangenheim, Von Wangenheim, & Barcia, 1998). In deze sectie wordt uitgelegd hoe CBR kan bijdragen aan het opnieuw gebruiken van eerder vergaarde informatie bij het doen van variantenanalyses bij Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat als organisatie

De organisatie van Rijkswaterstaat bevindt zich in een lerende omgeving waar zich verschillende veranderingen voor kunnen doen. Deze veranderingen kunnen onder andere worden veroorzaakt door een toenemend aantal technische oplossingen als gevolg van innovaties, werknemers die komen en gaan, en de toenemende verantwoordelijkheden voor de markt.

Rijkswaterstaat heeft circa 9000 mensen in dienst die voor verschillende projecten werken waarmee ze verschillende ervaringen opdoen. Zoals in Hoofdstuk 1 is beschreven, is er, mede daarom, binnen Rijkswaterstaat behoefte om opgedane ervaringen bij projecten omtrent de variantenanalyse te delen; een variantenbibliotheek kan helpen die ervaringen en kennis door middel van informatiedeling te verspreiden.

Zoals in Hoofdstuk 1 is te lezen ligt de focus van dit onderzoek op de verkennings- en planuitwerkingsfase, waarin de variantenbibliotheek moet dienen. In deze fases van een project kunnen keuzes politiek beladen zijn en spelen contextuele factoren de voornaamste rol bij het komen tot een oplossing. CBR gaat uit van deze contextuele factoren (Roldan Reyes et al. 2015). De cases in de case base tonen de interpretaties van voorgaande ervaringen van probleem-oplossing relaties en de daaruit geleerde lessen (Tawfik & Keene, 2013). Opgedane ervaringen in de verkennings- en planuitwerkingsfase zouden daarom geschikt moeten zijn om door middel van een case base te worden gedeeld.

In een organisatie, zoals Rijkswaterstaat, waar veel mensen werken hangt de prestatie die die mensen leveren af van wat ze momenteel weten en van de kennis die is verankerd in hun routines (Davenport & Prusak, 1998). Deze kennis is vergaard door zowel huidige als voormalige werknemers (Maruta, 2014). Onder andere vanwege het feit dat werknemers organisaties binnenkomen en verlaten is het vastleggen van informatie essentieel om als organisatie door te ontwikkelen.

Relevantie van het delen van informatie

Zo worden beslissingen genomen door specifieke kennis toe te passen die relevant is voor die beslissing. Deze specifieke kennis is onderdeel van de algemene kennis die iemand bezit. Die algemene kennis komt op zijn beurt weer voort uit informatie (Brown & Elms, 2015). Om de goede beslissing te nemen is het hebben van goede informatie dus cruciaal. Het delen van informatie helpt de beslisser uiteindelijk bij het maken van afwegingen. De kwaliteit van informatie

hangt daarbij af van zijn juistheid, volledigheid en tijdigheid (Shankaranarayanan & Cai, 2006). Kortom, het binnen een organisatie delen van informatie kan helpen bij het verbeteren van de kennis onder de werknemers van die organisatie. Door de kennis over een bepaalde situatie als informatie op te slaan in de variantenbibliotheek, kan de gebruiker deze informatie gebruiken om zijn eigen kennis te verrijken en beslissingen te nemen. De variantenbibliotheek faciliteert het delen van informatie met behulp van CBR.

Cases worden opgeslagen wanneer ze geacht worden waardevolle informatie te bevatten (Behbahani et al. 2012); dus niet alle ervaringen moeten worden opgeslagen in een case base. Met behulp van de gevonden informatie en aan de hand van richtlijnen kan worden bepaald of een case van toegevoegde waarde is voor de case base. Richtlijnen voor de benodigde informatie worden in dit onderzoek opgesteld. Experts en adviseurs kunnen met behulp van die informatie verschillende ervaringen met elkaar vergelijken en er lering uit trekken, zodat fouten die gemaakt zijn in het verleden voorkomen kunnen worden in de toekomst (Limam Mansar et al. 2003).

Tautz et al. (2000) stelt dat de overdracht van ervaringen door mensen (human-based experience transfer) en de overdracht van ervaringen door een case base (repository-based experience transfer) elkaar nodig hebben. Het vinden van een geschikte ervaring gaat daarbij echter sneller met behulp van een case base. In zijn onderzoek concludeert Tautz et al. (2000) verder dat mensen eerst de case base willen gebruiken om vervolgens de personen op te zoeken die de gedeelde ervaringen specifieke kan toelichten. Het toepassen van een variantenbibliotheek staat daarmee niet op zichzelf, maar kan als hulpmiddel worden gebruikt in een grote organisatie als Rijkswaterstaat.

CBR wordt gebruikt om context te beschrijven, maar wel onder te verdelen onder standaardelementen, zodat vergelijkingen mogelijk zijn en er van geleerd kan worden. Een case base maakt dan ook gebruik van de kracht van het verhaal door dat verhaal te delen binnen de organisatie om deze ervaringen en de bijbehorende oplossing over te brengen (Tawfik et al. 2013). Door het vertellen van het verhaal wordt de context waarin een oplossing gevonden moet worden duidelijk. Dit kan voor de toepassing van systemen in uiteenlopende situaties van toegevoegde waarde zijn. Het toepassen van dezelfde systemen in verschillende situaties kan helpen bij het in beeld brengen van de application context van een oplossing, variant. Daarnaast kan het delen van ervaringen met gelijke oplossingen zorgen voor verdere ontwikkeling van die oplossing. Uiteindelijk zou dat kunnen leiden tot standaard oplossingen, met kleine aanpassingen, die in verschillende situaties kunnen worden toegepast.

Er is om verschillende redenen gekozen om de theorie van CBR te gebruiken bij de ontwikkeling van de variantenbibliotheek. Allereerst biedt CBR de mogelijkheid om informatie te delen. Inzichten in gemaakte afwegingen kunnen daarbij helpen. Verder geldt dat bij de toepassing van CBR rekening gehouden kan worden met specifieke oplossingen die aangepast kunnen worden. Tot slot

faciliteert CBR het leren van opgedane ervaringen in een bepaalde context waarbij oplossingen (deels) overeenkomen kunnen komen. Deze eigenschappen van CBR zouden kunnen helpen bij de toepassing van de variantenbibliotheek.

2.3. Case-Based Reasoning met betrekking op de variantenbibliotheek

Het hoofddoel van de variantenbibliotheek wordt het assisteren bij het ontwikkelen van varianten. Omdat niet alle voor een project ontwikkelde varianten in dat project worden gerealiseerd, maar wel geschikt kunnen zijn voor toekomstige problemen, kan winst worden behaald door varianten op te slaan. Op die manier kunnen bedachte oplossingen bij een ander project met gelijksoortige problematiek helpen bij de ontwikkeling van varianten. Dit kan gedaan worden door eerder bedachte oplossingen toe te passen, of juist niet verder te ontwikkelen omdat projectmedewerkers eerder in het proces de nadelen van die oplossing voor ogen krijgen.

Inhoud cases voor de variantenbibliotheek

In dit onderzoek wordt de gewenste in- en output van de variantenbibliotheek onderzocht en hoe de gebruiker die bibliotheek wil gaan gebruiken. Deze in- en output bestaan uit cases. In het R4 model van Aamodt et al. (1994) bestaan cases uit een probleem en een oplossing voor dat probleem. Doordat Rijkswaterstaat een politiekgestuurde organisatie is, waarbij politieke belangen een rol spelen, worden keuzes niet altijd gebaseerd op enkel inhoudelijke informatie, maar kunnen ook verschillende belangen een rol spelen bij het vinden van een oplossing. Voor de variantenbibliotheek wordt de definitie van een case daarom uitgebreid met het keuzeproces; het probleem wordt opgesplitst in een projectcontext, die de inhoudelijke context waarin een variant gerealiseerd moet worden beschrijft, en het keuzeproces, waarin de procesmatige informatie moet worden opgeslagen. Elke case moet zal dus informatie moeten kunnen bevatten over (1) de projectcontext, (2) de technische oplossing en (3) het keuzeproces. Door het opslaan van het keuzeproces kunnen de gemaakte keuzes herleidbaar worden gemaakt voor anderen.

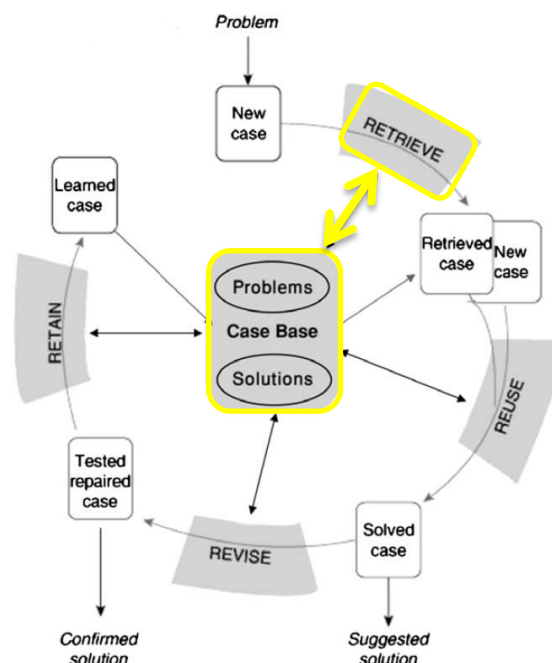
Door een situatie, projectcontext, eerder te herkennen kunnen goed werkende oplossingen die in het verleden zijn toegepast eerder in het nieuwe proces overwogen worden. Voor die projectcontext is een technische oplossing bedacht in de vorm van een variant. De technische oplossing moet die oplossing op een dusdanige manier beschrijven dat achterhaald kan worden of die oplossing geschikt is voor een ander probleem. Om tot de varianten te komen die gerealiseerd moeten worden, dienen verschillende beslissingen te worden genomen over het wel of niet laten afvallen van varianten. Deze beslissingen vinden plaats tijdens het keuzeproces. Het keuzeproces moet duidelijk maken wat doorslaggevend is geweest bij het kiezen van een oplossing, zodat de keuzes herleidbaar zijn.

Zoals eerder in dit hoofdstuk is gezegd, zijn er binnen CBR twee contexten te onderscheiden: de root context en de application context. Voor de ontwikkeling van de variantenbibliotheek wordt gefocust op de root context. De variantenbibliotheek begint leeg, waardoor eerst cases moeten worden toegevoegd voordat ze toegepast kunnen worden. Het achterhalen van de application context moet plaatsvinden tijdens het gebruik van de variantenbibliotheek wanneer oplossingen uit cases vaker zijn toegepast. Dan zou duidelijk gemaakt kunnen worden waar de projectcontext aan moet voldoen om een bepaalde variant toe te passen.

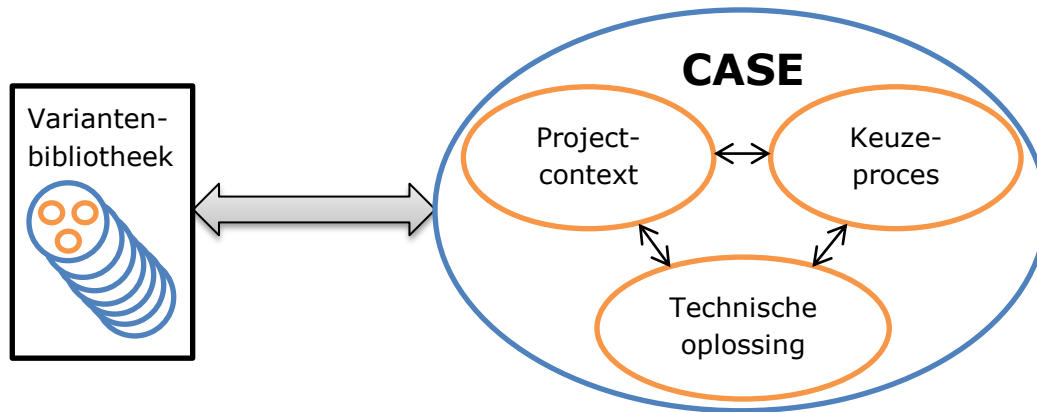
De projectcontext, technische oplossing en het keuzeproces staan allemaal met elkaar in verbinding bij het kiezen van de oplossing voor een probleem. Dit onderzoek heeft de focus op het gele gedeelte in Figuur 5; het achterhalen van de informatie die opgeslagen moet worden in de variantenbibliotheek. In Figuur 6 is dat gele gedeelte gedetailleerder weergegeven.

Voor de toepassing van Case-Base Reasoning op de variantenbibliotheek geldt:

- 1) *Case = informatie over een ongewenste situatie, bijbehorende oplossing en het keuzeproces;*
- 2) *Case base = variantenbibliotheek op te roepen via Grip 4.0.*



Figuur 5: Het R4-model van Aamodt et al. (1994) voor CBR-systemen met in het geel de focus van dit onderzoek.



Figuur 6: Gedetailleerde weergave van de focus van dit onderzoek (gele gedeelte uit Figuur 5)

Het CBR-proces van de variantenbibliotheek

Het CBR-proces van de variantenbibliotheek kan resulteren in drie situaties.

Allereerst kunnen de gevonden varianten geschikt zijn om het probleem uit de target case op te lossen. In dat geval wordt de technische oplossing uit de cases hergebruikt. Ten tweede kan er een nieuwe case worden gevormd wanneer een variant uit de variantenbibliotheek moet worden aangepast aan een nieuwe situatie. Dit leidt tot een nieuwe variant die kan bestaan uit in de variantenbibliotheek gedocumenteerde varianten. Ten derde wordt er een nieuwe variant ontwikkeld als er een geheel voor de variantenbibliotheek nieuwe situatie optreedt. Ook dit levert nieuwe cases op. Het ontwikkelen van een voor de variantenbibliotheek nieuwe variant zal in het begin veelvuldig voorkomen, aangezien de variantenbibliotheek leeg begint.

Op het moment dat oplossingen uit cases onderling worden vergeleken met het oog op het op te lossen probleem, moet bepaald worden of en hoe de oplossing moet worden aangepast om het desbetreffende probleem op te lossen. Er kan worden gezegd hoe minder de oplossing aangepast moet worden, hoe correcter de oplossing is (Li, 1999). Om de bruikbaarheid of correctheid van oplossingen te achterhalen moet bekend zijn op basis van welke criteria de oplossingen geselecteerd moeten worden (Li, 1999). Deze criteria kunnen aangescherpt worden naarmate dat de case base gevulder wordt. Met meer cases wordt de kans groter dat er een bruikbare case gevonden wordt. Daarnaast kan een gevulde case base gebruikt worden om gevonden oplossingen te verkennen en interessante relaties tussen de gegevens te ontdekken (Chi & Kiang, 1993).

Door de contextuele informatie op te knippen in generieke informatie die bij elke case terug kan komen, kunnen problemen en oplossingen uit verschillende cases aan de hand van die informatie worden vergeleken (Roldan Reyes et al. 2015). Hierdoor wordt de informatie gestructureerd, maar blijft de context van de case duidelijk.

Door het CBR-proces te volgen zou de variantenbibliotheek zich uiteindelijk moeten kunnen ontwikkelen tot een tool waarin informatie omtrent variantenanalyses wordt gedeeld.

2.4. De rol van Case-Based Reasoning in het onderzoek

Omdat de variantenbibliotheek gebruikt moet gaan worden door de beoogde gebruiker begint het onderzoek bij het in kaart brengen van de wensen van die gebruiker (Chen et al. 2015).

Cases in de variantenbibliotheek bevatten een projectcontext, technische oplossing en een keuzeproces met daaraan gerelateerde informatie. Aan de hand van die informatie moet tijdens het gebruik van de variantenbibliotheek kunnen worden gekeken welke cases het dichtst in de buurt komen van het op te lossen probleem. In CBR-systemen is de kwaliteit van de resultaten hoofdzakelijk afhankelijk van het kunnen vergelijken van de target case met de source cases (Behbahani et al. 2012). Voor dit onderzoek is het zaak om de informatie te achterhalen die de gebruiker in staat stelt om aan de hand van die informatie de oplossingen uit de beschikbare cases te vergelijken. Armaghan et al. (2012) laat zien dat bij de retrieve-stap van CBR een MCA gebruikt kan worden om een oplossing uit een source case te selecteren die het meest overeenkomt met de behoefte uit de target case. Oplossingen binnen de cases uit de variantenbibliotheek kunnen dus, net zoals varianten, onderling worden vergeleken door middel van een MCA. De best scorende oplossing uit een source case kan dan worden geselecteerd. De beste source case is de case die de minste aanpassingen nodig heeft om als oplossing te dienen voor de target case. Om die beste source case te vinden moeten de cases informatie bevatten die het mogelijk maken om af te wegen welke oplossingen uit die cases kunnen worden gebruikt bij het creëren van een oplossing voor de target case (Armaghan et al. 2012). Uit de gevonden source cases kan vervolgens lering worden getrokken.

Voor het ontwikkelen van een variantenbibliotheek is het dus van belang te weten welke informatie moet worden gedocumenteerd. Tevens is het van belang om te weten hoe de potentiële gebruiker van de variantenbibliotheek de bibliotheek wilt gebruiken om bij die informatie te kunnen komen. In dit onderzoek wordt daarom de aandacht gevestigd op het achterhalen van zowel die informatie als de gewenste userinterface.

3. Methodologie

Aangezien de variantenbibliotheek leeg is bij de aanvang van het gebruik, zal tijdens dit onderzoek de voor de variantenanalyse bruikbare informatie benoemd worden. Naast het achterhalen van de bruikbare informatie wordt tijdens dit onderzoek ook aandacht besteed aan de wensen van de gebruiker omtrent de userinterface. Uiteindelijk is het resultaat van het onderzoek een format voor de variantenbibliotheek waarin de benodigde informatie kan worden opgeslagen en aanbevelingen voor zowel het gebruik als verder onderzoek. Dit onderzoek bestaat dus uit twee delen (1) het achterhalen van benodigde informatie en (2) het achterhalen van een gewenste userinterface.

3.1. Protocollen achterhalen benodigde informatie

Voor het achterhalen van de informatie worden vier protocollen gebruikt. Gedetailleerdere beschrijvingen van deze protocollen zijn te vinden in Bijlage B.4.

Protocol A.1: Interviews

Het onderzoek begint met het interviewen van de beoogde gebruikers van de variantenbibliotheek. Dit is de eerste stap van het onderzoek waarin een beeld wordt geschetst van de behoeften van de toekomstige gebruiker met betrekking tot de variantenbibliotheek. De reden dat het onderzoek begint met het interviewen van de beoogde gebruiker is dat hij of zij de variantenbibliotheek moet gaan gebruiken om zijn of haar ervaringen te delen.

Dit protocol bestaat uit drie onderdelen:

1. Selecteren respondenten;

De respondenten zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. Beschikbaarheid respondent;*
- 2. De respondenten worden gezien als de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek;*
- 3. De respondenten moeten ervaring hebben met minimaal één variantenanalyse;*
- 4. De respondenten zijn vanuit hun functies op onderling verschillende manieren bij projecten betrokken.*

2. Afnemen interviews;

De interviews zijn semi-gestructureerd en hebben de volgende opbouw:

- 1. Allereerst wordt gevraagd naar zijn of haar betrokkenheid bij projecten en hun opgedane ervaringen met betrekking tot de variantenanalyses;*
- 2. Bij het noemen van ervaringen word gevraagd welke informatie omtrent die ervaring in de variantenbibliotheek zou moeten worden opgeslagen;*
- 3. Bij antwoorden word doorgevraagd voor meer specifieke informatie.*

3. Analyseren interviews.

De interviews worden op de volgende manier geanalyseerd:

- 1. De interviews worden compleet uitgeschreven;*
- 2. De interviews worden dan opgeknipt in fragmenten van tekst met een bepaalde boodschap;*
- 3. Deze boodschap krijgt een label: projectcontext, technische oplossing of keuzeproces;*
- 4. Per label wordt dan gekeken welke informatie genoemd is. Deze informatie wordt bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:*
 - a. Gekeken wordt door wie en hoe vaak de informatie is genoemd;*
 - b. Bij meer dan drie keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.*
- 5. Samen met de informatie uit de projectdocumenten wordt geconcludeerd welke informatie moet worden opgenomen in de variantenbibliotheek.*

Protocol A.2: Documentenanalyse

Nadat de interviews zijn afgenomen worden projectdocumenten bestudeerd, zodat de informatie die de beoogde gebruiker denkt nodig te hebben vergeleken kan worden met de informatie die daadwerkelijk wordt toegepast.

Dit protocol bestaat uit twee onderdelen:

1. Selecteren documenten;

De documenten voor de documentenanalyse worden geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. Beschikbaarheid documenten;*
- 2. Documenten hebben betrekking tot de verkenning- en planuitwerkingsfase;*
- 3. Documenten bevatten informatie omtrent variantenanalyses;*
- 4. Vergelijkbare documenten per projecten.*

2. Analyseren documenten

Het analyseren van de documenten gaat als volgt:

- 1. De variantenanalyse in kaart brengen met de gestelde criteria;*
- 2. Aan de hand van die criteria wordt de verschillende informatie achterhaald.*
- 3. De informatie wordt onderverdeeld in een groep, zoals projectcontext, technische oplossing en keuzeproces;*
- 4. Per groep wordt dan gekeken welke informatie genoemd is. Deze informatie wordt bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:*
 - a. Gekeken wordt bij welk project en bij hoeveel projecten de informatie is genoemd;*
 - b. Bij meer dan twee keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.*

Protocol A.3: Evaluatie beoogde gebruiker

De gevonden informatie uit de interviews en projectdocumenten worden geëvalueerd met de beoogde gebruiker.

Dit protocol bestaat uit twee onderdelen:

1. Selecteren respondenten voor evaluatie

De respondenten voor de evaluatie zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. De respondenten hebben eerder deelgenomen aan de interviewsessie;*
- 2. Beschikbaarheid respondent;*
- 3. De respondenten hebben onderling verschillende functies.*

2. Structuur van evaluatie

De evaluatie bestaat uit de volgende stappen:

- 1. Er wordt een uitleg gegeven over de variantenbibliotheek en hoe hij gebruikt moet worden;*
- 2. Daarna wordt de achterhaalde informatie doorlopen met de respondent waarbij de respondent commentaar kan hebben op die informatie. Daarbij worden de volgende mogelijkheden geboden:*
 - a. Informatie is nuttig;*
 - b. Informatie is overbodig;*
 - c. Informatie moet met een andere eenheid worden opgeslagen.*
- 3. Tot slot wordt er gevraagd of er volgens de respondent nog informatie mist.*

Protocol A.4: Reflectie aan de hand van theorie

Nadat de informatie uit de interviews en projectdocumenten is geëvalueerd, wordt een reflecterend literatuuronderzoek gedaan aan de hand van die geëvalueerde informatie.

Dit protocol bestaat uit één onderdeel:

1. Achterhaalde informatie vergelijken met literatuur.

De achterhaalde informatie (na de evaluatie met respondenten) wordt vergeleken met de literatuur. Deze reflectie wordt als volgt uitgevoerd:

- 1. De eerder in het onderzoek achterhaalde informatie geldt als basis voor het zoeken naar informatie uit de literatuur;*
- 2. De eerder achterhaalde informatie die door de gebruikers als relevant wordt geacht wordt eventueel aangevuld met informatie uit de literatuur die nauw verbonden is met de achterhaalde informatie.*

3.2. Protocollen achterhalen gewenste userinterface

Voor het achterhalen van een gewenste userinterface worden drie protocollen gebruikt. Gedetailleerdere beschrijvingen van deze protocollen zijn te vinden in Bijlage B.4.

Protocol B.1: Interviews

Deze interviews worden in dezelfde sessie gehouden als de interviews bij Protocol A.1.

Dit protocol bestaat uit drie onderdelen:

1. Selecteren respondenten;

De respondenten zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. Beschikbaarheid respondent;*
- 2. De respondenten worden gezien als de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek;*
- 3. Respondent moet ervaring hebben met projecten waarbij één of meerdere variantenanalyses hebben afgespeeld;*
- 4. De respondenten zijn vanuit hun functies op onderling verschillende manieren bij projecten betrokken.*

2. Afnemen interviews;

De interviews zijn semi-gestructureerd en hebben de volgende opbouw:

- 1. Gevraagd wordt naar de huidige gebruikte tools voor informatie opslag en hoe die tools bevallen;*
- 2. Vragen naar de goede en minder goede eigenschappen van die tools;*
- 3. Achterhalen welke eigenschappen de respondenten terug willen zien in de variantenbibliotheek en waarom.*

3. Analyseren interviews.

De interviews worden op de volgende manier geanalyseerd:

- 1. De interviews worden compleet uitgeschreven;*
- 2. De interviews worden dan opgeknipt in fragmenten van tekst met een bepaalde boodschap;*
- 3. Deze boodschap krijgt een naam en wordt onderverdeeld in de groep Userinterface;*
- 4. Wensen met dezelfde strekking worden bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:*
 - a. Gekeken wordt door wie en hoe vaak de informatie is genoemd;*
 - b. Bij meer dan drie keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.*
- 5. De wensen worden vergeleken met de Golden Rules van Mandel (1997), alvorens geconcludeerd kan worden aan welke Golden Rules de variantenbibliotheek volgens zijn beoogde gebruikers moet voldoen.*

Protocol B.2: Format maken

Aan de hand van de gestelde wensen omtrent de userinterface wordt er een format van de variantenbibliotheek gemaakt.

Dit protocol bestaat uit één onderdeel:

1. Format maken.

Het maken van het format kent de volgende randvoorwaarden:

- 1. Het format wordt in Relatics gemaakt;*
- 2. Objecttypen en varianten moeten aan de hand van die informatie te onderscheiden zijn;*
- 3. Moet ruimte hebben om de via interviews achterhaalde informatie (Protocol A.1) te documenteren;*
- 4. De wensen omtrent de userinterface worden direct vertaald in het format.*

Protocol B.3: Format evalueren

Het gemaakte format wordt met respondenten geëvalueerd.

Dit protocol bestaat uit twee onderdelen:

1. Selecteren respondenten voor evaluatie

De respondenten voor de evaluatie zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. De respondenten hebben eerder deelgenomen aan de interviewsessie;*
- 2. Beschikbaarheid respondent;*
- 3. De respondenten hebben onderling verschillende functies.*

2. Structuur van evaluatie

De evaluatie bestaat uit de volgende stappen:

- 1. Er wordt een uitleg gegeven over de variantenbibliotheek en hoe hij gebruikt moet worden;*
- 2. Daarna worden de achterhaalde wensen met betrekking tot de userinterface doorlopen met de respondent. Hierbij kan de respondent aangeven of die wensen voldoende zijn verwerkt in het format;*
- 3. Tot slot wordt er gevraagd of het format volgens de respondent nog bepaalde eigenschappen mist.*

Uiteindelijk zorgen interviews, documentanalyses, evaluaties en literatuuronderzoek voor het vaststellen van de benodigde informatie. Interviews



en het evalueren van een gemaakt format leveren de output voor de aanbevelingen omtrent een gewenste userinterface.

De benodigde informatie wordt verkregen met behulp van interviews en het bestuderen van projectdocumenten. Wensen omtrent de userinterface worden in kaart gebracht met alleen de informatie uit interviews.

De benodigde informatie en de wensen omtrent de userinterface worden uitgewerkt in een format dat wordt geëvalueerd. De benodigde informatie wordt daarnaast nog gereflecteerd aan de bestaande theorie.

4. Resultaten projectcontext

De projectcontext schetst de situatie waarin een maatregel in de vorm van een technische oplossing gevonden dient te worden voor een probleem. Deze projectcontext beschrijft zowel de behoefte aan het oplossen van een ongewenste situatie als de kenmerken van die situatie.

Een probleem is de aanleiding voor de start van projecten waarin varianten moeten worden ontwikkeld. Problemen ontstaan normaal gesproken vanuit de beleidsinvalshoeken en worden verder gedefinieerd door de maatschappij en de politiek. Kolodner (1993) stelt dat voor gelijke problemen gelijke oplossingen bestaan. Om voor een toekomstige probleemsituatie te bepalen of de gevonden oplossing voor een eerder opgetreden probleem een goede oplossing kan zijn, moet de probleemsituatie waarin die oplossing is toegepast bekend zijn. Voordat een variant uit de variantenbibliotheek kan worden gehaald is het dus van belang om te weten wat de projectcontext is waarin een variant als oplossing moet dienen. Dan kan worden bepaald of de projectcontext (root context) van die variant overeenkomt met die van het op te lossen probleem (application context) en of de gevonden oplossing kan worden toegepast.

Om tot een geschikte oplossing te komen, moet helder zijn welke mogelijkheden de situatie van het probleem biedt. Het opslaan van de projectcontext is dus een essentieel onderdeel binnen het vastleggen van cases.

De volgende protocollen zijn voor dit hoofdstuk gebruikt:

Protocol A.1, A.2 en A.3.

4.1. Benodigde informatie projectcontext

In deze sectie heeft de informatie betrekking op de projectcontext, oftewel de situatie waarin een variant wordt toegepast. In Bijlage B.5 is te zien door welke respondenten en in welke documenten de beschreven informatie is genoemd.

Projectdoelstelling met betrekking tot verkeer

Ieder project van Rijkswaterstaat komt voort uit een probleem dat moet worden opgelost. Om dat probleem op te lossen, wordt een doelstelling geformuleerd. Voor Rijkswaterstaat is die doelstelling doorgaans het verbeteren van de verkeersstromen. Tevens is het verbeteren van de verkeersveiligheid een doel dat Rijkswaterstaat nastreeft. In Tabel 1 zijn het aantal respondenten die de projectdoelstelling willen opnemen in de variantenbibliotheek aangegeven. Ook wordt het aantal documenten waarin die doelstelling wordt meegenomen bij het afwegingsproces van varianten zichtbaar gemaakt.

Tabel 1: Genoemde informatie m.b.t. de projectdoelstelling

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Projectdoelstelling m.b.t. verkeer	6	6	"M.b.t. verkeer" wordt gezien als vernauwing. Projectdoelstellingen kunnen breder zijn.
I/C-verhouding	5	5	-
Reistijdwinst	5	6	-
Verkeersveiligheid	3	4	-

Om te achterhalen welk resultaat het project moet bereiken, is het in kaart brengen van de huidige situatie en de gewenste situatie gewenst. Immers, aan de hand van zowel de huidige als gewenste situatie kan worden beoordeeld welke variant het meest bijdraagt aan het bereiken van de doelstelling.

Op verkeerskundig gebied worden deze studies gedaan op basis van de verkeersafwikkeling. Voor het bepalen van de verkeersafwikkeling wordt de I/C-verhouding gebruikt. De I/C-verhouding geeft de verhouding weer van de verkeersintensiteit op een bepaald wegdeel tegen de capaciteit van dat wegdeel. De intensiteit en capaciteit worden beschreven met aantal voertuigen per tijdseenheid. Hoe hoger het verhoudingsgetal, en zeker boven de 0,9, hoe meer kans op filevorming. Naast de I/C-verhouding worden de projectresultaten ook bekeken op basis van reistijdwinst. Bij reistijdwinst gaat het om het verschil in reistijd tussen de huidige en gewenste situatie, waarbij de variant met de minste reistijd op dit aspect het beste scoort. Het verlagen van de I/C-verhouding en het behalen van reistijdwinst hebben positieve invloed op de bereikbaarheid en doorstroming, twee van de doelstellingen die Rijkswaterstaat heeft opgesteld. Voordat varianten getoetst kunnen worden, moet de aanvangssituatie in beeld worden gebracht. De huidige reistijd (minuten per voertuig) en I/C-verhouding (verhoudingsgetal) van een wegdeel kunnen daarom goed gebruikt worden bij het beschrijven van de projectcontext.

Naast het verbeteren van de I/C-verhouding en het verminderen van de reistijd, worden projecten ook gestart om de veiligheid van een tracé te verbeteren. De verkeersveiligheid wordt uitgedrukt in het aantal ernstige ongevallen. Een ernstig ongeval is een ongeval waarbij verkeersdeelnemers in ziekenhuizen moeten worden opgenomen of zelfs komen te overlijden. Verkeersveiligheid wordt in vier van de zes projecten genoemd als een criterium dat het keuzeprocess heeft beïnvloed. Omdat drie respondenten dit criterium ook genoemd hebben in de interviews, wordt geacht dat verkeersveiligheid een plaats moet krijgen in de variantenbibliotheek. Voor de projectcontext geldt dat het huidige aantal (dodelijke) slachtoffers als gevolg van een ongeval op een bepaald wegdeel vastgelegd dient te worden. Daarnaast kan de verkeersveiligheid met een kwalitatieve beoordeling worden beschreven. Door middel van zo'n kwalitatieve beoordeling kunnen de ervaringen van weggebruikers meegenomen worden zonder dat ze kwantitatief hoeven te worden gemaakt.

Evaluatie

Bij de evaluatie wordt duidelijk dat dit nuttige informatie is om op te slaan in het kader van de projectdoelstellingen, maar is wel opgemerkt dat, ondanks dat verkeerskundige knelpunten normaalgesproken de reden zijn voor de start van een project, de projectdoelstellingen vaak breder worden geformuleerd dan alleen op basis van verkeerscijfers; "m.b.t. verkeer" wordt gezien als een vernauwing. Door "m.b.t. verkeer" weg te halen, is er ook de mogelijkheid andere doelstellingen vast te leggen in de variantenbibliotheek.

Voor de projectdoelstellingen betekent dit dat voor zowel de huidige als de gewenste situatie de volgende informatie moet worden vastgelegd in de variantenbibliotheek: (1) I/C-verhouding, (2) reistijd, (3) aantal (dodelijke) verkeersslachtoffers op een bepaald wegdeel en (4) eventueel de ervaringen van weggebruikers omtrent de verkeersveiligheid. Bij wegwitbreiding kan deze informatie voor het desbetreffende tracé worden gedocumenteerd. In het geval van een nieuw tracé kan deze informatie worden gedocumenteerd voor de netwerkdelen die minder belast moeten worden. Andere doelstellingen, bijvoorbeeld m.b.t. leefbaarheid, kunnen worden gedocumenteerd indien deze doelstellingen de variantenkeuze beïnvloeden.

Budget

Bij elke variantenkeuze speelt het beschikbare budget een rol. Een variant is haalbaar wanneer de kosten van die variant niet hoger zijn dan het budget dat voor die variant gebruikt mag worden. Vanuit de projectcontext ligt de focus hierbij op het beschikbare budget. In Tabel 2 zijn het aantal respondenten vermeld die zeggen dat het budget moet worden opgenomen in de variantenbibliotheek. De bestudeerde projectdocumenten geven het beschikbare budget niet aan, maar gaan wel in op de kosten. De kosten worden besproken in Hoofdstuk 5.

Tabel 2: Genoemde informatie m.b.t. het budget

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Budget	7	-	-
Beschikbaar geld vanuit Rijkswaterstaat	6	-	-
Externe budgetten	6	-	Aangeven wie welk budget ter beschikking stelt.

Om een bepaald probleem op te lossen stelt de minister een bepaald budget ter beschikking. Echter, dat budget is niet altijd toereikend om alle partijen tevreden te stellen. Rijkswaterstaat streeft doorgaans naar een sobere en doelmatige oplossing. Wanneer andere partijen eisen en wensen kenbaar maken die buiten de doelmatigheid van een oplossing liggen, zullen die partijen zelf geld moeten bijleggen. Omdat Rijkswaterstaat veel samenwerkt met diverse partijen, zoals

andere overheden en bedrijven uit de regio is het maken van afspraken wie waar financieel verantwoordelijk voor is essentieel.

Voor de projectcontext geeft het vermelden van de financiers inzicht in de situatie waarin een bepaalde variant tot stand is gekomen. Op het moment dat een oplossing wordt overwogen die in een vergelijkbare situatie is toegepast, kan met behulp van informatie over de financiering worden ingeschat of die variant in de nieuwe situatie ook haalbaar is. Een wel of niet meebetalende gemeente kan bijvoorbeeld hierin doorslaggevend zijn.

Evaluatie

De enige opmerking tijdens de evaluatie ten aanzien van het budget heeft betrekking op het vermelden van de partijen die een bepaald bedrag bijleggen voor een bepaalde variant.

Voor de variantenkeuze is sterk bepalend (1) hoeveel geld (€) er beschikbaar is en (2) wie wat financiert (€/partij).

Het beschikbaar gestelde budget vanuit verschillende partijen maakt oplossingen al dan niet haalbaar.

Locatie

De locatie waar een variant moet worden gerealiseerd bepaalt of extra maatregelen moeten worden getroffen en welke extra maatregelen dat zijn. Dit kunnen zowel mitigerende als compenserende maatregelen zijn. De benodigde aanvullende maatregelen die door de locatie worden bepaald kunnen het afwegingsproces tussen varianten beïnvloeden. In Tabel 3 zijn de in de interviews en projectdocumenten meest genoemde aspecten opgenomen in relatie tot de locatie waar moet worden gebouwd.

Allereerst heeft bouwen in de nabijheid van bebouwd gebied invloed op de normen die gelden voor de realisatie van de variant. In dit verband kan worden gedacht aan normen in het kader van geluidbelasting en luchtvervuiling. Die normen bepalen de oplossingsruimte waarin een variant kan worden ontwikkeld. Bovendien beïnvloedt de aanwezigheid van bebouwd gebied ook de risico's met betrekking tot het groepsrisico. Het groepsrisico is de kans per jaar dat een groep mensen in het invloedsgebied van een weg komt te overlijden als direct gevolg van een ongewoon voorval met gevaarlijke stoffen op die weg. Bepalend daarbij is het aantal mensen dat zich in gebouwen langs die weg bevindt. Hoe meer bebouwing zich langs de te realiseren infrastructuur bevindt, hoe hoger het groepsrisico. Het groepsrisico wordt doorgaans als input gebruikt voor de beoordeling van de externe veiligheid.

Tabel 3: Genoemde informatie m.b.t. de locatie

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Locatie	8	6	-
Aanwezigheid van bebouwd gebied	6	-	Aangeven op welke afstand van de beoogde bouwlocatie de objecten zich bevinden.
Aanwezigheid van natuurgebieden en waterlopen	3	6	Aangeven op welke afstand van de beoogde bouwlocatie de natuurgebieden zich bevinden. Waterlopen ervan scheiden.
Aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden	4	5	-
Huidige functies	2	3	-
Beschikbare ruimte	4	4	-

Naast de aanwezige bebouwing wordt bij de keuze tussen varianten ook rekening gehouden met de aanwezigheid van (beschermde) natuurgebieden die aangetast worden bij de keuze van een bepaalde variant. Indien het aangewezen gebied waarin een variant moet worden toegepast natuurgebieden bevat die zijn opgenomen in de Natura 2000, betekent dat dat de variant buiten die natuurgebieden moet blijven. Het vermelden van natuurgebieden in de projectcontext moet laten zien waar rekening is gehouden met de aanwezigheid van natuurgebieden.

Behalve de aanwezigheid van natuurgebieden kan de beoogde bouwlocatie ook andere waarden bevatten die niet of zo min mogelijk aangetast mogen worden. Deze waarden worden bij variantenanalyses onderverdeeld in archeologische, cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Bij de vondst van archeologische waarden tijdens de bouw, wordt de bouw stilgelegd. Wat betreft de archeologie, wordt doorgaans de kans op het vinden van waardevolle archeologische attributen in beeld gebracht, terwijl bij cultuurhistorische en landschappelijke waarden meer wordt gekeken in hoeverre het aangetast mag worden. Het vermelden van de waarden die de keuze (mogelijk) beïnvloeden heeft daarmee meerwaarde voor de variantenbibliotheek.

In relatie met de aan te tasten waarden, zijn de huidige functies van een gebied waarin gebouwd wordt of die worden beïnvloed door de bouw van een variant ook cruciaal bij de besluitvorming of een variant wel of niet geschikt is om als oplossing te dienen. Functies als faciliteren recreatie, landbouw en sportlocaties kunnen door de aanleg van infrastructuur verstoord worden. Aangeven welke functies in een gebied mede bepalend waren voor de gekozen variant heeft meerwaarde om het probleem te omschrijven.

Tot slot bepaalt de locatie waar wordt gebouwd de ruimte (m²) waarbinnen een variant kan worden gerealiseerd. Een variant met dimensies die niet binnen de beschikbare ruimte vallen, valt logischerwijze gelijk af.

Evaluatie

Het is volgens de respondenten niet helemaal duidelijk wat er met bebouwd gebied wordt bedoeld. De informatie omtrent bebouwd gebied kan meer SMART gemaakt worden door aan te geven op welke afstand van dat bebouwd gebied de geplande bouwlocatie zich bevindt. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van natuurgebieden; ook die kan op dezelfde manier meer SMART worden gemaakt. Waterlopen en natuurgebieden kunnen bovendien gescheiden worden, aangezien bij natuurgebieden veel meer sprake is van wet- en regelgeving, die keuzes kunnen beïnvloeden, dan bij waterlopen het geval is.

De volgende kenmerken met betrekking tot de locatie waar een oplossing moet worden gevonden kunnen bepalend zijn voor de variantenkeuze: (1) aanwezigheid bebouw gebied, (2) aanwezigheid natuurgebieden, (3) aanwezigheid mogelijk aan te tasten waarden, (4) huidige functie(s) van het gebied en (5) de beschikbare ruimte.

Bodem

Voor het kiezen van een oplossing zijn bodemgegevens cruciaal. De bodem heeft, zoals te zien in Tabel 4, twee aspecten die daarbij een belangrijke rol spelen.

Tabel 4: Genoemde informatie m.b.t. de bodem

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Bodem	10	5	Bodemkwaliteit toevoegen
Grondwater	2	4	-
Bodemgesteldheid	9	4	-

Allereerst is de grondwaterstand essentieel voor de manier van bouwen en de daaruit voortkomende kosten. Als er in droge grond kan worden gebouwd scheelt dat bijvoorbeeld een tijdelijke kuip, onderwaterbeton en trekpalen ten opzichte van natte grond. Dat is een groot verschil; de bouwkuip, de tijdelijke voorziening om de definitieve constructie te bouwen, kan oplopen tot 30% van de totale bouwkosten. Daarnaast is inzicht in het huidige grondwaterregime belangrijk. Door te achterhalen waar de grondwaterstromen zich bevinden kan duidelijk worden gemaakt wat de consequenties kunnen zijn als die waterstromen ergens aan worden getast. Het aantasten van die stromen kunnen in geval van verontreiniging leiden tot een verspreiding van verontreinigd grondwater. Tevens kan het afsluiten van een gebied van het grondwater leiden tot zettingen in dat gebied, wat vervolgens weer kan leiden tot schade aan onder andere de bebouwing in de omgeving.

Naast de grondwaterstand is de bodemgesteldheid sterk bepalend voor de manier van funderen, en daarmee ook voor de kosten. In het geval van een zettingsgevoelige bodem zal op palen gefundeerd moeten worden. In het westen van Nederland moeten heipalen tot 15-20 meter, soms zelfs tot 40 meter, de grond in worden geslagen, terwijl je in het oosten van Nederland min of meer gelijk kan asfalteren. In het westen wordt gebouwd op slappe klei en veen, terwijl in het oosten op een stevige zandlaag wordt gebouwd. Het hieronder beschreven voorbeeld laat zien dat de grondsoort waarop gebouwd gaat worden belangrijke informatie is voor de uiteindelijke keuze voor een bepaalde variant.

Voorbeeld:

Met betrekking tot de A13/16 heeft Gemeentewerken Rotterdam uitgerekend hoe diep geboord moet worden om onder de Rotte (een riviertje) in een grondlaag terecht te komen waarin geboord kan worden voor de aanleg van een tunnel. De conclusie was dat er een kuip en een tunnelmond nodig zou zijn met een wegdek die 25 meter onder maaiveld zou komen te liggen. De boor komt dan nog dieper.

Aangezien er met een tunnel op die diepte niet meer op de juiste hoogte gekomen kan worden om op het knooppunt Terbregseplein aan te sluiten, is deze variant onhaalbaar gebleken. Ook het ruimtebeslag speelde bij deze keuze dus een rol.

Evaluatie

Wat betreft de evaluatie van de informatie omtrent de bodem zijn het grondwater en de bodemgesteldheid als waardevolle informatie bevonden. Toch, wordt er nog informatie gemist; de bodemkwaliteit. Met het vermelden van de bodemkwaliteit kan worden aangegeven of er verontreinigingen in de bodem zitten. Deze verontreinigingen kunnen op verschillende aspecten impact hebben, zoals op de plaats van bouwen en de planning van bouwwerkzaamheden.

De bodemgesteldheid en het aanwezige grondwater zijn sterk bepalend voor de toegepaste uitvoeringsmethoden. Daarnaast heeft de bodemgesteldheid ook substantiële invloed op de kosten van het project en het kiezen van een oplossing. Informatie over de bodemkwaliteit wordt bij de evaluatie als een goede toevoeging gezien.

Milieu

Het verkeer dat gebruik maakt van gerealiseerde infrastructuur brengt zowel geluidsbelasting als luchtvervuiling met zich mee. Om de effecten die gepaard gaan met een gekozen variant duidelijk te maken, moet de aanvangssituatie omtrent die geluidsbelasting en luchtvervuiling inzichtelijk zijn.

Tabel 5: Genoemde informatie m.b.t. het milieu

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Milieu	5	6	-
Huidige geluidsbelasting	5	6	"Huidige geluidsbelasting" vervangen door "geluidsbelasting voor aanvang project"
Huidige luchtvervuiling	3	6	"Huidige luchtvervuiling" vervangen door "luchtvervuiling voor aanvang project"

De geluidsbelasting in een woonwijk wordt verhoogd wanneer in de nabijheid van die woonwijk een weg wordt gerealiseerd. Het vermelden van het huidige aantal geluidsgevoelige objecten dat een grotere geluidsbelasting heeft dan de voorkeurswaarde (48 dB), kan samen met het aantal geluidsgevoelige objecten ná de implementatie van varianten helpen de geluidseffecten van varianten te benoemen. Hierbij zijn de geluidsgevoelige objecten voornamelijk woningen, maar ziekenhuizen en scholen horen hier bijvoorbeeld ook bij. Ook het aantal objecten dat de voorkeurswaarde dreigt te overstijgen kan in beeld worden gebracht. De vraag naar bijvoorbeeld een tunnel zal groter zijn naarmate er sprake is van meer geluidsgevoelige objecten die een huidige geluidsbelasting hebben dat vlak onder de voorkeurswaarde ligt. Tevens is de situatie waarin infrastructuur wordt aangelegd mede bepalend voor de te treffen maatregelen om de geluidsbelasting onder de voorkeurswaarde te houden. Deze maatregelen kunnen zowel directe als indirecte gevolgen hebben op een variant. Een direct gevolg is dat er een geluidsscherm moet worden geplaatst. Een indirect gevolg kan zijn dat dat geluidsscherm zorgt voor extra belasting op een viaduct waardoor de fundering ook weer aangepast moet worden. De huidige geluidsbelasting van objecten kan dus op meerdere vlakken invloed hebben op de variantenkeuze.

Voor de luchtvervuiling geldt hetzelfde als voor de geluidsbelasting, zij het in mindere mate. Met betrekking tot luchtvervuiling dient het aantal woningen in beeld gebracht te worden dat zich in een gebied bevindt met een normoverschrijdende concentratie stikstof (NO₂, 40 µg/m³) en/of fijnstof (PM₁₀, 32,5 µg/m³) (Rijkswaterstaat, 2009). Ook het in kaart brengen van de woningen die in een te vervuilde lucht terecht dreigen te komen kan helpen bij de variantenkeuze. Omdat auto's steeds minder luchtvervuilende stoffen uitstoten, wordt de norm doorgaans niet overschreden. Daar waar de concentraties van stikstof en fijnstof toch hoog kunnen zijn, zoals bij tunnelmonden, moet wel degelijk rekening worden gehouden met de luchtvervuilende effecten als gevolg van de variantenkeuze. Informatie omtrent de luchtvervuiling wordt daarom opgenomen in de variantenbibliotheek.

Evaluatie

De luchtvervuiling en geluidbelasting voor aanvang van het project wordt gezien als bruikbare informatie voor de variantenbibliotheek onder projectcontext. Echter, het woord "huidig" kan zorgen voor verwarring, aangezien na implementatie van de variant de huidige situatie niet meer gelijk is aan de aanvangssituatie van het project. Het woord "huidig" kan daarom beter worden vervangen door "voor aanvang project". De toename van de geluidsbelasting en luchtvervuiling ten gevolge van een te kiezen variant kan vervolgens achterhaald worden met behulp van informatie bij de technische oplossing.

De huidige geluidsbelasting en luchtvervuiling in een gebied geven inzicht in de ruimte die de mogelijk te realiseren varianten nog hebben om binnen de geluid en lucht gerelateerde normen te blijven.

Tunnelmonden vragen extra aandacht met betrekking tot luchtvervuiling en geluidsbelasting

Positie probleem

Een projectcontext kan een probleem bevatten waarvoor een variant als oplossing moet dienen. De projectcontexten waarin varianten geïmplementeerd moeten worden zijn zelden op zichzelf staand; ze komen ergens vandaan en kunnen raakvlakken hebben met andere projectcontexten (ook van andere projecten). Het is louter een wens van de respondenten om de 'positie' van de problemen uit de projectcontexten te verduidelijken, zie Tabel 6.

Tabel 6: Genoemde informatie m.b.t. de positie van het probleem

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Positie probleem	7	-	Waardevol, echter moeilijk vorm te geven
Relatie 'eerdere' problemen	4	-	-
Raakvlakken ander problemen	4	-	-

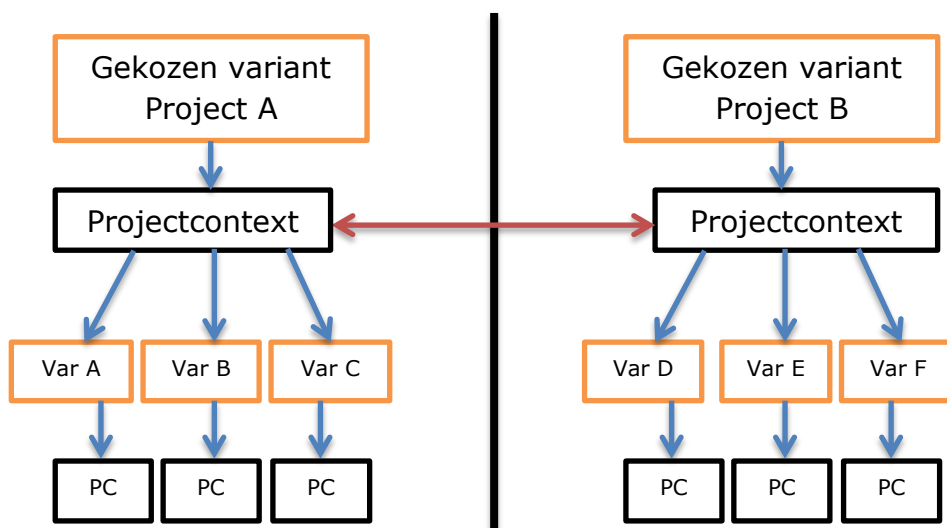
Varianten worden op verschillende abstractieniveaus ontwikkeld; van tracévarianten tot en met het type markering. Op elk niveau is er telkens sprake van een nieuwe context en worden keuzes gemaakt om het probleem binnen die context op te lossen m.b.v. een variant, zie voorbeeld. De keuze voor een bepaalde variant beïnvloedt daarbij vervolgens de ontstane projectcontext op het abstractieniveau daaronder, en daarmee de keuze die in die context moet worden gemaakt, zie blauwe pijlen in Figuur 7. De eerder gemaakte keuzes hebben hiermee invloed op de nieuw gecreëerde projectcontext waarin een variant als oplossing gevonden moet worden voor het probleem in die projectcontext. Het traceren van eerder in het project gemaakte keuzes levert

informatie op over “hoe en waarom” een bepaalde situatie tot stand is gekomen. Inzicht in de eerder gemaakte keuzes verduidelijkt daarmee de projectcontext.

Voorbeeld:

In Harlingen is er gekozen om een verdiepte ligging aan te leggen voor een weg. De verdiepte ligging scheidt twee delen van de stad. Hierdoor ontstaat er een nieuw probleem, namelijk dat beide stadsdelen over en weer niet meer voldoende bereikbaar zijn. Hierdoor moeten beide delen weer in verbinding met elkaar komen, maar hoe? Is daar bij de keuze voor die verdiepte ligging rekening mee gehouden? Of zouden er geen of minder inpassingsproblemen zijn ontstaan bij de implementatie van een tunnel? Om dat nieuwe probleem te verhelpen moeten weer nieuwe maatregelen worden getroffen, in dit geval zouden viaducten en/of tunnels beide stadsdelen weer met elkaar kunnen verbinden.

Tevens kunnen keuzes voor varianten voor verschillende problemen uit projectcontexten, ook van verschillende projecten, met elkaar in aanraking komen en daardoor elkaar beïnvloeden, zie rode pijl in Figuur 7. Het voordeel is dat er een oplossing kan worden gevonden die wellicht voor het project zelf niet als meest ideaal wordt gezien, maar voor het grotere infrastructurele netwerk wel het meest doelmatig is. Voor de projecten uit Figuur 7 kunnen de varianten A en D, voor respectievelijk Project A en B het meest geschikt zijn, maar voor het netwerk kunnen de keuzes voor de varianten B en F het meest optimale resultaat bereiken. Door die raakvlakken in een vroeg stadium, zoals tijdens de verkenning, helder te krijgen, kunnen moeilijkheden met betrekking tot het vinden van geschikte varianten in een later stadium worden voorkomen. Bovendien kunnen projectteams van toekomstige projecten daarmee inzicht krijgen waarom er in die projectcontext wellicht niet voor de voor dat project meest geschikte oplossing is gekozen. Het inzichtelijk maken van de (mogelijke) raakvlakken met projectcontexten, onder andere van andere projecten, wordt dan ook door vier respondenten als waardevol gezien.



Figuur 7: Verbanden tussen verschillende projectcontexten

Evaluatie

De genoemde informatie omtrent de positie van het probleem wordt positief beoordeeld tijdens de evaluatie. Er wordt echter wel opgemerkt dat het lastig wordt om dit te documenteren. Wellicht is verder onderzoek nodig dit tot in meer detail uit te werken, zodat concreet genoemd kan worden wat in dit kader zoal moet worden vastgelegd.

Dit is complexe informatie waarover nog geen duidelijkheid bestaat hoe dit moet worden vastgelegd. Desondanks wordt het relevant geacht door de respondenten uit zowel de interviews als de evaluaties. Tot dusver wordt daarom aanbevolen deze informatie op de volgende manier op te slaan: (1) het beschrijven van eerder in het desbetreffende project opgeloste problemen die de keuze voor een variant kunnen beïnvloeden, en (2) het noemen van andere projectcontexten die van invloed kunnen zijn op de keuze van de variant en vermelden waarom dat zo is.

(Projectspecifieke) randvoorwaarden

Het vermelden van de randvoorwaarden die in een bepaalde situatie gelden, en daardoor medebepalend zijn voor een variantenkeuze, moeten volgens acht respondenten worden opgenomen in de variantenbibliotheek. Deze randvoorwaarden kunnen projectspecifiek zijn, en dus afwijken van de bovengenoemde generieke aspecten, maar hoeven desondanks niet minder relevant te zijn.

Tabel 7: Genoemde informatie, projectspecifieke randvoorwaarden

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
(Projectspecifieke) randvoorwaarden	8	-	-

Randvoorwaarden kunnen normen zijn, maar ook bestuurlijke beslissingen waaraan voldaan moet worden. Deze randvoorwaarden kunnen dus erg projectspecifiek zijn, maar kunnen wel snel duidelijk maken waarom bepaalde oplossingen voor een probleem zijn gekozen of juist zijn afgefallen.

Evaluatie

In de evaluatie is deze informatie positief beoordeeld om mee te nemen in de variantenbibliotheek. Verwacht wordt dat veel politieke beslissingen hieronder zouden moeten gaan vallen.

Randvoorwaarden kunnen duidelijkheid bieden over de projectcontext.

Contractkeuze

De contractkeuze bepaalt wie er verantwoordelijk is voor het onderhoud en ook hoe met de variantomschrijvingen en -definities moet worden omgegaan. Dit houdt in dat de contractkeuze de keuze voor varianten kan beïnvloeden.

Tabel 8: Genoemde informatie, contractkeuze

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Contractkeuze	5	-	Niet opnemen als generieke informatie

Als Rijkswaterstaat zelf verantwoordelijk is voor het onderhoud van een weg, zal de vraag van Rijkswaterstaat naar de markt toe meer op kwaliteit gericht zijn dan wanneer het onderhoud voor de rekening is van de aannemer, zie voorbeeld. Met kwaliteit wordt hier bedoeld dat de weg of het kunstwerk een zo lang mogelijke levensduur heeft tegen zo laag mogelijke kosten, waarbij het zijn functie niet verliest. Wanneer de aannemer verantwoordelijk is voor het onderhoud, zal een variant worden beoordeeld op beschikbaarheid. De beschikbaarheid houdt in dat de aannemer een bepaald aantal dagen onderhoud mag doen aan de weg of het kunstwerk waarbij de weg wordt afgesloten. Wanneer de aannemer meer dagen nodig heeft voor het onderhoud kan de aannemer worden beboet.

Behalve het verschil tussen het kiezen van een variant met de hoogste beschikbaarheid of een variant met de meeste kwaliteit, geeft de contractkeuze ook aan wie bevoegd is in het maken van een keuze. Bij een DBFM-contract heeft de aannemer meer ruimte zelf beslissingen te nemen dan bij een DC-contract. De contractkeuze kan inzicht geven in de projectcontext waarin een variant is gekozen en wiens belangen daarbij doorslaggevend zijn geweest.

Voorbeeld:

Thermoplasten spelen een grote rol bij het aanbrengen van markering. Als er sprake is van een DC-contract kan het een vereiste zijn dat een gecertificeerd bedrijf de thermoplasten aanbrengt. Als het een DBFM-contract betreft dan is voor Rijkswaterstaat de onderhoudsgevoeligheid van die markering minder belangrijk. Immers, de verantwoordelijkheid voor het onderhoud ligt dan bij de aannemer. Wanneer er geen goede eisen in het DC-contract zijn opgenomen, dan is die markering bij wijze van spreken na een week alweer weg. Terwijl dat bij een DBFM-contract minder interessant is, aangezien de aannemer minder betaald krijgt als de weg niet beschikbaar is voor onderhoud.

Evaluatie

Tijdens de evaluatie is op de contractkeuze niet erg positief gereageerd in het kader dat het een nuttige bijdrage kan leveren aan de variantenbibliotheek. De contractkeuze is weliswaar bepalend in hoeverre een variant door Rijkswaterstaat wordt ontwikkeld, maar kan net zo goed bij de specifieke items worden vermeld. De manier van hoe er keuzes worden gemaakt ten aanzien van onderhoud worden niet relevant geacht, aangezien er uiteindelijk altijd de meest ideale oplossing moet worden nagestreefd. Daar moet de contractkeuze niet van invloed op zijn. Het kiezen van het juiste contract is een andere discipline waarbij

per project wordt afgewogen wat de beste contractvorm is. Het is daardoor dus moeilijk onderling te vergelijken.

Mocht de contractkeuze een bepalende rol spelen, zal deze kunnen worden opgenomen bij de specifieke informatie.

4.2. Deelconclusie

Hieronder is in Tabel 9 weergegeven welke informatie wenselijk blijkt te zijn met betrekking tot de projectcontext.

Er is aangegeven of de informatie kwantitatief dan wel kwalitatief kan worden opgeslagen. Tevens is aangegeven hoe die informatie opgeslagen dient te worden, zodat uniformiteit kan ontstaan bij de wijze van informatie opslaan, wat het onderling vergelijken van projectcontexten mogelijk maakt.

Voor het vermelden van kwantitatieve informatie is weergegeven in welke eenheid de informatie moet worden opgeslagen. Bij het vermelden van kwalitatieve informatie is aangegeven met behulp van welke begrippen de informatie moet worden gedocumenteerd. Deze begrippen dienen te worden beargumenteerd met behulp van een toelichting.

Tabel 9: Opsomming genoemde informatie m.b.t. de projectcontext

Informatie	Kwalitatief/ kwantitatief	Richtlijnen opslaan informatie
Projectdoelstelling	Beide	
I/C-verhouding	Kwantitatief	Verhoudingsgetal
Reistijdwinst	Kwantitatief	Minuten per voertuig
Verkeersveiligheid	Beide	Aantal (dodelijke) slachtoffers en classificeren huidige ervaring verkeersveiligheid van de weggebruiker met: veilig/onveilig
Overig (zoals leefbaarheid en geven financiële impuls)	Kwalitatief	Aangeven welke overige doelstellingen een rol spelen bij de variantenkeuze
Budget	Beide	
Beschikbaarheid geld Rijkswaterstaat	Kwantitatief	Euro's
Externe budgetten	Beide	Euro's per betrokken partij
Locatie	Beide	
Aanwezigheid van bebouwd gebied	Beide	Afstand (m) van beoogde bouwlocatie tot bebouwd gebied
Aanwezigheid van natuurgebieden	Kwalitatief	Classificeren als wel/niet aanwezig en in geval van aanwezigheid hoe hiermee om moet worden gegaan

Aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden	Kwalitatief	Classificeren als wel/niet aanwezig en in geval van aanwezigheid hoe hiermee om moet worden gegaan bij het afwegen van varianten. Bovendien de kans op het vinden van archeologische waarden vermelden als: nihil/reëel/groot.
Huidige functie(s)	Kwalitatief	Noemen van huidige functie, zoals recreatie, landbouw, etc. En hoe hier rekening mee moet worden gehouden bij de variantenkeuze
Beschikbare ruimte	Kwantitatief	M ²
Bodem	Beide	
Grondwater	Beide	Grondwaterstand en wat dat voor consequenties zou kunnen hebben voor de te kiezen variant
Bodemgesteldheid	Kwalitatief	Grondsoort en wat dat voor consequenties zou kunnen hebben voor de te kiezen variant
Bodemkwaliteit	Kwalitatief	Classificeren van verontreiniging in de bodem als wel/niet aanwezig
Milieu	Kwantitatief	
Geluidsbelasting voor aanvang project	Kwantitatief	Aantal geluidsgevoelige objecten die een geluidsbelasting hebben van > 48 dB, of die die waarde dreigen te overschrijden
Luchtvervuiling voor aanvang project	Kwantitatief	Aantal woningen in gebied met concentratie boven de toegestane norm, of die die waarde dreigen te overschrijden
Positie probleem	Kwalitatief	
Relatie 'eerdere' problemen	Kwalitatief	Beschrijven van eerder in het desbetreffende project opgeloste problemen die de keuze voor een variant kunnen beïnvloeden
Raakvlakken andere problemen	Kwalitatief	Noemen van andere projectcontexten die van invloed kunnen zijn op de keuze van de variant en vermelden waarom dat zo is
(Projectspecifieke) randvoorwaarden	Kwalitatief	Noteren van projectspecifieke gegevens die naast de bovengenoemde generieke aspecten bepalend zijn voor het kiezen van een variant

De informatie uit Tabel 9 dient in de variantenbibliotheek te worden gedocumenteerd onder projectcontext als die informatie beschikbaar is en helpt de root context van de desbetreffende case, waarin een oplossing (variant) is gevonden, te beschrijven. Dat kan leiden tot projectcontexten die niet aan de hand van alle in Tabel 9 genoemde informatie worden beschreven. Voor de toepassing van CBR is het echter geen probleem dat per case niet alle informatie uit Tabel 9 wordt opgeslagen; cases kunnen immers ook worden opgeslagen terwijl de informatie niet volledig is. Het niet verplicht documenteren van alle informatie uit Tabel 9 biedt de mogelijkheid om cases op verschillende abstractieniveaus te kunnen opslaan; voor keuzes op een hoog abstractieniveau is andere informatie van belang dan op een lager abstractieniveau.

Aan de hand van de beschikbare informatie over de application context, kan de application context worden vergeleken met de root contexten van verschillende source cases in de variantenbibliotheek. Vervolgens kunnen de varianten uit de gevonden source cases onderling vergeleken worden en kan worden afgewogen welke eerder toegepaste variant passend zou kunnen zijn in de application context, de projectcontext van de target case.

5. Resultaten technische oplossing

In dit hoofdstuk wordt de informatie met betrekking tot de technische oplossing, oftewel de variant, behandeld die moet worden gedocumenteerd in de variantenbibliotheek.

Wanneer een nieuwe variant is gevormd, moet worden beoordeeld of het nuttig is om deze op te slaan in de variantenbibliotheek als technische oplossing. Op het moment dat wordt besloten dat een nieuwe variant van toegevoegde waarde is voor de variantenbibliotheek, wordt die variant, aangevuld met de in dit hoofdstuk beschreven informatie, opgeslagen in de variantenbibliotheek. De informatie omtrent die variant moet worden geclassificeerd. De classificatie van informatie moet ervoor zorgen dat de inhoud een rijke betekenis heeft, zodat het te begrijpen is door zowel de aanbieders als de gebruikers (Clark, J., Clarke, C., De Panfilis, S., Granatella, G., Predonzani, P., Sillitti, A., et al. 2004). In de variantenbibliotheek wordt een variant met bijbehorende informatie onderverdeeld bij de technische oplossing, zie Figuur 6.

De technische oplossing moet informatie bevatten zodat met behulp van een trade-off, waarbij varianten worden gescoord op een aantal criteria, kan worden bepaald welke technische oplossing het beste past bij de projectcontext. Tevens kan met behulp van die informatie worden vastgesteld dat er een nieuwe of aangepaste oplossing nodig is.

De volgende protocollen zijn voor dit hoofdstuk gebruikt:

Protocol A.1, A.2 en A.3.

5.1. Benodigde informatie technische oplossing

In deze sectie heeft de informatie betrekking op de technische oplossing, oftewel de variant, die kan worden toegepast. In Bijlage B.6 is te zien door welke respondenten en in welke documenten de beschreven informatie is genoemd.

Kosten

Voor de uitvoering van een infrastructureel project stelt de minister van Infrastructuur en Milieu een bepaald budget beschikbaar. In Hoofdstuk 4 wordt gesproken over het budget waarbinnen het project moet worden gerealiseerd. Om inzichtelijk te maken welke oplossingsmogelijkheden haalbaar zijn binnen dat budget, zullen de kosten die met de verschillende oplossingsmogelijkheden/varianten gepaard gaan bekend moeten zijn. In dit hoofdstuk gaat het om de kosten van de variant, zodat per projectcontext kan worden gekeken of een bepaalde variant, technische oplossing, haalbaar is binnen het beschikbaar gestelde budget. Deze kosten zijn onderverdeeld in investeringskosten en onderhoudskosten, zie Tabel 10.

Tabel 10: Genoemde informatie m.b.t. kosten

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Kosten	12	6	Sloopkosten zouden kunnen worden toegevoegd
Investeringskosten	5	3	-
Onderhoudskosten	5	3	-

Om een inschatting te maken of de toepassing van een bepaalde variant haalbaar is binnen het budget van een project, is inzicht in de kosten cruciaal volgens 12 respondenten. Vanuit de projectdocumenten kan geconcludeerd worden dat bij alle onderzochte projecten de kosten een rol spelen bij de besluitvorming voor varianten.

De kosten over de gehele levensduur, life cycle costs (LCC), van een object worden steeds belangrijker. Voor zowel de investeringskosten (€) als de onderhoudskosten (€/jaar) geven vijf respondenten aan dat daar aandacht aan geschonken moet worden. Bij de helft van de geanalyseerde projecten wordt er voor de variantenkeuze onderscheid gemaakt tussen de investeringskosten en de onderhoudskosten. De onderhoudskosten geven inzicht in de kosten van een bepaalde variant ná implementatie ervan. Zowel de investeringskosten als de onderhoudskosten van de variant moeten inzichtelijk worden gemaakt in de variantenbibliotheek.

Evaluatie

Tijdens de evaluatie is naar voren gekomen dat de genoemde informatie bij de kosten kan worden aangevuld met sloop- en/of herinvesteringskosten, in euro's. Op die manier kunnen varianten op basis van life-cycle kosten beter vergeleken worden dan met slechts de investerings- en onderhoudskosten. Er kan tevens gedacht worden aan de kosten per tijdseenheid, zoals de totale kosten om deze functie te vervullen door middel van deze variant kost 10 miljoen euro voor de komende 60 jaar. Binnen die 10 miljoen euro zitten dan zowel investerings-, instandhoudings-, als sloopkosten.

Uiteindelijk worden de keuzes gemaakt als bekend is welke partij wat gaat betalen en waar verantwoordelijk voor is, zie Hoofdstuk 4. Door in een vroeg stadium inzicht te hebben in de kosten van varianten, kunnen varianten die het beschikbare budget overschrijden in een vroeg stadium afvallen. Hierdoor kan de focus worden gelegd op de financieel haalbare varianten.

Knel- en aandachtspunten uitvoerbaarheid

Verschillende varianten worden op verschillende manieren ten uitvoer gebracht. Deze verschillende uitvoeringsmethoden kunnen onderling verschillen qua te verwachten knelpunten. Vijf respondenten geven aan dat die knelpunten meegenomen worden in de afweging van varianten en daarom bruikbare informatie kan zijn voor de variantenbibliotheek. In één van de onderzochte projecten wordt de uitvoerbaarheid van varianten meegenomen in het afwegingsproces van de varianten.

Tabel 11: Genoemde informatie, knel- en aandachtspunten uitvoerbaarheid

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Knel- en aandachtspunten uitvoerbaarheid	5	1	-

Allereerst zorgen bepaalde uitvoeringsmethoden voor meer hinder dan andere uitvoeringsmethoden. Dit verschil kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door een verschil in bouwtijd of een verschil in materieelgebruik. Voorbeelden van deze hinder zijn geluidsoverlast voor de omwonenden of het afsluiten van wegen. Behalve hinder kunnen uitvoeringsmethoden ook een bepaalde ruimte vereisen. Deze ruimte moet beschikbaar zijn tijdens de realisatieperiode. Bovendien kunnen bepaalde uitvoeringsmethoden meer risico's met zich meebrengen dan andere methoden, zie voorbeeld. Ook kunnen de aandachtspunten betrekking hebben op het materiaalgebruik dat op zijn beurt weer invloed heeft op de kosten en het onderhoud van de variant. De knel- en aandachtspunten kunnen onderling tussen varianten sterk uiteenlopen, waardoor zij tijdens het afwegingsproces op een verschillende manier kunnen worden beoordeeld.

Voorbeeld:

Op het moment dat er een wand moet worden aangebracht op één meter afstand van een huis, treedt er een beperking op in de mogelijke uitvoeringsmethodieken. Er is immers niet voor alle mogelijke methodieken voldoende ruimte. De kans dat er schade ontstaat aan de aangrenzende woning is tevens groter dan wanneer er meer ruimte beschikbaar is. Om dat risico te verkleinen moeten de verschillende uitvoeringsmethodieken worden afgewogen. Wanneer géén van die methodieken voldoet aan een aanvaardbaar risico, kan worden besloten een andere oplossing te vinden.

Evaluatie

Er zijn bij de evaluatie, behalve dat het een toevoeging is voor de variantenbibliotheek, verder geen opmerkingen gemaakt over het vermelden van de knel- en aandachtspunten van de uitvoerbaarheid van een variant.

Het benoemen van de knel- en aandachtspunten met betrekking tot de uitvoeringsmethoden zou kunnen volstaan om op te nemen in de variantenbibliotheek. Complete beschrijvingen van de uitvoeringsmethoden van een variant zijn dan niet nodig.

Impact variant op doelstelling

Infrastructurele projecten kunnen worden geïnitieerd op het moment dat er in het wegennetwerk knelpunten worden geconstateerd. Deze knelpunten zijn verkeerskundig en hebben doorgaans te maken met een beperkte doorstroming van het verkeer. Een andere reden waarom een infrastructureel project gestart kan worden, is het verbeteren van de verkeersveiligheid, zie Tabel 12.

Tabel 12: Genoemde informatie m.b.t. de impact van de variant op de doelstelling

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Impact variant op doelstelling	4	6	Zou aangevuld kunnen worden met doelstellingen t.a.v. leefbaarheid en financiële impuls
Verkeer (reistijdwinst en I/C-verhouding)	2	6	-
Verkeersveiligheid	3	4	-

Door de implementatie van varianten kunnen verkeerstromen worden herverdeeld. Dit gebeurt bij complete tracévarianten, waarbij het wegennetwerk wordt uitgebreid met een nieuwe weg, zodat verkeerstromen opnieuw herverdeeld worden over het netwerk. Echter, kan het herverdelen van verkeerstromen zich ook voordoen bij de keuze van bepaalde bouwstenen, zoals bij de keuze tussen verschillende soorten aansluitingen; halve en hele aansluitingen hebben verschillende invloed op de verkeerstromen op het hoofdwegennet en onderliggend wegennet. De verkeerstromen worden beoordeeld met een I/C-verhouding, waarbij de verkeersintensiteit op een weg wordt afgezet tegen de capaciteit van die weg. Bovendien zou de aanleg van een nieuwe weg of uitbreiding van een bestaande weg de reistijd moeten doen verkorten. Deze reistijdwinst en I/C-verhouding helpen bij het maken van de variantenkeuze. De reistijdwinst en I/C-verhouding dienen vastgelegd te worden door het noemen van respectievelijk minuten/voertuig en een verhoudingsgetal.

Wanneer de verkeersveiligheid op een bepaalde weg verbeterd moet worden, dan is het gestelde doel doorgaans het verminderen van het aantal ongevallen. Deze ongevallen kunnen onderverdeeld worden in dodelijke ongevallen en in ongevallen die ziekenhuisslachtoffers tot gevolg hebben. Het verwachte aantal slachtoffers kan kwantitatief worden gemaakt aan de hand van een berekening die gebaseerd is op de verkeerskundige verschillen van varianten. Hierbij spelen de eerder genoemde verkeerstromen een rol. Daarnaast kunnen tracédelen die onderling verschillen aanvullend kwalitatief worden beoordeeld aan de hand van de principes van Duurzaam Veilig. Deze principes zijn opgenomen in Bijlage B.9.

Evaluatie

Uiteindelijk gaat het bij projecten hoofdzakelijk om het faciliteren van verkeer, waardoor deze informatie voldoet. Bij de evaluatie zijn wat betreft de impact op de doelstelling dan ook geen benoemenswaardige bevindingen gedaan. De informatie zou echter wel uitgebreid kunnen worden met doelstellingen die betrekking hebben op de leefbaarheid of op het geven van een financiële impuls aan de omgeving. Dit kan vermeld worden als positieve of negatieve invloed die de variant heeft op de leefbaarheid en financiële impuls in het gebied, gevolgd door een beargumentatie waarom dat zo is.

De effecten die varianten hebben op het bereiken van het projectdoel is nuttige informatie voor de variantenbibliotheek. Het projectdoel is weliswaar projectspecifiek, maar projectdoelen met betrekking tot verkeer en verkeersveiligheid komen vaker naar voren.

Impact variant op omgeving

Infrastructuur heeft impact op de omgeving waarin het is gerealiseerd. Deze impact wordt tijdens het afwegingsproces beoordeeld aan de hand van verschillende criteria. Het beschrijven van de impact die een variant heeft op de in Tabel 13 genoemde aspecten, kan helpen in het laten afvallen van varianten die voor een bepaalde situatie als te negatief worden ervaren.

Tabel 13: Genoemde informatie m.b.t. de impact van de variant op de omgeving

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Impact variant op omgeving	7	6	Esthetiek zou toegevoegd kunnen worden
Geluid	5	6	-
Lucht	3	6	-
Aantasting natuurwaarden en waterlopen	3	6	-
Aantasting cultuurhistorie, archeologie en landschap	2	5	-
Externe veiligheid	1	6	-
Relatie andere projecten (bestaande infrastructuur)	4	2	-

De impact die een variant veroorzaakt in een omgeving kan direct in relatie staan tot de situatie, projectcontext, waarin de variant is geïmplementeerd. Hierdoor kan niet direct geconcludeerd worden dat een variant in elk ander geval dat hij gekozen wordt dezelfde impact op de omgeving zal hebben. Het verhelderen van de ontstane consequenties en de manier waarop de variant die consequenties beperkt geeft aan welke maatregelen er in de desbetreffende situatie toereikend zijn gebleken.

Op het gebied van lucht en geluid kunnen de effecten van een variant gerelateerd zijn aan het aantal motorvoertuigen dat per tijdseenheid gebruik maakt van het tracé van die variant. Hierdoor kan deze informatie in directe relatie staan met de verwachte verkeersstromen. De veroorzaakte effecten in relatie tot lucht en geluid kunnen ook verschillen tussen varianten op hetzelfde tracé. Zo veroorzaakt een tunnel zowel minder geluidsbelasting als

luchtvervuiling aan het aangrenzende gebied dan een weg op maaiveld. Echter, bij de tunnelmonden treedt dan een accumulatie op van die geluidsbelasting en luchtvervuiling. De geluidsbelasting en luchtvervuiling worden in beeld gebracht met respectievelijk dB en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor de variantenbibliotheek kan het waardevol zijn om het aantal woningen te vermelden dat door de implementatie van een variant niet meer voldoet aan de voorkeursgrenswaarde voor geluid (48 dB) en aan de in Hoofdstuk 4 genoemde normen voor concentraties stikstof en fijnstof. Door deze gegevens te vergelijken met de projectcontext kunnen de effecten van de varianten worden bepaald. Bovendien kunnen dan verschillende varianten vergeleken worden met betrekking tot geluid en lucht. De noodzaak om aanvullende maatregelen, zoals geluidschermen, toe te passen om aan de gestelde normen te voldoen kan daarbij worden vermeld.

Het vermelden van de aantasting van natuurwaarden en waterlopen is slechts relevant wanneer natuurwaarden en waterlopen aanwezig zijn en de varianten daar (verschillende) invloed op hebben. De mate van aantasting van natuurwaarden en waterlopen dient vastgelegd te worden als: niet, gering, behoorlijk of veel, inclusief een beargumentatie waarom het die classificatie heeft gekregen. Voor het aantasten van cultuurhistorie en deels ook voor de aantasting van landschappelijke waarden geldt dezelfde vorm van vastlegging in de variantenbibliotheek. Bepaalde waardevolle landschappelijke lijnen kunnen bijvoorbeeld worden aangetast of de positieve beleving van het landschap kan (ten dele) verloren gaan. De gevolgen voor het landschap door de implementatie van een variant kan kwalitatief worden beoordeeld. Archeologie is met name bij de keuze van tracévarianten van belang. Aangezien eventuele archeologische vondsten pas bij de realisatie van de variant gevonden worden, zijn slechts verwachtingswaarden van archeologische vondsten voor de locaties van de desbetreffende varianten gewenst voor de variantenbibliotheek.

Met de externe veiligheid wordt de veiligheid bedoeld van mensen in de omgeving van de transportroute voor gevaarlijke stoffen. De externe veiligheid is onder te verdelen in het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Het plaatsgebonden risico is de kans dat een persoon overlijdt als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen. De grootte van dat risico is afhankelijk van de hoeveelheid stoffen die over de desbetreffende transportroutes worden vervoerd (Rijkswaterstaat, 2009). Het groepsrisico is de kans per jaar dat een groep personen in het invloedsgebied van een weg komt te overlijden als direct gevolg van een ongewoon voorval met gevaarlijke stoffen op die route. Bepalende factor daarbij is het aantal mensen dat zich in gebouwen dicht langs de weg bevindt (Rijkswaterstaat, 2009). Zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico kan kwantitatief worden gemaakt.

Bij het zoeken naar oplossingen kan het van belang zijn om de impact van een oplossing op de bestaande infrastructuur en op andere (lopende) projecten in beeld te brengen, zodat op netwerkniveau de meest optimale oplossingen kunnen worden gevonden. Wanneer verschillende projecten in hetzelfde

invloedsgebied gerealiseerd moeten worden, zou ingeschat moeten worden op welke manier die projecten elkaar beïnvloeden en op welke manier andere projecten de keuze voor een oplossing beïnvloeden. Tevens kan gekeken worden naar wat de effecten van een oplossing zijn op de reeds bestaande wegen. Het toevoegen van een weg in het netwerk kan de intensiteit(en) op andere wegen ongewenst doen toenemen. Zo kan er bijvoorbeeld gekozen worden om bepaalde wegen met elkaar te verbinden door middel van een halve aansluiting in plaats van een hele aansluiting. Met een halve aansluiting kan het verkeer niet vanuit alle richtingen een bepaalde weg op. Hiermee kunnen wegen ontlast worden en wordt het verkeer verdeeld over andere delen van het netwerk. De consequenties op het netwerk die een oplossing met zich meebrengt, kunnen erg projectspecifiek zijn, maar beïnvloeden de keuze en zouden daarom kwalitatief beschreven kunnen worden in de variantenbibliotheek door aan te geven of er een relatie bestaat tussen het desbetreffende project en andere projecten en/of infrastructuur. In het geval dat er sprake is van zo'n relatie, dient te worden aangegeven wat die relatie is.

Een gerealiseerd infrastructureel project is een onderdeel van het infrastructurele netwerk. Bij het uitvoeren van zo'n project moeten de effecten die verschillende varianten hebben op het netwerk inzichtelijk worden gemaakt.

Evaluatie

Uit de evaluatie blijkt dat esthetiek nog meegenomen zou kunnen worden. Bevindingen wat betreft esthetiek zouden dan positief of negatief kunnen worden beoordeeld en worden gedocumenteerd in de variantenbibliotheek met een uitleg waarom dat zo is. Verder wordt er geconcludeerd dat de belangrijkste informatie wat betreft de impact op de omgeving vermeld is.

Geconcludeerd kan worden dat de impact op de omgeving in directe verbinding staat met de projectcontext. Hierdoor is de impact die de variant op de omgeving heeft erg projectspecifiek, maar kan desondanks wel bepalend zijn in de variantenkeuze. Het meenemen van deze informatie kan dan ook als waardevol worden beschouwd.

Ruimtebeslag

Een variant die te groot is voor de locatie waarop het moet worden geïmplementeerd is eenvoudigweg niet haalbaar. Het ruimtebeslag wordt in vijf van de zes projectdocumenten genoemd en door zeven respondenten aangegeven als nuttige informatie voor de variantenbibliotheek, zie Tabel 14.

Tabel 14: Genoemde informatie, ruimtebeslag

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Ruimtebeslag	7	5	-

Varianten kunnen verschillende afmetingen hebben, zo moet er bij een brug bijvoorbeeld rekening gehouden worden met het eventuele hoogteverschil dat overbrugd moet worden om een waterweg te kruisen. Bij een tunnel moet bijvoorbeeld genoeg ruimte beschikbaar zijn om de weg volgens een bepaalde, in de normen vastgestelde maximale, helling te laten dalen zodat de tunnel genoeg diepte heeft. Wanneer er bij die tunnel of brug aanvullende wensen komen van bijvoorbeeld een geluidswal in plaats van een geluidscherm, kan met het inzicht van het ruimtebeslag van die maatregelen eenvoudig worden geconcludeerd wat wel en niet haalbaar is in die situatie.

Evaluatie

Het vermelden van het ruimtebeslag wordt tijdens de evaluatie als belangrijk beschouwd.

Net als de kosten is de geometrie van de variant een kritieke factor in het wel of niet toe kunnen passen van die variant. Het vermelden van het benodigde ruimtebeslag van een variant, in m^2 , kan daardoor waardevol zijn voor vastlegging in de variantenbibliotheek.

Draagvlak

Het draagvlak vanuit de omgeving voor een bepaalde technische oplossing wordt ook gemeld als een nuttige toevoeging aan de variantenbibliotheek. Draagvlak staat niet in de bestudeerde projectdocumenten, maar wordt wel door de respondenten genoemd.

Tabel 15: Genoemde informatie, draagvlak

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Draagvlak	3	-	Gaat naar keuzeproces

Omdat het draagvlak niet altijd kwantitatief beschreven kan worden, zal het draagvlak voornamelijk kwalitatief moeten worden gedocumenteerd. Deze informatie zou inzicht kunnen geven in de eventuele weerstand tegen of voorkeur voor een variant, zodat er in de toekomst bij de overweging om die variant toe te passen rekening gehouden kan worden met de stakeholders. Het draagvlak kan worden weergegeven als (1) weerstand, (2) noch bezwaren noch voorstanders en (3) voorstand. Het toevoegen van de argumentatie voor of tegen een bepaalde variant kan het voor een volgend project duidelijk maken waar zich eventuele knelpunten voor kunnen doen met betrekking tot de belangen in de omgeving. Deze belangen kunnen specifiek voor een bepaalde omgeving gelden, desalniettemin kunnen die belangen duidelijkheid geven over waar een projectteam tegenaan kan lopen bij de keuze voor die desbetreffende variant.

Evaluatie

Tijdens de evaluatie worden twijfels uitgesproken of de informatie omtrent draagvlak bij de technische oplossing ondergebracht moet worden of bij het

keuzeproces. Voor de besluitvorming is het goed om te weten of een bepaalde oplossing kan rekenen op een bepaald draagvlak. Zo kan een tunnel doorgaans op meer draagvlak rekenen uit de omgeving dan een brug. Het draagvlak voor een bepaalde oplossing is echter ook weer afhankelijk van de andere mogelijkheden. Hieruit wordt geconcludeerd dat het draagvlak uiteindelijk ondergebracht wordt bij het keuzeproces, zodat daar aangegeven kan worden hoe de varianten zich onderling verhouden in het kader van draagvlak.

Door de mogelijke weerstand vanuit de omgeving voor een bepaalde oplossing inzichtelijk te maken, kunnen eventuele knelpunten in de besluitvorming eerder worden voorzien en kan daarop worden geanticipeerd. De informatie omtrent draagvlak krijgt daarom een plaats bij het keuzeproces.

Ervaring met variant

De op ervaring gebaseerde afwegingen worden in de ogen van de respondenten zelden expliciet gemaakt; het archiveren van kennis zit niet in het DNA van een Rijkswaterstaatmedewerker. Het is dan ook niet altijd even gemakkelijk om de op de ervaringen gebaseerde afwegingen te documenteren, al is daar wel behoefte aan, zie Tabel 16.

Tabel 16: Genoemde informatie m.b.t. de ervaring met een variant

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Ervaring met variant	7	-	Andere naamgeving, namelijk "bevindingen over variant"
Innovaties	3	-	-
Voor- en nadelen variant	5	-	-

Door het noteren van de voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden zouden anderen, die in de toekomst vergelijkbare afwegingen moeten maken, hier lering uit moeten kunnen trekken. Een korte uitleg over wat de voor- en nadelen zijn van de verschillende varianten die de variantenkeuze kunnen beïnvloeden zou kunnen volstaan.

Een terugkoppeling van de prestaties van een variant kan helpen in welke mate een variantenkeuze succesvol is gebleken. Op die manier kan worden geëvalueerd of bepaalde aannames die vooraf gemaakt zijn inderdaad zo hebben uitgepakt en of bepaalde prestaties ook daadwerkelijk behaald zijn door die variant. Het gaat hier om projectspecifieke ervaringen, maar het kan voor volgende projecten waardevol zijn op het moment dat die variant wordt overwogen.

"Het archiveren van kennis zit niet in het DNA van een Rijkswaterstaatmedewerker."

Behalve het evalueren van hoe verschillende oplossingen hebben uitgepakt, bestaat er ook behoefte om innovaties vast te leggen, zie voorbeeld hieronder. Deze innovaties liggen vaak bij de aannemer, waardoor de tot in detail uitgewerkte eigenschappen van die oplossing niet bekend zijn; de aannemer wil namelijk zijn concurrentiepositie niet verzwakken door die gegevens prijs te geven. Door de ervaringen die met een oplossing zijn opgedaan wèl te documenteren, kunnen in een nieuw project waarbij een aannemer dezelfde oplossing kiest, mogelijke nadelen eerder worden herkend. Het vermelden van nieuwe eigenschappen van de variant ten opzichte van reeds bestaande varianten zou voldoen.

Evaluatie

Tijdens de evaluatie wordt bevestigd dat het delen van ervaringen de reden is dat er zo'n variantenbibliotheek moet worden opgezet. Het delen van informatie over de voor- en nadelen van varianten, evenals over innovaties worden als pluspunten gezien. De benaming van "ervaring met variant" kan wellicht iets anders worden geformuleerd. Het woord ervaring impliceert hier ook het aantal keer dat de variant is toegepast, terwijl daar niet de nadruk op gelegd wordt. De benaming "ervaring met variant" wordt zodoende vervangen door "bevindingen over variant".

Het terugkoppelen van bevindingen over oplossingen zou erg interessant zijn om op te nemen in de variantenbibliotheek. Tijdens eerdere fases in een project kan dan rekening worden gehouden met 'nieuwe' mogelijkheden in latere fases van dat project. Wanneer deze 'nieuwe' mogelijkheden eerder bekend zijn kan daar tijdens de besluitvorming op worden geanticipeerd, zodat die oplossingen niet bij voorbaat worden uitgesloten.

Voorbeeld:

Door Rijkswaterstaat was in eerste instantie bedacht dat er een stalen deur in de sluis zou komen met heftorens die daardoor flink degelijk gebouwd zouden moeten worden. Die torens zouden veel beton en een bepaald bedienmechanisme met allerlei motoren moeten bevatten. Daar had Rijkswaterstaat ook een prijskaartje aangehangen.

Dan komt er vanuit de markt een ontwerp met een erg lichte deur die door middel van zwaartekracht op zijn plek gebracht wordt. Hierdoor konden de torens een stuk lichter worden, waardoor minder materiaal gebruikt hoeft te worden. De sluis was een stuk goedkoper. Dat is een slim ontwerp.

Echter, daar is geen of weinig documentatie van en ervaringen en monitoringsgegevens zijn niet vastgelegd. Dat is zonde, want die zouden goed van pas kunnen komen in volgende projecten.

5.2. Deelconclusie

Hieronder is in Tabel 17 weergegeven welke informatie benodigd blijkt te zijn met betrekking tot de technische oplossing.

Er is aangegeven of de informatie kwantitatief dan wel kwalitatief kan worden opgeslagen. Tevens is aangegeven hoe die informatie opgeslagen dient te worden, zodat uniformiteit kan ontstaan bij de wijze van informatie opslaan, wat het onderling vergelijken van technische oplossingen, oftewel varianten, mogelijk maakt.

Voor het vermelden van kwantitatieve informatie is weergegeven in welke eenheid de informatie moet worden opgeslagen. Bij het vermelden van kwalitatieve informatie is aangegeven met behulp van welke begrippen de informatie moet worden gedocumenteerd. Deze begrippen dienen te worden beargumenteerd met behulp van een toelichting.

Tabel 17: Opsomming genoemde informatie m.b.t. de technische oplossing

Informatie	Kwalitatief/ kwantitatief	Richtlijnen opslaan informatie
Kosten	Kwantitatief	
Investeringskosten	Kwantitatief	Euro's
Onderhoudskosten	Kwantitatief	Euro's per jaar
Sloopkosten	Kwantitatief	Euro's
Knel- en aandachtspunten uitvoerbaarheid	Kwalitatief	Vermelden van de knel- en aandachtspunten van de variant qua uitvoerbaarheid (zoals benodigde ruimte, tijd, materiaalgebruik, etc.)
Impact variant op doelstelling	Beide	
Verkeer (reistijdwinst en I/C-verhouding)	Beide	Verhoudingsgetal en reistijdwinst in minuten per voertuig
Verkeersveiligheid	Beide	Aantal verwachte (dodelijke) verkeersslachtoffers en de verwachting van hoe de verkeersgebruiker het zal gaan ervaren als: verslechterd/gelijk gebleven/verbeterd
Overig (zoals leefbaarheid en geven financiële impuls)	Kwalitatief	Noteren als: positieve/negatieve invloed en beargumenteren waarom dat zo is
Impact variant op omgeving	Beide	
Geluid	Kwantitatief	Aantal geluidsgevoelige objecten die een geluidsbelasting hebben van > 48 dB
Lucht	Kwantitatief	Aantal woningen in gebied met concentratie boven de toegestane norm

Relatie andere projecten en bestaande infrastructuur	Kwalitatief	Wel/niet sprake van een relatie met andere projecten en/of infrastructuur. Bij 'wel' vermelden wat die relatie is
Aantasting natuurwaarden en waterlopen	Kwalitatief	Classificeren als: niet/gering/behoorlijk/veel sprake van het aantasten van natuurwaarden en waterlopen. Bovendien beargumenteren
Aantasting cultuurhistorie, archeologie en landschap	Kwalitatief	Classificeren als: niet/gering/behoorlijk/veel sprake van het aantasten van cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Bovendien beargumenteren. Voor verschillende locaties van varianten de verwachtingswaarde voor archeologische vondsten noteren.
Externe veiligheid	Beide	Vermelden van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico
Esthetiek	Kwalitatief	Beoordeling van de variant qua vormgeving: positief/negatief
Ruimtebeslag	Kwantitatief	M^2
Bevindingen van variant	Kwalitatief	
Innovaties	Kwalitatief	In geval van een innovatieve variant, beschrijven wat er nieuw is aan deze variant ten opzichte van bestaande varianten
Voor- en nadelen variant	Kwalitatief	Het aangeven van de voor- en nadelen van de variant die de keuze tussen varianten kunnen beïnvloeden

De informatie uit Tabel 17 dient in de variantenbibliotheek te worden gedocumenteerd onder technische oplossing als die informatie beschikbaar is. Niet voor alle varianten is alle in Tabel 17 genoemde informatie van toepassing, wat kan leiden tot technische oplossingen die niet aan de hand van alle in Tabel 17 genoemde informatie worden beschreven. Voor de toepassing van CBR is het echter geen probleem dat per case niet alle informatie wordt opgeslagen; cases kunnen ook worden opgeslagen terwijl de informatie niet volledig is. Voor het aanbieden van technische oplossingen op verschillende abstractieniveaus biedt het niet verplicht documenteren van alle informatie uit Tabel 17, net als bij de projectcontext, de mogelijkheid om cases op verschillende abstractieniveaus te kunnen opslaan; voor keuzes op een hoog abstractieniveau is andere informatie van belang dan op een lager abstractieniveau.



Op het moment dat aan de hand van de informatie uit Hoofdstuk 4 source cases gevonden zijn die vergelijkbaar zijn met de target case, kunnen de varianten uit die source cases onderling vergeleken worden aan de hand van de informatie uit Tabel 17. Uit die vergelijking kan worden geconcludeerd welke variant passend kan zijn in de application context.

6. Resultaten keuzeprocess

Het proces om tot een juiste oplossing te komen verschilt per project. Elk project vindt plaats in een andere situatie. Wanneer een project te maken heeft met eenzelfde probleem als een voorgaand project, bepaalt de situatie waarin het probleem zich voordoet welke keuzes worden gemaakt.

De varianten die uit de variantenbibliotheek komen moeten informatie bevatten die het mogelijk maakt ze onderling af te wegen, zodat een keuze kan worden gemaakt tussen die varianten. Hier wordt doorgaans een MCA voor gebruikt. Bij een MCA worden mogelijke oplossingen op basis verschillende criteria afgewogen. Met behulp van een weging kan worden bepaald welke criteria het belangrijkste zijn. Echter, de variant die als "beste" uit de MCA komt, wordt niet automatisch gekozen. Zo kan het voorkomen dat een probleem dat zich nu voordoet zich jaren later weer voordoet, maar dat er vanwege een economische crisis om budgettaire redenen een andere oplossing wordt gekozen.

Het documenteren van het keuzeprocess moet duidelijkheid bieden in het besluitvormingsproces.

De volgende protocollen zijn voor dit hoofdstuk gebruikt:

Protocol A.1, A.2 en A.3.

6.1. Benodigde informatie keuzeprocess

Hieronder volgen de categoriën van informatie die kunnen helpen bij het herleidbaar maken van keuzes. In Bijlage B.7 is te zien door welke respondenten en in welke documenten de beschreven informatie is genoemd.

Beoordelingscriteria

Bij het keuzeprocess van varianten worden beoordelingscriteria toegepast; in alle bestudeerde projectdocumenten komen die criteria terug en hebben ze invloed gehad op de variantenkeuze. Tevens geeft 60% van de respondenten aan die criteria belangrijk te vinden voor de variantenbibliotheek.

Tabel 18: Genoemde informatie, beoordelingscriteria

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Beoordelingscriteria	9	6	Toegepaste wegingen zouden hier ook beargumenteerd moeten worden

De beoordelingscriteria worden gebruikt bij zowel een MCA als bij een MKBA. Bij de MCA worden varianten door middel van verschillende criteria afgewogen, waarbij de criteria verschillende wegingen kunnen hebben. De criteria kunnen kwantitatief of kwalitatief worden beoordeeld. De MKBA wordt gebruikt wanneer er inzicht nodig is in de maatschappelijke kosten en baten van een mogelijke

oplossing. Bij de MKBA worden de scores op de beoordelingscriteria uitgedrukt in monetaire eenheden. De bekende scores van varianten op de verschillende criteria zijn in de ogen van de respondenten belangrijke informatie voor de variantenbibliotheek. Wanneer de scores en de gekozen variant bekend zijn, kan worden geconcludeerd welke criteria, en daarmee ook welke varianteigenschappen, de doorslag hebben gegeven.

Door het analyseren van de criteria, de scores op die criteria en de externe belangen, kan worden gekeken of volgens de gebruikte criteria de "beste" oplossing is gekozen, of dat er door externe belangen een andere oplossing is gevonden. Een nadeel hiervan is dat er volgens enkele respondenten is aangegeven dat de weging van de MCA-criteria "nog wel eens" wordt aangepast om de voorkeursvariant het beste te laten scoren. Terwijl de weging een manier is om uit te drukken in welke projectcontext welke criteria belangrijk zijn, wordt de weging dan gebruikt als een middel om de keuze te sturen. Dat betekent een omgekeerd gebruik van waar de weging oorspronkelijk voor bedoeld is. Wanneer de argumenten voor de wegingen expliciet gemaakt kunnen worden zou dat een toevoeging zijn om het keuzeproces betrouwbaarder te beschrijven. Door de argumentatie van de weging op te nemen in de variantenbibliotheek wordt inzichtelijk gemaakt waarom bepaalde criteria belangrijker worden geacht dan andere criteria.

In verschillende situaties worden verschillende criteria gebruikt. Dat betekent dat er onderling verschillen zitten tussen zowel varianten als projecten met betrekking tot de set van beoordelingscriteria die worden meegenomen bij de variantenkeuze. De gebruiker wenst de voor hem belangrijkste criteria te kunnen benoemen. Dat betekent dat er van een standaard lijstje met criteria niet alle criteria gebruikt hoeven worden, en dat de mogelijkheid geboden moet worden om criteria toe te voegen. Dat is een consequentie van de diversiteit aan projecten en varianten, waardoor het uitvoeren van uniforme vergelijkingen niet eenvoudig is.

Evaluatie

Het toevoegen van de beoordelingscriteria wordt bij het evalueren niet bediscussieerd. Volgens de respondenten spreekt het meenemen van de beoordelingscriteria in de variantenbibliotheek voor zich. Ze merkten verder op om ook de wegingen van de gebruikte criteria mee te nemen. Bovendien zouden de criteria waarop beoordeeld wordt nog gekoppeld kunnen worden aan de stakeholders die belang hebben bij dat specifieke criterium. Deze aanvullingen kunnen tekstueel door de gebruiker van de variantenbibliotheek worden vermeld in de daarvoor bedoelde tekstvakken.

Het aangeven van welke beoordelingscriteria bepalend zijn geweest in de keuze voor een variant, de wegingen van die criteria en de beargumentatie voor die wegingen moeten het keuzeproces navolgbaar maken. Met deze informatie kan worden achterhaald waar in een bepaalde situatie de prioriteit lag en waarom.

Stakeholders

Infrastructurele projecten hebben doorgaans impact op de omgeving waarin ze worden geïmplementeerd. De projecten kunnen daarmee verschillende belangen van partijen uit die omgeving beïnvloeden. Om binnen de mogelijkheden een zo groot mogelijk draagvlak te creëren zouden die belangen moeten worden meegenomen in het keuzeproces. In Tabel 19 is te zien dat het merendeel van de respondenten dit essentiële informatie vindt bij de variantenanalyse. Bovendien komt het betrekken van stakeholders terug als aandachtspunt in vijf van de zes projectdocumenten.

Tabel 19: Genoemde informatie m.b.t. stakeholders

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Stakeholders	12	5	-
Belangen	5	-	Koppelen aan beoordelingscriteria
Invloed	6	-	-

Behalve dat stakeholders uit de omgeving plannen niet zien zitten, kunnen de stakeholders ook met extra ideeën komen om de oplossing in hun ogen te optimaliseren. De extra maatregelen die vanuit de omgeving geïnitieerd worden en geen directe invloed hebben op de doelmatigheid van de oplossing kunnen in beeld gebracht worden. Deze "extra's" kosten vaak meer geld. Wanneer besloten wordt dat die extra's toch worden toegepast moet er normaalgesproken geld beschikbaar komen van externe partijen, zoals gemeenten, provincies of zelfs vanuit het bedrijfsleven. Uiteindelijk gaat het erom wie die extra's financiert en wat de uiteindelijke voordelen ervan zijn.

"De extra maatregelen die vanuit de omgeving geïnitieerd worden en geen directe invloed hebben op de doelmatigheid van de oplossing moeten door externe partijen worden gefinancierd."

Keuzes op een hoog abstractieniveau zijn, zoals eerder gezegd, politiek beladen. Daarnaast liggen de keuzes op een lager abstractieniveau vaak bij de aannemer. Het aangeven wie bevoegd is om welke beslissing te nemen is aan te bevelen in het kader van de invloed die verschillende stakeholders hebben.

Evaluatie

Tijdens de evaluatie wordt benadrukt dat de stakeholders zeker meegenomen moeten worden in de variantenbibliotheek. Door te weten welke stakeholders bij de keuzes betrokken waren kan de projecthistorie worden gelezen. Voor volgende projecten kan dan eerder geanticipeerd worden op problemen die een rol hebben gespeeld met betrekking tot die stakeholders. Dan kan achterhaald worden waarmee een projectteam te dealen kan krijgen, zodat problemen wellicht in de toekomst kunnen worden voorkomen. Ook het aangeven van de invloed van stakeholders is van belang, aangezien Rijkswaterstaat als overheid

zijnde ook moet omgaan met ondergesneeuwde belangen van stakeholders met geringe invloed.

Het documenteren van de belangen van verschillende stakeholders die een rol hebben gespeeld in de variantenkeuze, alsmede het vastleggen van de invloed die deze stakeholders op het project hebben, moeten helpen bij het inzichtelijk maken van de redenen waarom een bepaalde variant de voorkeur geniet. De invloed van de afzonderlijke stakeholders kan worden geclassificeerd als: geen/gering/behoorlijk/veel.

Afwijkingen van sobere en doelmatige oplossingen beargumenteren

De beoogde gebruiker wil inzicht krijgen in de redenen waarom er wordt afgeweken van de sobere en doelmatige oplossing, zie Tabel 20.

Tabel 20: Genoemde informatie, beargumenteren afwijkingen sobere en doelmatige oplossing

Informatie	Aantal keer genoemd		Opmerkingen evaluatie
	Interviews	Documenten	
Beargumenteren afwijkingen sobere en doelmatige oplossing	8	-	Twijfel of politiek beladen afwegingen worden vermeld in de variantenbibliotheek

Rijkswaterstaat gaat bij het realiseren van projecten uit van een sobere en doelmatige oplossing; de uiteindelijk gerealiseerde variant moet dusdanig functioneren dat het het probleem oplost. De variant die volgens een functionele benadering de meeste waarde toevoegt op de bestaande infrastructuur krijgt vanuit de primaire doelen de voorkeur.

De beargumentatie met betrekking tot eventuele afwijkingen van de meest sobere en doelmatige oplossing moet inzicht geven in de redenen waarom die afwijkingen zich voordoen. Zo kan een toekomstige raadpleger van de variantenbibliotheek begrijpen waarom er in een bepaalde situatie een oplossing is gekozen die wat betreft de doelmatigheid niet voor de hand zou liggen. Dit kan als voordeel hebben dat bekeken kan worden of die afwijking ook voor een huidig project als goede oplossing gezien kan worden.

Zoals eerder onder het kopje stakeholders is vermeld, moeten extra's die door betrokken partijen anders dan Rijkswaterstaat geïnitieerd zijn extern gefinancierd worden. Bij die extra's kan het gaan om aspecten als vormgeving die niet bijdragen om de doelmatigheid van de oplossing te optimaliseren. Een voorbeeld is dat een provincie een mooie entree wilt hebben voor de automobilisten die hun provincie binnenrijden. Aan de andere kant kan het ook gaan om de grove ontwerpkeuzes tussen een brug en tunnel. Waar een brug een goedkopere oplossing is wanneer er primair naar de initiële investeringskosten wordt gekeken, kunnen stakeholders uit de omgeving om, bijvoorbeeld

landschappelijke of cultuurhistorische motieven, wensen dat er toch een tunnel komt.

Evaluatie

Uit de evaluatie kan geconcludeerd worden dat het goed is dat deze informatie wordt opgenomen in de variantenbibliotheek onder het keuzeproces. Echter, er bestaat enige twijfel of de afwijkingen als gevolg van politiek beladen afwegingen hier wel worden gedocumenteerd. De reden hiervoor is dat politiek gevoelige issues niet zo snel worden vastgelegd. Het kan desondanks wel nuttige informatie zijn om mee te nemen in het keuzeproces, vooral voor toekomstige projecten die die informatie op kunnen roepen.

De beargumentatie van afwijkingen ten opzichte van de sobere en doelmatige oplossing tonen aan waarom een sobere en doelmatige oplossing in een bepaalde situatie niet als toereikend wordt gezien. Die argumentatie kan in een nieuwe situatie met gelijksoortige problematiek helpen bij het vinden van een gepaste oplossing. Deze informatie hoeft slecht te worden opgeslagen indien daadwerkelijk is afgeweken van de sobere en doelmatige oplossing.

Voorbeeld:

Omdat de hoogte van de Ramspolbrug niet meer toereikend was voor de scheepvaart die onder de brug door voer, moest de Ramspolbrug, met een beweegbaar deel boven het midden van de vaarweg worden vervangen. De nieuwe brug moet in het midden een hoogte hebben van 11 meter, ruim genoeg voor klasse vijfschepen. Voor grote schepen over die vaarweg hoeft de brug daarom niet meer open. Deze keuze is gemaakt in het voortraject. Echter, in het achterland, in Vollenhove, zit een luxe jachtenbouwer, Huisman. Dit is een erg belangrijke werkgever in de omgeving die veel werk genereert. Huisman was niet gelukkig met de locatie van het beweegbare deel van de nieuwe brug. Als Huisman daar aankomt met een zeiljacht van 80 meter, met een boot ervoor en erachter, kan hij bij de nieuwe brug de draai niet maken. Toen is Huisman een lobby gestart. Hij heeft het uiteindelijk voor elkaar gekregen dat het beweegbare deel vijf meter is opgeschoven richting de vaargeul. Dat heeft het project een miljoen euro duurder gemaakt. Daar heeft Huisman echter ook aan meebetaald, net als de provincie Overijssel. De minister van Infrastructuur en Milieu begreep de problematiek en toen kwam er een wijziging voor de locatie van dat beweegbare deel, terwijl die locatie in eerste instantie al vast lag in de planstudie en het OTB (ontwerp Tracébesluit) en het TB (Tracébesluit).

6.2. Deelconclusie

Hieronder is door middel van een opsomming weergegeven welke informatie nuttig blijkt te zijn voor het keuzeproces. Het gaat hierbij om louter kwalitatieve informatie. Draagvlak is hierheen verplaatst vanuit de technische oplossing, zie Hoofdstuk 5.

Bij het vermelden van de informatie is aangegeven met behulp van welke begrippen de informatie moet worden gedocumenteerd. Deze begrippen dienen te worden beargumenteerd met behulp van een toelichting.

Tabel 21: Opsomming genoemde informatie m.b.t. het keuzeproces

Informatie	Richtlijnen opslaan informatie
Beoordelingscriteria	Opnoemen van criteria die een cruciale rol hebben gespeeld bij de variantenkeuze. Daarnaast de wegingen van die criteria noemen en beargumenteren
Stakeholders	
Belangen	Per stakeholder de belangen beschrijven die meegenomen zijn bij het afwegen van varianten
Invloed	Aangeven per stakeholder of die geen/geringe/behoorlijke/veel invloed heeft gehad op de variantenkeuze
Argumentatie afwijken doelmatige oplossing	Slechts noteren in geval van het afwijken van de sobere en doelmatige oplossing
Draagvlak	Algemene beoordeling van het draagvlak voor de gekozen variant in relatie tot de afgefallen varianten. Weergeven als: weerstand/ noch bezwaren noch voorstanders/ voorstand

De informatie uit Tabel 21 dient in de variantenbibliotheek te worden opgeslagen onder keuzeproces als die informatie inzicht geeft over de wijze hoe keuzes tot stand zijn gekomen. In een politiekgestuurde organisatie als Rijkswaterstaat kan de informatie omtrent het keuzeproces van meerwaarde zijn, omdat de gekozen variant niet altijd een logisch gevolg is van de beschreven projectcontext. Zo kan de informatie uit Tabel 21 inzicht geven waarom er in een situatie gekozen is voor een bepaalde variant. Ook hier geldt, net als bij de projectcontext en technische oplossing, dat slechts de informatie gedocumenteerd moet worden die de variantenkeuze ook daadwerkelijk heeft beïnvloed.

7. Reflecterende literatuurstudie

Bij dit onderzoek is tot nu toe uitgegaan van informatie die de potentiële gebruiker nuttig acht voor de variantenbibliotheek. Bovendien is achterhaald welke informatie bij variantenanalyses wordt gebruikt door het bestuderen van projectdocumenten. Om te bepalen of deze informatie overeenkomt met de bestaande literatuur wordt er een reflecterende literatuurstudie gedaan. Aan de hand van de tot dusver gevonden informatie (omtrent projectcontext, technische oplossing en keuzeprocess) wordt onderzocht of die informatie daadwerkelijk gebruikt wordt bij het afwegen van varianten en, waar nodig, kan worden aangevuld.

Het volgende protocol is voor dit hoofdstuk gebruikt:

Protocol A.4.

7.1. Projectcontext

Door de integratie van gebiedsontwikkeling en het plannen van infrastructuur spelen er steeds meer factoren een rol die de context bepalen waarin het project moet worden uitgevoerd (Heeres, Tillemma & Arts, 2012b). Zo is er sprake van een toenemende verandering van de vraag en veranderende regelgeving (Störmer, E., Truffer, B., Dominguez, D., Gujer, W., Herlyn, A., Hiesl, H., et al. 2009). In deze paragraaf wordt geanalyseerd wat de literatuur zegt over de eerder in dit onderzoek achterhaalde informatie omtrent de projectcontext.

Doelstelling

De doelstelling bij het aanleggen van infrastructuur is hoofdzakelijk het beter bereikbaar maken van bepaalde gebieden (Ortega, Otero, & Mancebo, 2014).

Bereikbaarheid wordt niet overal hetzelfde omschreven. In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte definieert het Rijk bereikbaarheid als de moeite uitgedrukt in tijd en kosten per kilometer die het gebruikers kost om van deur tot deur hun bestemming te bereiken (Planbureau voor de Leefomgeving, 2015). Het verkorten van de reistijd is dus een belangrijk onderdeel van het verbeteren van de bereikbaarheid van een gebied. Deze reistijdwinst heeft vooral voordelen voor de bedrijven, maar ook voor de werknemers die hierdoor meer vrije tijd hebben (Condeço-Melhorado, Tillemma, de Jong, & Koopal, 2014). Hierdoor heeft het aanleggen van infrastructuur als doel om van waarde te zijn op zowel sociaal als economisch gebied.

Rijkswaterstaat streeft er naar om door samenwerking duurzame oplossingen te vinden voor een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland. (Rijkswaterstaat, 2015). De gebiedsgeoriënteerde benadering is hierdoor herkenbaar in wat Rijkswaterstaat nastreeft. Dat betekent dat de geboden oplossingen, naast de eerder beschreven bereikbaarheid, ook bij moeten dragen aan de veiligheid en leefbaarheid van Nederland.

Het verkorten van de reistijd is bij de interviews en projectdocumenten naar voren gekomen. De monetaire kosten die de gebruiker moet maken om ergens te komen is eerder in dit onderzoek niet naar voren gekomen. Doelstellingen in in het kader van leefbaarheid en veiligheid zouden aan de informatie omtrent de doelstelling kunnen worden toegevoegd als de gebruiker hier meerwaarde in ziet voor zijn of haar project.

Er wordt geconcludeerd dat reistijdwinst, evenals de leefbaarheid en veiligheid van de gebieden rondom de te plannen infrastructuur wordt bevestigd door de literatuur als nuttige informatie voor de variantenbibliotheek. Voor de I/C-verhouding is geen bevestiging gevonden.

Budget

Het genereren en het selecteren van alternatieven in civieltechnische projecten zijn, naast de technische eisen, sterk afhankelijk van de economische mogelijkheden (Fernández-Sánchez, Berzosa, Barandica, Cornejo, & Serrano, 2015). Het beschikbare geld, oftewel het budget, voor een project is daar onderdeel van.

Door de gebiedsgeoriënteerde benadering van het plannen van infrastructuur spelen de wensen van lokale overheden, zoals gemeenten die de belangen van hun inwoners behartigen, mee in de uiteindelijke besluitvorming. De lokale overheden zullen hierdoor betrokken worden bij het financieren van integrale oplossingen (Condeço-Melhorado et al. 2014). De focus bij de lokale overheden zal hierbij liggen op de omgeving naast de aan te leggen infrastructuur, zodat alle drie duurzaamheidsprincipes, sociale, economische en milieukundige principes, weer de aandacht krijgen.

Vanwege de integrale benadering van infrastructurele projecten waarbij verschillende belangen een rol spelen wordt er door verschillende partijen geld beschikbaar gesteld. Dit komt overeen met de informatie uit de interviews. Zowel het beschikbare budget als de partijen die dat budget beschikbaar stellen worden daarmee bevestigd in de literatuur.

Locatie

Voordat er wordt besloten dat en in welke vorm er in infrastructuur wordt geïnvesteerd, wordt ook naar eventueel negatieve effecten gekeken. Dit kan leiden tot een botsing tussen economische belangen en belangen in de milieusfeer (Pettersson, 2013).

Ortega et al. (2014) stelt dat onder de lokale territoriale aspecten het volgende wordt verstaan: de landschappelijke kwaliteit, de biodiversiteit en de kwaliteit van het landgebruik. De landschappelijke kwaliteit is eerder in het onderzoek geclassificeerd als aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden. Het verschil is echter dat Ortega et al. (2014) het slechts heeft over de landschappelijke waarden, terwijl vanuit de interviews en documenten ook cultuurhistorie en archeologie als mogelijk aan te tasten waarden zijn aangemerkt. Onder de biodiversiteit wordt o.a. de fragmentatie van leefgebieden

verstaan waardoor organismen zich moeilijker kunnen verspreiden. Ook Pettersson (2013) noemt de fragmentatie van het landschap een serieus probleem bij de aanleg van infrastructuur. Deze informatie kan worden vergeleken met de ligging van natuurgebieden dat in de interviews en de projectdocumenten naar voren is gekomen. De kwaliteit van het landgebruik heeft min of meer dezelfde inhoud als de huidige functies, zoals beschreven in Hoofdstuk 4. Tevens wordt de beschikbare ruimte gezien als een belangrijk aandachtspunt, zeker in een dichtbevolkt land als Nederland (Priemus & Visser, 1995).

In de gebiedsgeoriënteerde benadering is het van belang de locatie waar gebouwd moet gaan worden in beeld te brengen. Het belang van milieu en duurzaamheid wordt daarmee erkend in de literatuur. Voor het vermelden van de aanwezige cultuurhistorie en archeologie wordt echter geen bevestiging gevonden in de literatuur.

Bodem

Terwijl de bodem in zowel de interviews als de projectdocumenten naar voren komt als nuttige informatie voor de variantenbibliotheek, is er in de literatuur geen bevestiging gevonden dat de bodem een rol speelt bij het afwegen van varianten.

Milieu

Onder milieu vallen in dit onderzoek de luchtkwaliteit en het geluidsniveau. Deze aspecten zijn in de interviews en projectdocumenten naar voren gekomen als informatie die van toegevoegde waarde kan zijn bij het beschrijven van de projectcontext.

In verschillende onderzoeken wordt zowel lucht als geluid genoemd als belangrijke informatie bij de besluitvorming omtrent infrastructuur (Pettersson, 2013; Priemus et al. 1995; Korytářová & Hromádka, 2014). In deze paragraaf gaat het om het beschrijven van de projectcontext, terwijl in de geciteerde onderzoeken veelal wordt gesproken over de effecten die bepaalde oplossingen teweegbrengen in de omgeving. In de vorm van de variantenbibliotheek, volgens de theorie van CBR, waarin ook de projectcontext beschreven moet worden (als probleem zijnde) wordt geacht dat de luchtvervuiling en geluidsbelasting voor implementatie van de variant ook beschreven moet worden, teneinde de door de variant veroorzaakte veranderingen aan te kunnen geven.

Korytářová et al. (2014) noemt ook watervervuiling als effect dat wordt veroorzaakt door de aanleg van infrastructurele projecten. Watervervuiling wordt, in dit verband gezien, veroorzaakt door een toenemend aantal motorvoertuigen dat door een gebied rijdt.

De literatuur ondersteunt het belang van luchtvervuiling en geluidsoverlast bij het bepalen van de projectcontext voor de variantenbibliotheek. Daaruit wordt geconcludeerd dat lucht en geluid meegenomen moeten worden in de variantenbibliotheek voor het beschrijven van de projectcontext. Het vermelden

van de huidige watervervuiling in het gebied waar een variant gebouwd gaat worden zou een toevoeging kunnen zijn onder milieu bij de projectcontext.

Positie probleem

Problemen zijn vaak niet opzichzelfstaand. De toenemende aandacht voor duurzame gebiedsontwikkeling leidt ertoe dat infrastructuur, gebiedsontwikkeling en milieu vaak worden geïntegreerd (Geerlings & Stead, 2003). Door deze integratie kunnen er raakvlakken ontstaan met andere problemen (ook niet-infrastructurele problemen) en kunnen te maken keuzes daardoor worden beïnvloed. Het aangeven hoe de projectcontext is ontstaan en wat de raakvlakken zijn met andere problemen kunnen inzicht geven in de situatie waar een oplossing voor moet worden gekozen. In de literatuur is geen bevestiging gevonden om de positie van het probleem op te nemen in de variantenbibliotheek. Echter, vanwege de integrale benadering bij het plannen van infrastructuur kan het in de variantenbibliotheek opnemen van de positie van het probleem worden ondersteund.

Projectspecifieke randvoorwaarden

Zoals hierboven is beschreven moet er bij het plannen van infrastructuur rekening worden gehouden met uiteenlopende aspecten, zoals milieu, budget, locatie, etc. Deze aspecten zouden een project beperkingen kunnen opleggen met betrekking tot de keuzeruimte voor een variant. Het vermelden van de randvoorwaarden voor de variantenkeuze kan helpen bij het beschrijven van de projectcontext. De noodzaak van het vermelden van de projectspecifieke randvoorwaarden in de variantenbibliotheek kan, net als het vermelden van de positie van het probleem, worden ondersteund aan de hand van de literatuur.

7.2. Technische oplossing

Oplossingen in de infrastructuur worden in verschillende vormen aangeboden. Dat is het gevolg van de geboden mogelijkheden door het toenemende aantal technische oplossingen (Störmer et al. 2009). Deze oplossingen zouden uitkomst moeten bieden voor projectcontexten die aan de hand van de in Sectie 7.1 behandelde informatie worden beschreven. In deze paragraaf wordt geanalyseerd wat de literatuur zegt over de eerder in dit onderzoek achterhaalde informatie omtrent de technische oplossing.

Kosten

Infrastructurele projecten worden gefinancierd door de overheid, eventueel in samenwerking met private partijen.

Als gevolg van de economische crisis in 2007, namen zowel overheden als private partijen hun financiën in heroverweging. Inkomsten en uitgaven worden daarom opnieuw gebalanceerd (Heeres et al. 2012b). Door te weten hoeveel een bepaalde variant kost, kan de overheid afwegen of ze dat geld voor een variant met bepaalde kenmerken over heeft en of dat een verantwoordelijke beslissing zal zijn met het oog op doelmatigheid. Daarbij wordt ook aandacht gegeven aan de duurzaamheid van de oplossing door het onderhoud tijdens de levenscyclus

van de oplossing tot een minimum te beperken (Ugwua, Kumaraswamy, Kungb, & Ng, 2005). De life cycle kosten zijn daarbij naast de investeringskosten een belangrijk aspect bij het beoordelen van varianten. Deze informatie steunt de inzichten van de verschillende Rijkswaterstaatmedewerkers dat zowel investeringskosten als onderhoudskosten bepalend zijn bij de keuze van een variant (zie Hoofdstuk 5).

Er wordt bevestigd dat de kosten van een variant moeten worden meegenomen in de variantenbibliotheek.

Uitvoerbaarheid

Uit het bestuderen van de literatuur is geen bevestiging gekomen dat informatie omtrent de uitvoerbaarheid van een variant relevant is voor de variantenanalyse. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de uitvoerbaarheid van een variant later in het proces pas ter sprake komt en daarom in de planuitwerkingsfase nog onvoldoende aandacht krijgt.

Impact op doelstelling

Varianten zijn onderdeel van een project met een doelstelling. De keuze voor een variant kan invloed hebben op het behalen van de projectdoelstelling. Zoals bij de projectcontext is beschreven is de doelstelling van de Nederlandse overheid om Nederland goed bereikbaarheid te houden. In het kader van bereikbaarheid worden projecten uitgevoerd om de reistijd te verkorten.

De verschillende varianten zullen verschillende impact hebben op de doelstelling. Om de beste variant te kunnen kiezen wordt de impact die de varianten op die doelstelling hebben hier vermeld. Behalve op de doelstelling bereikbaarheid, kan die impact ook betrekking hebben op leefbaarheid en veiligheid.

Net als de doelstelling bij de projectcontext, wordt het vermelden van de impact van de variant op die doelstelling deels bevestigd door de literatuur.

Impact op omgeving

Wanneer varianten worden afgewogen moet een breed scala aan impacts die de varianten op de omgeving kunnen hebben in kaart worden gebracht om de maatschappelijk meeste gewenste oplossing te kunnen vinden (Störmer et al. 2009).

Bij het evalueren van de effecten van de infrastructuur is het onder andere belangrijk dat de effecten op het bredere netwerk bekend zijn (Laird, Nellthorp, & Mackie, 2005). Zo kan een aanpassing op een bepaald deel van het netwerk gevolgen hebben voor andere delen van dat netwerk, zoals een toe- of afname van het aantal motorvoertuigen. Tevens kan het beter bereikbaar maken van een gebied weer tot gevolg hebben dat de economische activiteiten daar toenemen (Condeço-Melhorado et al. 2014).

Door de integrale benadering van gebiedsontwikkeling in combinatie met het realiseren van infrastructuur, wordt bij het plannen van de infrastructuur, naast

de bestaande infrastructuur en toenemende bedrijvigheid, ook andere bestaande functies, zoals huisvesting, recreatie, en natuur, in acht genomen (Heeres et al. 2012b). Daarnaast heeft de aanpassing van de infrastructuur ook impact op de natuurlijke en milieukundige aspecten in de omgeving, die door de aanleg van infrastructuur meestal negatief worden beïnvloed. Petterson (2013) bevestigt dat de volgende informatie belangrijk is bij het afwegen van verschillende varianten: geluid, lucht, de fragmentatie van het landschap en verkeersongelukken. Ongelukken kunnen onder externe veiligheid worden geschaard, waarbij de mogelijke effecten op de omgeving die door die ongelukken kunnen ontstaan in beeld worden gebracht.

Bij het realiseren van infrastructuur worden luchtvervuiling en geluidsoverlast gezien als de grootste bedreigingen voor de gezondheid van mensen die in een aangrenzend gebied wonen. Vooral de uitstoot van NO₂ en CO wordt gezien als problematisch (Busscher, Tillema, & Arts, 2012). Consequenties voor de geluidsoverlast en luchtvervuiling worden dan ook goed in acht genomen bij de besluitvorming voor nieuwe infrastructuur. Tevens kan de omgeving worden geconfronteerd met toenemende watervervuiling als gevolg van de implementatie van een variant (Korytářová et al. 2014).

De bestudeerde literatuur biedt bevestiging voor de impact van een variant op de omgeving, zoals die door de geïnterviewden en in de bestudeerde documenten is aangegeven, zie Hoofdstuk 5. Slechts het aantasten van cultuurhistorische en archeologische waarden is niet genoemd in de bestudeerde literatuur.

Ruimtebeslag

De ruimte die de variant nodig heeft wordt gezien als belangrijke informatie bij het vergelijken van varianten, omdat het plannen van infrastructuur te maken kan hebben met beperkte beschikbare ruimte (Nogués & González-González, 2014). Zeker in een dichtbevolkt gebied als Nederland waar de ruimte op bepaalde plekken beperkt is, is het vermelden van het ruimtebeslag daarom aan te raden. Door het ruimtebeslag van een variant te verduidelijken kan worden bepaald wat de mogelijkheden zijn en kunnen eventuele conflicten met andere functies in het gebied worden voorkomen (Heeres et al. 2012b). Vanuit de literatuur is hiermee bevestiging gevonden voor het opnemen van het ruimtebeslag in de variantenbibliotheek.

Bevindingen van variant

De variantenbibliotheek wordt toegepast aan de hand van de principes van Case-Based Reasoning. Hierdoor zou de kracht van de variantenbibliotheek moeten liggen op het delen van ervaringen over het oplossen van bepaalde problemen (Tawfik et al. 2013). De opgedane ervaring met een variant kan na afloop van de implementatie ervan, en soms pas ná het gebruik van de variant, worden beschreven. Deze ervaring kan specifiek zijn of gerelateerd zijn aan de eerder beschreven informatie. Specifieke en, volgens de gebruiker, relevante ervaringen met een variant kunnen worden genoteerd bij "bevindingen van variant". Aan de

hand van de principes van CBR wordt bevestigd dat bevindingen van varianten moeten worden opgenomen in de variantenbibliotheek.

7.3. Keuzeproces

Op het gebied van vervoer, ruimtelijke ordening en milieu wint een geïntegreerde aanpak steeds meer terrein. Dat wordt veroorzaakt doordat het huidige beleid steeds meer vraagt om nieuwe vormen van integratie, samenwerking en de betrokkenheid van de overheid (Geerlings et al. 2003). In deze paragraaf wordt de eerder gevonden informatie uit Hoofdstuk 6 gereflecteerd aan dat integrale beleid.

Beoordelingscriteria

Bij het plannen van infrastructuur worden verschillende evaluaties gedaan, zoals geld- en milieugerelateerde evaluaties. Tevens worden andere aspecten, zoals sociale, culturele, technische en politieke aspecten meegenomen bij de afwegingen in het kader van het plannen van infrastructuur, dat normaal gesproken is gebaseerd op een MCA (Nogués et al. 2014).

Priemus et al. (1995) stelt dat de focus op duurzame oplossingen in de infrastructuur leidt tot verschillende criteria waar rekening mee moet worden gehouden bij een eventuele aanpassing van die infrastructuur. Aspecten die daarbij belangrijk worden geacht zijn: luchtvervuiling, energie verbruik, geluidsoverlast, verkeersslachtoffers, vervuiling van de natuur, het aantasten van de levenskwaliteit en het ruimtegebruik. Door die aspecten af te wegen tegen de toenemende bereikbaarheid is een gebalanceerd beleid mogelijk dat zowel economische als milieukundige aspecten meeneemt in de besluitvorming (Priemus et al. 1995).

Het opnemen van de criteria die medebepalend zijn bij de keuze voor de uiteindelijke oplossing kan inzicht verschaffen in de gemaakte keuzes en kan daarom van meerwaarde zijn voor de variantenbibliotheek.

Stakeholders

Beslissingen over investeringen in infrastructurele projecten worden genomen in een complex proces waarbij verschillende actoren betrokken zijn (Pettersson, 2013). In Nederland speelt de nationale overheid een grote rol in het proces van het plannen van infrastructuur. Tegenwoordig worden echter steeds meer regionale en lokale overheidsinstanties betrokken bij dit proces (Condeço-Melhorado et al. 2014).

Verschillende factoren hebben bepaald dat steeds meer stakeholders zich zijn gaan bemoeien met het beleid dat door de overheid is opgezet. De redenen hiervoor zijn het ontstaan van een informatiemaatschappij, waarbij meer nadruk wordt gelegd op inspraak vanuit de burgers, en een toenemende rol van de niet-overheidsorganisaties, zoals actiegroepen (Geerlings et al. 2003). Dit zorgt ervoor dat het nemen van integrale beslissingen, beslissingen die vanuit verschillende invalshoeken tot stand komen, noodzakelijk is. Voor het plannen

van infrastructurele projecten, dat sterke raakvlakken heeft met milieubeleid en bestemmingsplannen, is het betrekken van die verschillende sectoren cruciaal voor een duurzame ontwikkeling (Geerlings et al. 2003).

Voor Rijkswaterstaat, dat èn te maken krijgt met veel verschillende belangen èn duurzame oplossingen nastreeft, is het daarom aan te bevelen om de betrokken stakeholders inzichtelijk te maken. Zeker nu er een verschuiving gaande is van "government" naar "governance". Deze verschuiving zorgt ervoor dat waar de centrale overheid eerst zelf zijn beslissingen nam en controleerde, de centrale overheid nu de kansen creëert voor de samenleving om zelf met oplossingen te komen. De centrale overheid doet dat door veel samen te werken met de regionale overheden (Busscher et al. 2012).

Het betrekken van regionale stakeholders kan bovendien helpen een oplossing te vinden die, naast op nationaal, ook op lokaal niveau van toegevoegde waarde is. Overheden en andere betrokken actoren hebben elkaar nodig; de overheid kan de wensen van de actoren uitvoeren, maar de actoren kunnen de plannen van de overheid dwarsbomen d.m.v. verschillende procedures, zoals het indienen van beroepsschriften tegen voorgestelde plannen. Binnen het netwerk van actoren, waarin zich overheden en overige actoren bevinden, zal daarom geprobeerd worden elkaar èn de beleidsbepalers te beïnvloeden (Deelstra, Nooteboom, Kohlmann, van den Berg, & Innanen, 2003).

Niet alleen overheden en overige actoren, als bewoners, bedrijven, actiegroepen, kunnen conflicterende belangen hebben. Ook tussen de verschillende lagen van de overheid komen tegengestelde belangen voor. Door samen te werken kunnen deze conflicten worden verminderd en kan voorkomen worden dat verschillende lagen van de overheid elkaar tegenwerken. Uiteindelijk kan dat resulteren in een betere oplossing waarvoor minder tijd en geld nodig is. Het samenwerken op verschillende niveaus kan worden gezien als synergie (Heeres, Tillema & Arts, 2012a).

Het aangeven van wat de belangen en invloed zijn van verschillende overheden, maar ook van andere stakeholders, kan helpen om die samenwerking en uiteindelijke besluitvorming inzichtelijk en transparant te maken. Op het moment dat die belangen in een vroeg stadium bekend zijn en worden vastgelegd kan daar in een later stadium rekening mee worden gehouden. Bovendien kunnen bij toekomstige projecten van gelijke aard tegenstrijdige belangen vroegtijdig worden opgemerkt, waardoor wellicht later problemen omtrent de samenwerking met stakeholders kan worden voorkomen. Het in de variantenbibliotheek opnemen van stakeholders en hun belangen en invloed met betrekking tot de variantenkeuze wordt zodoende bevestigd in de literatuur.

Afwijkingen doelmatige oplossing

Rijkswaterstaat is één van die stakeholders en is verantwoordelijk voor de uitvoering van de uiteindelijk gekozen oplossing. Om die oplossing te realiseren

heeft Rijkswaterstaat kaders, zoals een bepaald budget, meegekregen van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, waarbinnen de oplossing moet worden gerealiseerd.

De nationale overheid, waar het Ministerie van Infrastructuur en Milieu onderdeel van uitmaakt, heeft voornamelijk belang bij het beter bereikbaar maken van gebieden (Priemus et al. 1995). Rijkswaterstaat streeft ernaar om de oplossing op een zo doelmatig mogelijke manier te realiseren. Dat betekent dat er binnen de wet- en regelgeving een oplossing wordt bedacht die voldoet aan de geformuleerde doelstelling. Die meest doelmatige oplossing is echter niet altijd de oplossing die gerealiseerd gaat worden. Om het later in deze sectie genoemde draagvlak te creëren kan het kiezen van een duurdere variant de voorkeur hebben, als die variant door de lokale overheden wèl wordt gesteund. In een gebiedsgeoriënteerde benadering voor het plannen van infrastructuur is het van belang dat ook de lokale belangen worden meegenomen in de uiteindelijke variantenkeuze (Heeres et al. 2012b).

Door de redenen voor het afwijken van de doelmatige oplossing te vermelden, kan inzichtelijk worden gemaakt waarom er voor de ene variant meer is uitgegeven dan voor de andere variant. Dit wordt niet bevestigd, maar ondersteund door de literatuur.

Draagvlak

Zoals eerder vermeld, zijn verschillende beoordelingscriteria en belangen en invloed van stakeholders van belang in het keuzeprocés. Bovendien speelt draagvlak een belangrijke rol. Zo hecht Nederland ten opzichte van ander Europese landen traditioneel gezien veel waarde aan samenwerking tussen en betrokkenheid van verschillende partijen bij politieke besluiten (Heeres et al. 2012b). Dit heeft ook zijn invloed op de vormgeving van de infrastructuur. In de literatuur is hiermee bevestiging gevonden voor het opnemen van draagvlak in de variantenbibliotheek.

7.4. Samenvattend

In deze sectie worden de bevindingen uit de reflecterende literatuurstudie samengevat.

In de Tabellen 22 tot en met 24 worden voor respectievelijk projectcontext, technische oplossing en keuzeprocés de opmerkingen naar aanleiding van die literatuurstudie weergegeven.

Er wordt geconcludeerd of de literatuur de informatie (deels) bevestigt. Het (deels) bevestigen betekent dat vanuit de literatuur kan worden afgeleid dat die informatie van belang is bij de variantenanalyse. De informatie kan ook worden ondersteund door de literatuur. Met ondersteunen wordt bedoeld dat met behulp van de literatuur kan worden beargumenteerd waarom de informatie van meerwaarde kan zijn voor de variantenbibliotheek. De derde mogelijkheid is dat de achterhaalde informatie uit de Hoofdstukken 4, 5 en 6 noch bevestigd, noch

gesteund wordt door de literatuur. Waar nodig, worden specifieke opmerkingen toegevoegd.

Tabel 22: Samengevatte reflectie projectcontext

Projectcontext	
Informatie	Opmerkingen naar aanleiding van reflecterende literatuurstudie
Doelstelling	Deels bevestigd. Het bekorten van de reistijd wordt bevestigd en kan worden aangevuld met doelstellingen omtrent leefbaarheid en veiligheid.
Budget	Bevestigd door literatuur.
Locatie	Deels bevestigd. Op cultuurhistorie en archeologie na, wordt deze informatie door de literatuur bevestigd.
Bodem	Geen bevestiging vanuit de literatuur.
Milieu	Bevestigd door literatuur. De huidige geluidsproductie en luchtvervuiling kan echter worden aangevuld met de huidige watervervuiling.
Positie probleem	Ondersteund door literatuur.
Projectspecifieke randvoorwaarden	Ondersteund door literatuur.

Tabel 23: Samengevatte reflectie technische oplossing

Technische oplossing	
Informatie	Opmerkingen naar aanleiding van reflecterende literatuurstudie
Kosten	Bevestigd door literatuur.
Uitvoerbaarheid	Geen bevestiging vanuit de literatuur.
Impact op doelstelling	Deels bevestigd. De bekorte reistijd wordt bevestigd en kan worden aangevuld met verbeteringen ten aanzien van de leefbaarheid en veiligheid.
Impact op omgeving	Deels bevestigd. Op cultuurhistorie en archeologie na, wordt deze informatie door de literatuur bevestigd.
Ruimtebeslag	Bevestigd door literatuur.
Bevindingen van variant	Bevestigd door literatuur. Hier zijn de CBR-principes van toepassing.

Tabel 24: Samengevatte reflectie keuzeproces

Keuzeproces	
Informatie	Opmerkingen naar aanleiding van reflecterende literatuurstudie
Beoordelingscriteria (+wegingen)	Bevestigd door literatuur.
Stakeholders	Bevestigd door literatuur.
Beargumentatie afwijking doelmatige oplossing	Ondersteund door literatuur. Heeft raakvlakken met het creëren van draagvlak.
Draagvlak	Bevestigd door literatuur.



Deze literatuurstudie is uitgevoerd om in kaart te brengen hoe de resultaten uit de afgenomen interviews en bestudeerde projectdocumenten zich verhouden tot de informatie uit de literatuur. Voor het praktisch nut van de variantenbibliotheek wil dat echter niet zeggen dat de informatie die niet bevestigd noch ondersteund wordt door de literatuur minder waardevol kan zijn voor de variantenbibliotheek. Informatie omtrent de bodem van de beoogde bouwlocatie en informatie over de uitvoerbaarheid van de variant wordt door een significant deel van de respondenten, respectievelijk 10 en 5 respondenten, genoemd als nuttige informatie voor de variantenbibliotheek. De rest van de informatie, naast de bodem en uitvoerbaarheid, wordt (deels) bevestigd dan wel ondersteund door de literatuur. Geadviseerd wordt dan ook om alle informatie uit de Tabellen 22, 23 en 24 op te nemen in de variantenbibliotheek.

8. Userinterface

In dit hoofdstuk wordt een door de beoogde gebruikers van de variantenbibliotheek gewenste userinterface in beeld gebracht.

De volgende protocollen zijn voor dit hoofdstuk gebruikt:

Protocol B.1, B.2 en B.3.

8.1. Wensen format

De aan de userinterface gerelateerde wensen zijn ondergebracht in vijf groepen. In Bijlage B.8 is te zien door welke respondenten de beschreven wensen zijn geuit.

Aanbieden van informatie

Het gebruik van de variantenbibliotheek moet geen tijdrovende activiteit worden. De gebruiker moet gemakkelijk door het systeem kunnen gaan en zijn benodigde informatie kunnen documenteren en selecteren. Om dat te realiseren heeft de gebruiker twee wensen kenbaar gemaakt, zie Tabel 25.

Tabel 25: Genoemde wensen m.b.t. het aanbieden van informatie

Wens	Aantal keer genoemd
Makkelijk toegankelijk	8
Beschrijven van de kern van de informatie	6

Kennis en bijbehorende informatie voor de variantenbibliotheek wordt opgedaan bij projecten. Dat betekent dat die informatie ook moet worden opgehaald bij die projecten. De prioriteit van de respondenten die in de projecten werken ligt echter meer bij het halen van deadlines dan bij het delen van informatie; de hoofddoelen van de projecten liggen bij het binnen budget en tijd realiseren van de projecten. Dit fenomeen wordt versterkt doordat binnen Rijkswaterstaat, door afslanking van het personeelsbestand, meer met minder mensen gedaan moet worden. Projectmedewerkers worden er dan ook niet op afgerekend wanneer ze informatie en opgedane kennis en ervaring niet de organisatie inbrengen.

Voor de respondenten betekent een toegankelijk systeem dat het niet teveel opties moet hebben om allerlei informatie in op te slaan. Standaard velden waarin informatie kan worden gedocumenteerd voldoen om te voorkomen dat het een gedetailleerd systeem wordt waarin het overzicht verloren gaat. Projectmedewerkers moeten de informatie kunnen opslaan en raadplegen zonder dat er brede kennis van Relatics voor nodig is.

Door de informatie kort en bondig op te slaan en door verschillende informatie met elkaar te verbinden kan de gebruiker snel op de juiste plek komen voor het vinden van de voor hem relevante informatie. Hiervoor hoeft hij geen lappen tekst te lezen, maar kan hij gericht door het systeem op zoek naar de benodigde informatie. Bij extra toelichting moet de mogelijkheid geboden worden om

documenten bij te voegen. Het beschrijven van de kern van de informatie en het optioneel toevoegen van brondocumenten moet ervoor zorgen dat het systeem overzichtelijk blijft.

"Het snel kunnen scannen van informatie is een voorwaarde. Voor verdieping kunnen de bijgevoegde documenten worden bestudeerd."

Golden Rules

Het volgen van de volgende Golden Rules uit Bijlage B.10 moet zorgen dat het aanbieden van informatie door de gebruiker als prettig wordt ervaren: 8, 12 en 15. Het volgen van die regels leidt tot een userinterface waarin de gebruiker kan focussen op zijn of haar taak, het delen van informatie. Bovendien zou de gebruiker door middel van snelkoppelingen/relaties tussen verschillende informatie snel door de variantenbibliotheek heen kunnen gaan om de informatie aan te bieden. Tot slot wordt door Golden Rule 12 aanbevolen om lijsten van informatie aan te bieden waaruit de gebruiker kan kiezen om zijn of haar informatie vast te leggen.

Door de userinterface dusdanig in te richten dat de gebruiker informatie kort en bondig op gaat slaan, zal het overzicht bewaard blijven. Op die manier zou de variantenbibliotheek een toegankelijke tool worden.

Zoeken van informatie

Om bij de gewenste informatie te kunnen komen moet er een passend zoekmechanisme worden geïntroduceerd. De meningen van de respondenten zijn verdeeld over welke zoekopties de variantenbibliotheek moet hebben, zie Tabel 26.

Tabel 26: Genoemde wensen m.b.t. het zoeken van informatie

Wens	Aantal keer genoemd
Zoeken via probleem	0
Zoeken via oplossing	3
Zoeken via probleem òf oplossing	4
Zoeken via trefwoorden	4

Vanuit CBR worden er vanuit gelijksoortige problemen naar geschikte oplossingen gezocht (Kolodner, 1993). Echter, geen van de respondenten geeft aan uitsluitend vanuit het probleem de benodigde informatie te willen zoeken om een passende oplossing te vinden. Slechts vier respondenten zeggen via het probleem naar die informatie te willen zoeken, maar dan wel met de mogelijkheid om ook via oplossingen te kunnen zoeken. Met het zoeken via oplossingen wordt inzicht verkregen in de problemen die de desbetreffende oplossing kan oplossen. Op die manier worden de kenmerken van een oplossing zichtbaar die ook voor het desbetreffende probleem uitkomst kunnen bieden òf juist voor het huidige probleem overbodig zijn. Kort gezegd: "het vergroot je horizon."

Naast het zoeken op problemen en oplossingen wil de respondent ook met behulp van begrippen kunnen zoeken. Dit levert echter twee nadelen op: (1) de gebruiker moet begrippen gebruiken die binnen de organisatie als algemeen worden beschouwd, gebruik van synoniemen werkt hierbij niet, en (2) via het zoeken op begrippen kom je niet altijd op de 'juiste plek' uit (bv. op projectcontext i.p.v. technische oplossing). Dit is voor Relatics geen probleem; echter, de kans bestaat dat hiermee het zoekproces wordt vertraagd, wat leidt tot een grotere tijdsbesteding aan het gebruik van de variantenbibliotheek.

Golden Rules

De Golden Rule 6 schrijft voor dat de gebruiker moet weten waar hij of zij in de tool is. Door de tool navigeerbaar te maken om zowel via trefwoorden, via problemen als via oplossingen te zoeken zal de gebruiker op meerdere manieren bij de juiste informatie te komen zonder dat de ene manier significant meer zoektijd kost. Net als bij het aanbieden van informatie zal het volgen van Golden Rule 15, het werken met snelkoppelingen/relaties, ook voor het zoeken naar de gewenste informatie een meerwaarde hebben om snel bij de juiste informatie te komen.

Vanuit de respondenten wordt dus gewenst dat de variantenbibliotheek zoeken op zowel probleem als oplossing mogelijk maakt en dat er met zoektermen gezocht kan worden. Dat laatste heeft echter wel nadelen.

Specifieke informatie

Varianten worden in uiteenlopende situaties toegepast en worden onder andere aan de hand van de in Hoofdstuk 5 beschreven informatie met elkaar vergeleken. Behalve de aspecten die vaker terugkomen, kunnen projectspecifieke aspecten net zo bepalend zijn voor de variantenkeuze. Vier respondenten geven aan dat er ruimte voor die specifieke informatie moet worden opgenomen in de variantenbibliotheek, zie Tabel 27.

Tabel 27: Genoemde wens, delen van specifieke informatie

Wens	Aantal keer genoemd
Delen van specifieke informatie	4

Projecten kunnen doorgaans te maken hebben met verschillende problemen die moeten worden opgelost om tot de juiste variant te komen. Deze problemen komen op zowel procesmatig als inhoudelijk niveau voor. De moeilijkheden die zich voordoen tijdens de variantenstudies zijn dan ook vaak specifiek. Die specifieke aspecten kunnen bepalend zijn voor de variantenkeuze. Door die specifieke aspecten wél te benoemen en te beschrijven, heeft men de mogelijkheid om ervaringen te delen die andere projectmedewerkers weer aan het denken kunnen zetten. Doordat niet alle keuzes op dezelfde manier tot stand komen, draagt het kunnen vastleggen van specifieke informatie bij aan het herleidbaar maken van de gemaakte variantenkeuzes.

Golden Rules

Er is geen Golden Rule die beschrijft hoe specifieke informatie gedeeld kan worden.

De gebruiker moet de ruimte krijgen om projectspecifieke informatie te kunnen documenteren met betrekking tot de projectcontext, technische oplossing en het keuzeproces.

Structuur

De structuur van de variantenbibliotheek is belangrijk om de volgende twee redenen: (1) het overzichtelijk houden van de variantenbibliotheek en (2) de samenhang van de gemaakte keuzes aan te tonen. In Tabel 28 zijn de wensen met betrekking tot de structuur van de variantenbibliotheek weergegeven, evenals het aantal respondenten met die wens.

Tabel 28: Genoemde wensen m.b.t. de structuur van de variantenbibliotheek

Wens	Aantal keer genoemd
Samenhang informatie	4
Herleidbaarheid van keuzes	3
Voor meerdere abstractieniveaus gebruiken	6
Objecttypen en functies overzichtelijk weergeven	4

Herleidbaarheid en samenhang van keuzes

De respondenten bevestigen dat er behoefte is om de herleidbaarheid en samenhang van keuzes te verbeteren door de beweegredenen ervan centraal te documenteren.

Die herleidbaarheid is wenselijk om zowel gemaakte keuzes binnen projecten te verantwoorden als om opgedane ervaringen te delen. Zoals eerder gesteld, hebben projectmedewerkers niet veel tijd om databases bij te houden. Echter, wanneer keuzes consistent bijgehouden worden, zou door de herleidbaarheid van die keuzes tijd kunnen worden bespaard ten opzichte van het zoeken naar beredeneringen die onvindbaar zijn of, nog erger, dat een variant gekozen wordt, terwijl die in eerdere besluitvorming op hoger abstractieniveau als onhaalbaar is aangemerkt. De achterliggende redenen van die keuzes kunnen later in het project misverstanden voorkomen.

Bij het gebruik van een database waarin verschillende abstractieniveaus elkaar beïnvloeden en waarbij de keuze tussen verschillende oplossingen gemaakt moeten worden, is de samenhang van keuzes erg belangrijk. Immers, eerder gemaakte keuzes hangen nauw samen met de huidige projectcontext, zie Hoofdstuk 4. Deze eerder gemaakte keuzes zouden kunnen helpen de situatie te beschrijven waarin een oplossing moet worden gevonden. Behalve het binnen een project zoeken naar de samenhang van keuzes, is het binnen de variantenbibliotheek ook gewenst de samenhang tussen verschillende oplossingen voor gelijksoortige problemen weer te geven. Met een goede

samenhang kunnen verschillende oplossingen met elkaar worden vergeleken zonder dat daar een uitgebreide zoektocht voor nodig is.

Door de samenhang van gemaakte keuzes duidelijk te maken wordt de herleidbaarheid van die keuzes ook verbeterd.

Projectfases

Het vastleggen van varianten uit de verkennings- en planuitwerkingsfase, zoals bij aanvang van het onderzoek is vastgesteld, is volgens de respondenten een goede afbakening. Zeker aan het begin van het project is het belangrijk dat keuzes voor varianten herleidbaar zijn, zodat er zich geen verrassingen voordoen in een later stadium van het project. Variantenkeuzes komen immers op elk niveau voor en zijn onderling afhankelijk.

Voorbeeld:

De keuze voor een tunnel resulteert direct in een volgend probleem; er dient een weg te worden gerealiseerd die naar beneden moet lopen. De keuze voor een tunnel heeft daarmee gevolgen voor de type aansluiting op die weg. Daarnaast resulteert de keuze voor een tunnel in een beperking voor het te kiezen soort asfalt. In tunnels mag immers geen ZOAB worden aangebracht. Bij de keuze voor een brug moet die de weg juist weer omhoog lopen, waardoor er weer landhoofden nodig zijn. De keuze voor een type landhoofd is dan ook weer een variantenkeuze, die bij een keuze voor de tunnel niet voorkomt.

Het vastleggen van informatie omtrent keuzes die de aannemer maakt in de realisatiefase zijn minder nuttig. De gegeven redenen waarom dit niet nuttig wordt bevonden hebben te maken met het feit dat aannemers hun eigen keuzes optimaliseren; ze hebben hun eigen ondersteunende middelen om tot een keuze te komen. De aannemers werken daarnaast op de manier die voor hen het best werkt. Die manier van werken kan bovendien verschillen van aannemer tot aannemer. Het opnemen van de door de aannemer bedachte innovaties kan echter voor Rijkswaterstaat wel bruikbaar zijn om in de toekomst van te leren. Het vastleggen van deze informatie zal echter wel in samenspraak moeten gaan met de aannemer, aangezien de aannemer niet al zijn ideeën met iedereen deelt. De aannemer wil namelijk zijn concurrentiepositie in de markt niet verslechteren door het delen van door hem bedachte innovaties.

Slechts varianten uit de verkennings- en planuitwerkingsfase worden opgeslagen, tenzij er ervaringen zijn opgedaan in de realisatiefase die volgens een projectteam voor volgende projecten cruciaal zijn.

Objectenstructuur

Rijkswaterstaat werkt met het bouwen van systemen met een objectenstructuur waarin de hiërarchie goed te zien is. Behalve de objectenstructuur wordt er ook gewerkt met een functiestructuur, hetzelfde principe als de objectenstructuur, maar dan voor functies.

Door die structuren als basis te nemen voor de inrichting van de variantenbibliotheek kan de informatie op verschillende abstratieniveaus worden vastgelegd en kunnen keuzes getraceerd worden aan de hand van de hiërarchie van objecten en functies. Het aanbieden van de objecten- en functiestructuur heeft als extra voordeel dat het de onderlinge relaties van objecten en functies kan tonen die tijdens de ontwikkelingen van nieuwe varianten gebruikt kan worden. Met de toepassing van deze structuren in de variantenbibliotheek wordt, ook met betrekking tot de gemaakte keuzes, inzichtelijk op welke wijze de objecten en functies zich tot elkaar verhouden.

"Argumenten voor en tegen varianten: je hoort ze wel, maar ze worden nauwelijks expliciet gemaakt."

De objectenstructuur maakt het mogelijk om voor elk object de 'positie' in het project te zien. Keuzeinformatie daaraan ophangen kan dan binnen de hiërarchie van objecttypen duidelijkheid geven hoe de samenhang tussen keuzes is. Eventuele verwijzingen naar eerder gemaakte keuzes kan dan ook gemakkelijker worden gedaan, waardoor keuzes herleidbaar zijn. Aan het eind van het project waar de keuzes marginaal zijn, kan kort worden weergegeven wat doorslaggevend was voor een bepaalde keuze. Meestal wordt er met die "kleinere keuzes" eenvoudig gezegd: "dit is het". Wellicht is dat duidelijk voor degene die de keuze heeft gemaakt, maar voor een eventuele volgende medewerker die te maken krijgt met gelijksoortige keuzeproblematiek zou beargumentatie voor die keuze niet misstaan. Die uitleg hoeft niet uitbundig, als er maar in hoofdlijnen is aangegeven wat de beweegredenen zijn geweest om voor een bepaalde oplossing te kiezen.

Elke variantenkeuze moet behalve gedocumenteerd, ook beargumenteerd worden in de variantenbibliotheek. Door die keuzes te verbinden aan de objectenstructuur van projecten kunnen de relaties tussen die keuzes worden teruggevonden.

Voorbeeld:

Bij een project moest men eerst door een harde laag heen, alvorens bij de laag te komen waarop gefundeerd moest worden. Als oplossing was er voor fibro combinatie palen gekozen. Dat zijn stalen buispalen die door die harde grond geslagen worden. Vervolgens worden daar prefab betonpalen ingehesen die dan worden aangestort. Een alternatief van de aannemer was prefab palen, gewoon betonnen palen. Toen werd er snel gewisseld, omdat dit alternatief van de aannemer goedkoper was. Uiteindelijk heeft het meer geld gekost, omdat die prefab palen kapotgeslagen werden. De afwegingen waarom er in eerste instantie voor de fibro combinatie palen was gekozen waren niet gedocumenteerd...

Golden Rules

Het volgen van de volgende Golden Rules uit Bijlage B.10 kunnen ervoor zorgen dat de structuur van de variantenbibliotheek aan de wensen van de beoogde gebruiker voldoet: 13 en 20. Het geven van referentiepunten, Golden Rule 20,

zorgt ervoor dat de gebruiker weet waar in het systeem hij of zij zich bevindt. Deze Golden Rule kan gevolgd worden door de hiërarchie van objecttypen duidelijk te maken, zodat ook duidelijk gemaakt kan worden op welk abstractieniveau de gebruiker zich bevindt en hoe keuzes onderling aan elkaar gerelateerd zijn. Het volgen van Golden Rule 20 kan zodoende ook bijdragen aan het kunnen herleiden van keuzes. Als aanvulling op Golden Rule 20, kan het volgen van Golden Rule 13 leiden tot meer duidelijkheid waar de gebruiker aan het werk is en waar hij of zij informatie toevoegd of informatie vandaan haalt.

De gebruiker wens een variantenbibliotheek te gebruiken waarin de hiërarchie van objecttypen aanwezig is en de samenhang van informatie, ook van verschillende abstractieniveaus, duidelijk wordt gemaakt, zodat keuzes herleidbaar zijn.

Hulpmiddel

De toepassing van een variantenbibliotheek moet geen doel op zich zijn; het is een middel om het keuzeproces met betrekking tot het kiezen van een variant te ondersteunen. Zes respondenten geven aan de variantenbibliotheek als een hulpmiddel te willen gebruiken, zie Tabel 29.

Tabel 29: Genoemde wens, variantenbibliotheek gebruiken als hulpmiddel

Wens	Aantal keer genoemd
Moet als hulpmiddel gebruikt worden	6

De toepassing van de variantenbibliotheek kan helpen bij het uniformeren van objecttypen. Door vaak toegepaste objecttypen te vergelijken en ervaringen te delen, zouden de basisspecificaties van die objecttypen kunnen worden verbeterd. Dat houdt in dat binnen de basisspecificaties bepaalde eisen kunnen worden verwijderd, worden aangepast of worden toegevoegd.

Aangezien elk project uniek is en er een specifieke set aan eisen aan een project wordt gesteld, blijft de verificatie en validatie van de te ontwikkelen variant een projectspecifieke aangelegenheid. De variantenbibliotheek kan daardoor niet dienen als een beslissingsondersteunende tool in de zin van "als je probleem daaraan voldoet, volstaat deze oplossing". Het toepassen van een variantenbibliotheek is daardoor beperkt tot het geven van inzicht in wat de effecten van varianten kunnen zijn. Ondanks dat er uit de variantenbibliotheek een variant wordt gekozen, moet de variant per afzonderlijk project worden ontwikkeld, zodat benodigde aanpassingen aan een variant kunnen worden doorgevoerd. Aan de basis van die ontwikkeling staan dan de basisspecificaties die onder andere door de toepassing van de variantenbibliotheek kunnen worden bijgehouden.

Binnen het keuzeproces snel kunnen vaststellen wat de effecten van een bepaalde oplossing zijn, ook met het oog op de bestuurlijke besluitvorming, moet een meerwaarde van de variantenbibliotheek worden. Zonder dat er onderzoeken

gedaan moeten worden naar de mogelijke effecten van een variant, zou met behulp van ervaringen uit de variantenbibliotheek relatief snel bepaald kunnen worden waar de sterke punten en de knelpunten liggen van bepaalde varianten. Dit kan helpen bij het vroegtijdig uitsluiten van varianten die in een later stadium van het project onhaalbaar blijken te zijn.

Voor de discussie met de omgeving is het van belang om te laten zien dat functioneel gezien een bepaalde optie de beste optie is. Dat scherpt de gesprekken met de omgeving aan en kan leiden tot een zakkelijkere houding ten opzichte van die omgeving. De geboden oplossingen zijn immers vaker toegepast, waardoor de 'kinderziekten' eruit zijn en van gedeelde ervaringen geleerd kan worden. Het aanbieden van uniforme varianten zou kunnen resulteren in een hardere benadering van de omgeving, doordat er minder mogelijkheden worden aangeboden. Of dat een positieve of negatieve impact op het project heeft, zou verder onderzocht kunnen worden. Projecten zouden ook daarin verschillend kunnen zijn.

Golden Rules

Voor het gebruiken van de variantenbibliotheek als hulpmiddel is er geen Golden Rule gevonden.

De variantenbibliotheek moet gezien worden als een hulpmiddel bij het verbeteren van de basisspecificaties van objecttypen. Bovendien helpt de variantenbibliotheek om in een vroeg stadium het keuzeproces te sturen door inzicht te geven in de effecten van varianten.

8.2. Format variantenbibliotheek

Aan de hand van screenshots van het format van de variantenbibliotheek wordt verduidelijkt hoe de wensen uit Sectie 8.1 zijn meegenomen naar de inrichting van de variantenbibliotheek. Tevens worden de uitkomsten van de evaluatie van het format getoond.

Weergegeven structuur

Allereerst wordt de structuur beschreven van de variantenbibliotheek, zodat duidelijk wordt hoe de variantenbibliotheek in elkaar zit. Voor het beschrijven van de structuur worden de Figuren 8 tot en met 12 gebruikt.

Om te zien welke variantenafwegingen zijn gemaakt bij een bepaald project moet op "Projecten" gedrukt worden, zie groene cirkel uit Figuur 8. Bij het desbetreffende project worden vier tabbladen aangeboden: (1) Algemeen, zie Figuur B.4 in Bijlage B.11, een algemene beschrijving van het project en objecttypen waarvoor varianten gevonden moeten worden; (2) Varianten, zie Figuur 8, een opsomming van alle in een project afgewogen varianten; (3) Beoordelingsproces, zie Figuur B.5 in Bijlage B.11, een opsomming van alle voor dat project bekende projectcontexten, technische oplossingen en keuzeprocessen; en (4) Projectboom, zie Figuur B.6 in Bijlage B.11, waar

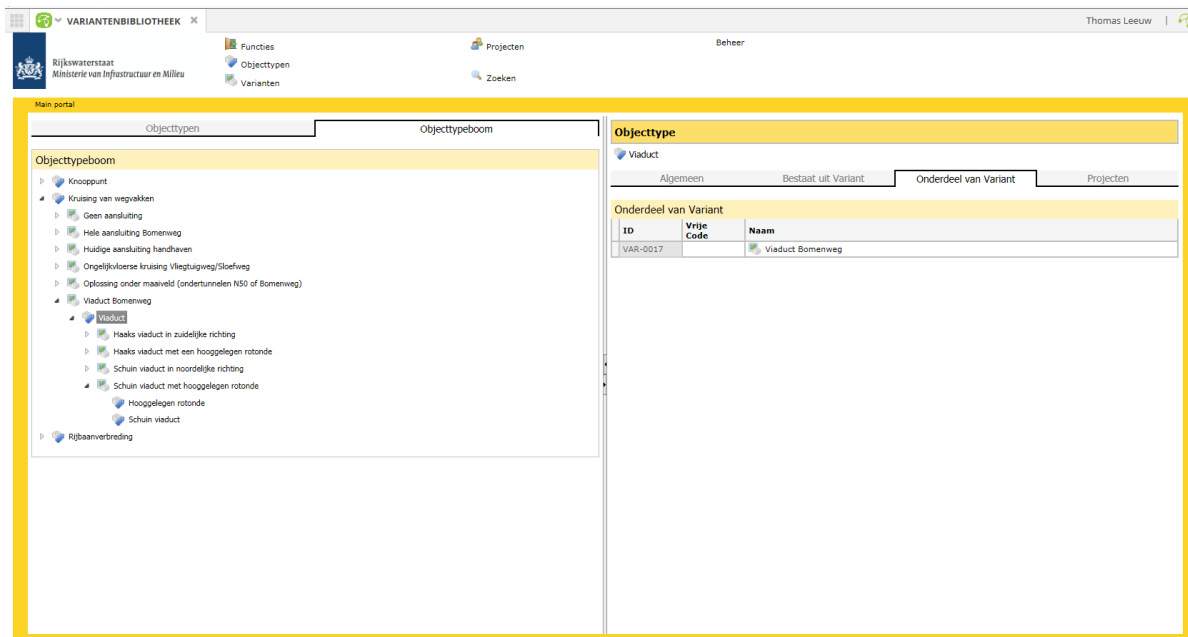
hiërarchisch is weergegeven hoe varianten zich tot elkaar en tot objecttypen verhouden.

Op het moment dat een projectmedewerker wil dat een variant wordt opgeslagen in de variantenbibliotheek zijn er voor dat project keuzes gemaakt tussen verschillende varianten. In Figuur 8, tablad "Varianten", is te zien dat er voor het project N50 Ens-Emmeloord meerdere varianten zijn afgewogen. Tevens is zichtbaar welke varianten zijn gekozen en zijn afgevalen in het desbetreffende project, zie meest rechtse kolom in de figuur.

ID	Objecttype	Variant	Status
OBT-0005	Rijbaanverbreding	Verbreiding aan de buitenzijden van de rijbanen	Gekozen
		Verbreiding aan de binnen- en buitenzijden van de rijbanen	Afgevalen
		Verbreiding aan binnenzijden van de rijbanen	Afgevalen
OBT-0006	Knooppunt	Twee rijstroken per richting door het knooppunt	Afgevalen
		Eén rijstrook per richting door het knooppunt	Afgevalen
		Aansluiting op de A6 door middel van een toegevoegde of afvallende rijstrook	Gekozen
		Aansluiting op de A6 door middel van een in- of uitvoegstrook	Afgevalen
OBT-0007	Kruising van wegvakken	Viaduct Bomenweg	Gekozen
		Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen N50 of Bomenweg)	Afgevalen
		Ongelijkvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg	Afgevalen
		Huidige aansluiting handhaven	Afgevalen
		Hele aansluiting Bomenweg	Afgevalen
		Geen aansluiting	Afgevalen
OBT-0018	Viaduct	Schuin viaduct met hooggelegen rotonde	Afgevalen
		Schuin viaduct in noordelijke richting	Afgevalen
		Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde	Gekozen
		Haaks viaduct in zuidelijke richting	Afgevalen

Figuur 8: Afgewogen varianten per project

Wanneer er meerdere projecten zijn uitgevoerd en zijn opgeslagen in de variantenbibliotheek, zullen het aantal vastgelegde varianten toenemen. De verschillende varianten uit diverse projecten voor die objecttypen worden dan in één objecttypeboom geplaatst. Aan de linkerkant in Figuur 9 is de objecttypeboom te zien. In deze objecttypeboom zijn de objecttypen weergegeven waarvoor verschillende varianten mogelijk zijn. Zo is het "Viaduct Bomenweg" een variant voor het objecttype "Kruising van wegvakken". Een abstractieniveau eronder bestaat variant "Viaduct Bomenweg" uit één objecttype, "Viaduct". Voor het objecttype "Viaduct" zijn vervolgens weer vier varianten ontwikkeld. Door op de linkerkant van Figuur 9 op een objecttype te klikken kan aan de rechterkant van Figuur 9 worden achterhaald van welke variant dat objecttype onderdeel uitmaakt, zie tabblad "Onderdeel van variant".



Figuur 9: Objecttypeboom

Tevens kan worden achterhaald welke varianten voor dat objecttype ontwikkeld zijn door op het tabblad "Bestaat uit variant" te klikken. Dat tabblad is weergegeven in Figuur B.7, Bijlage B.11. Het tabblad "Algemeen" bevat, net als bij de projecten en varianten, ruimte voor algemene informatie. In dit geval betreft het algemene informatie omtrent het objecttype waarvoor een variant gevonden is.

Voor de in Hoofdstuk 4 en 6 achterhaalde informatie omtrent respectievelijk de projectcontext en het keuzeprocess moet naar het tabblad "Projecten" worden gegaan. De projectcontext en het keuzeprocess van de variant "Viaduct Bomenweg", zie linkerkant Figuur 10, is bijvoorbeeld terug te vinden bij "Kruising van wegvakken". Informatie over de projectcontext en het keuzeprocess heeft betrekking op de situatie waarin een keuze gemaakt moet worden tussen verschillende varianten, vandaar dat het ondergebracht wordt bij het objecttype waarvoor een variant moet worden gekozen. Het tabblad "Projecten" dat weergeeft hoe je naar de "Projectcontext" en "Keuzeprocess" kan gaan is opgenomen in Figuur B.8 uit Bijlage B.11.

Om meer te weten te komen over een bepaalde variant wordt de informatie over de technische oplossing zichtbaar door bij het tabblad "Projecten" van "Variant" te klikken op "Technische oplossing", zie boven de rode lijn in Figuur 10.

VARIANTENBIBLIOTHEEK Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Beheer Zoeken

Main portal

Objecttypen Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
 - Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Hole aansluiting Bomenweg
 - Huidge aansluiting handhaven
 - Ongelofvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen NSO of Bomenweg)
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct
 - Rijbaanverbreding

Variant

Viaduct Bomenweg

Algemeen Projecten Kruistabel

Technische oplossing

Project	Status	Technische oplossing	Objecttype
NSO Ens-Emmeloord	Gekozen	Technische oplossing	Kruising van wegvakken

Figuur 10: Tabblad "Projecten" bij variant

VARIANTENBIBLIOTHEEK Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Beheer Zoeken

Main portal

Objecttypen Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
 - Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Hole aansluiting Bomenweg
 - Huidge aansluiting handhaven
 - Ongelofvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen NSO of Bomenweg)
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct
 - Rijbaanverbreding

Keuzeproces

Kenmerken

Project NSO Ens-Emmeloord

Objecttype Kruising van wegvakken

Samenvatting De variant viaduct Bomenweg beschikt over de meeste draagvlak. Vergeleken met de andere varianten is dit een dure oplossing, maar past binnen het budget.

Bestand Trajectnota_MER_NS0_Ens_Emmeloord.pdf

Richtlijnen voor het opslaan van informatie

Bestand Richtlijnen opslaan informatie keuzeproces.pdf

Generieke Items

Naam	Tekst
Argumentatie afwijken doelmatige oplossing	Viaduct Bomenweg scoort op kosten en ruimtegebruik negatief. Overige criteria en met name draagvlak doorslaggevend in de keuze.
Beoordelingscriteria	Ruimtebeslag, verkeerscirculatie, verkeersveiligheid, OV-ontlating, robuustheid, continuïteit wegbeeld, bereikbaarheid regio vanuit economisch ontwikkelperspectief, draagvlak, omgevingseffecten en kosten. Wegingen niet bekend.
Draagvlak	Voorstand. Voldoende draagvlak voor viaduct Bomenweg.
Stakeholders	Regio heeft voorkeur halve aansluiting autoverkeer waar het nu nog een kwart aansluiting is. Regio heeft veel invloed, vooral omdat de regio ruim eerder van het project financiert.

Specifieke Items

Titel	Omschrijving
Sneller en Beter	De keuze voor het viaduct Bomenweg is passend in het kader van Sneller en Beter, waarin de focus ligt op de analyse van zinvolle alternatieven.

Figuur 11: Opslaan informatie keuzeproces

Door op één van de drie informatiegroepen, projectcontext, technische oplossing en keuzeproces, te klikken wordt het scherm zichtbaar waar de in Hoofdstuk 4, 5 of 6 achterhaalde informatie kan worden gedocumenteerd. Zie voorbeeld voor het keuzeproces in Figuur 11.

De schermen voor het opslaan van informatie met betrekking tot de projectcontext en de technische oplossing zijn opgenomen in Bijlage B.11, respectievelijk Figuur B.9 en B.10. Tevens zijn in dat tabblad de richtlijnen opgenomen die aangeven hoe informatie opgeslagen dient te worden, zodat tussen de informatie van verschillende projecten consistentie ontstaat.

Waar de objecttypen, waaruit de informatie omtrent de projectcontext en het keuzeproces gehaald kan worden, tabbladen bevat als "bestaat uit variant" en "is onderdeel van variant", is er de mogelijkheid om vanuit de variant een kruistabel aan te roepen. In Figuur 12 is zo'n kruistabel te zien waarin objecttypen en functies tegen elkaar worden gezet. Het is zichtbaar wat de functies zijn die de variant "Schuin viaduct met hooggelegen rotonde" vervult. Alsmede zijn de objecttypes zichtbaar waar de variant uit bestaat. Met behulp van zo'n kruistabel kan inzicht worden verkregen welke combinaties van objecttypen welke combinaties van functies kunnen vervullen. Bij een veelvoorkomende combinatie van functies kan worden gekeken of de set van objecttypen, een variant, als standaard variant kan worden vastgelegd.

The screenshot shows the 'Variantenbibliotheek' interface. On the left, a tree view under 'Objecttypeboom' lists various object types, with 'Schuin viaduct met hooggelegen rotonde' selected. On the right, the 'Variant' tab is active, displaying a cross-table for the selected variant. The cross-table has columns for 'Hooggelegen rotonde', 'Schuin viaduct', and 'Grand Total'. The rows list functions such as 'Kruisen boven het maaiveld', 'Kruisen van infrastructuur', 'Opheffen conflict tussen meerdere autoverkeersstromen', and 'Verbinden van weg met een weg van een lagere hoofdcategorie'. The 'Grand Total' row shows a sum of 5 for the 'Hooggelegen rotonde' column and 3 for the 'Schuin viaduct' column.

	Hooggelegen rotonde	Schuin viaduct	Grand Total
Kruisen boven het maaiveld		1	1
Kruisen van infrastructuur		1	1
Opheffen conflict tussen meerdere autoverkeersstromen	1	1	2
Verbinden van weg met een weg van een lagere hoofdcategorie	1		1
Grand Total	2	3	5

Figuur 12: Kruistabel

Evaluatie

Bij de evaluatie is naar voren gekomen dat de gemaakte keuzes op deze manier van documenteren goed traceerbaar zijn. Bovendien door het te ontwikkelen in Relatics kan relatief makkelijk de koppeling gemaakt worden naar andere tools die Rijkswaterstaat gebruikt voor hun projectinformatie. Zo wordt gewenst dat de variantenbibliotheek gekoppeld wordt aan bijvoorbeeld de risico-data base, zodat je bijvoorbeeld snel inzicht kan krijgen wat de risico's zijn bij het bouwen in een bepaalde grondsoort. De beknopte gedocumenteerde informatie in de variantenbibliotheek kan dermate worden aangevuld met informatie uit andere data bases.

Binnen Rijkswaterstaat wordt er ook met deze hiërarchische structuur gewerkt, waardoor niet verwacht wordt dat die structuur problemen geeft bij het gebruik van de variantenbibliotheek. Verder wordt het als een voordeel gezien dat op verschillende abstractieniveaus varianten worden aangeboden die je over het algemeen onderling kan uitwisselen, zodat je "kunt spelen" met het creëren van

mogelijke totaaloplossingen van je project. De hiërarchie wordt daarom positief beoordeeld. Het zal echter wel van het project afhangen tot welk abstractieniveau de variantenbibliotheek bruikbaar zal zijn. Dat heeft ten eerste te maken met het niveau tot waar Rijkswaterstaat de oplossing voorschrijft aan een marktpartij die de oplossing moet gaan realiseren. Wanneer een marktpartij veel vrijheid krijgt in het ontwikkelen van de oplossing zal de variantenbibliotheek tot een hoger abstractieniveau worden gebruikt dan wanneer Rijkswaterstaat veel voorschrijft aan die marktpartij. Ten tweede vormt het mogelijk politieke karakter van keuzes een obstakel voor het gebruik van de variantenbibliotheek. Die politieke keuzes zullen namelijk niet altijd eenvoudig in een paar regels samen te vatten zijn, als er al een gedegen beargumentatie voor die keuzes bestaat.

Informatie kunnen delen

Door de kern van de informatie te beschrijven in de daarvoor bestemde velden, zie rechtsonder in Figuur 11, wordt voorkomen dat er grote lappen tekst moeten worden gelezen om te weten te komen wat het keuzeproces heeft beïnvloedt, of, in het geval van de technische oplossing, of de variant voor een bepaald project een te onderzoeken optie is. Wanneer een projectteam gedetailleerdere informatie wilt toevoegen moet dat door middel van het uploaden van een bestand gedaan worden, zie PDF-bestand achter het veld "Bestand". Indien een toekomstige raadpleger meer informatie wilt hebben kan hij dat via dat bestand oproepen, zie in bovenste blok "Kenmerken" van Figuur 11.

Evaluatie

Vanuit de evaluatie blijkt dat de beoogde gebruiker deze manier van informatie documenteren geschikt acht; met deze manier van documenteren wordt voorkomen dat er "grote stukken proza" worden geproduceerd. Tevens werd geconcludeerd dat in de fases waarin de variantenbibliotheek gebruikt moet gaan worden, de variantenbibliotheek alleen maar gebruiksonvriendelijker wordt op het moment dat de gedocumenteerde informatie specifieker wordt. Als aanvullende opmerking kwam naar voren dat de informatie wellicht op volgorde van belangrijkheid gezet moet worden. Als nadeel hiervoor werd echter gezegd dat de belangrijkheid van informatie tussen projecten kunnen verschillen, waardoor die volgorde moeilijk vast te stellen is. Verder werd de wens uitgesproken van het toevoegen van een plaatje of van andere visuele weergaven, zodat gelijk zichtbaar is waar het over gaat en dat de gebruiker een beeld heeft bij de aangeboden informatie.

Het grootste nadeel dat uit de evaluatie, maar ook al in de eerder afgenomen interviews is genoemd, is het bewustzijn, dan wel houding en gedrag, van de projectmedewerkers om de variantenbibliotheek te vullen met informatie. Bovendien moet worden bijgehouden of de gedocumenteerde informatie niet al gedateerd is, zodat de variantenbibliotheek alleen de informatie blijft houden die bruikbaar is voor huidige projecten.

Tot slot wordt er waarde gehecht aan een handleiding voor het opslaan van de juiste informatie. Tijdens de evaluatie is er gezegd dat er met slechts het vermelden van een term onvoldoende richtlijnen zijn om informatie met voldoende consistentie te documenteren, zodat die informatie voor andere projecten niet altijd bruikbaar zal zijn. Hierdoor zijn de eerder genoemde richtlijnen toegevoegd aan de variantenbibliotheek, zie het blok onder het blok "Kenmerken" in Figuur 11.

Op meerdere manieren kunnen zoeken

Zoeken kan op verschillende manieren. Via de eerder beschreven objecttypeboom kan worden gezocht, maar ook met behulp van trefwoorden en het zoeken via functies die een variant moet kunnen uitvoeren. Met het zoeken via trefwoorden kan op verschillende plaatsen in de variantenbibliotheek worden uitgekomen, zoals bij functies, objecttypen en varianten. In de Figuren B.11 en B.12 van Bijlage B.11 zijn de zoekschermen voor het zoeken op respectievelijk trefwoorden en functies zichtbaar.

Evaluatie

Vanuit oplossingen zoeken heeft over het algemeen de voorkeur bij de Rijkswaterstaatmedewerkers. Dit wordt bevestigd tijdens de evaluatie. Dat is echter tegen de principes van Systems Engineering, dat Rijkswaterstaat zegt toe te passen. Het ontwikkelen van systemen vanuit functies, zoals Systems Engineering voorschrijft, blijft echter wel het doel van Rijkswaterstaat, waardoor het kunnen zoeken op zowel objecttypen als functies de voorkeur geniet. Het kunnen zoeken op trefwoorden wordt als een goede aanvulling gezien.

Opslaan van specifieke informatie

Rechtsonderaan in Figuur 11 kan informatie worden gedocumenteerd die afwijkt van de voorgeschreven informatie uit Hoofdstuk 6, keuzeprocess. Het opslaan van specifieke informatie dient slechts gedaan te worden op het moment dat die informatie ook daadwerkelijk cruciaal is gebleken voor de uitkomst van de variantenkeuze. De ruimte om de van de standaard informatie afwijkende informatie op te slaan is er ook voor de projectcontext en de technische oplossing.

Evaluatie

De mogelijkheid om projectspecifieke informatie te kunnen documenteren is louter positief beoordeeld tijdens de evaluatie.

Gebruiken als hulpmiddel

Bij de beschrijvingen van de projectcontext, Figuur B.9, de technische oplossing, Figuur B.10, en het keuzeprocess, Figuur 11, valt op te merken dat de opgeslagen informatie projectspecifiek is. Door deze informatie gestructureerd te documenteren kunnen projectmedewerkers verschillende varianten die vallen onder hetzelfde objecttype met elkaar vergelijken aan de hand van vergelijkbare informatie. De gebruiker moet zich er wel bewust van zijn dat de varianten individueel ontwikkeld moeten worden, maar waar van andere projecten geleerd kan worden moet dat worden gedaan. Op het moment dat er veel varianten van

een bepaald objecttype zijn opgeslagen kunnen door middel van de variantenbibliotheek projectbetrokkenen bij elkaar geroepen worden om ervaringen te delen en eventueel de basisspecificaties van die objecttypen te verbeteren. De variantenbibliotheek moet dus vooral als hulpmiddel worden gebruikt.

Evaluatie

In deze vorm kan de variantenbibliotheek in de ogen van de respondenten van de evaluatie helpen bij het creëren van draagvlak onder de stakeholders. De uiteindelijke oplossing hoeft dan weliswaar niet te veranderen, maar het aangeven hoe bepaalde keuzes tot stand zijn gekomen en wat de andere mogelijkheden waren, kan met behulp van de variantenbibliotheek relatief makkelijk worden gedaan. Hierdoor zouden keuzes beter aan stakeholders kunnen worden uitgelegd, waardoor het draagvlak voor de gekozen oplossing vergroot zou kunnen worden.

Tijdens de evaluatie is bovendien aangegeven dat het aangeven aan welke eisen de variant voldoet een goede toevoeging kan zijn voor de variantenbibliotheek. De mutaties, het toevoegen dan wel achterwege laten van eisen, ten opzichte van de basisspecificaties die gelden voor de objecttypen waar de varianten voor zijn gekozen kunnen daarbij helpen. Wanneer voor het nieuwe project de eisen bekend zijn kunnen de beschikbare varianten uit de variantenbibliotheek worden vergeleken op gelijkenissen met betrekking tot de gestelde eisen. Daar kan tijd mee worden bespaard.

Tot slot wordt de variantenbibliotheek vooral gezien als een tool voor het delen van ervaringen, waar hij ook voor bedoeld is.

8.3. Deelconclusie

Voor een succesvol gebruik van de variantenbibliotheek geeft de respondent, en tevens beoogd gebruiker, aan dat de variantenbibliotheek over de volgende eigenschappen zou moeten beschikken:

- Informatie moet kort en bondig worden opgeslagen;
- De gebruiker moet de mogelijkheid hebben om naast op probleem en oplossing, ook met behulp van begrippen de juiste informatie te kunnen vinden;
- De hiërarchie van functies en objecten moet duidelijk zijn;
- De variantenbibliotheek moet toepasbaar zijn op verschillende abstractieniveaus;
- De gebruiker moet projectspecifieke informatie in de variantenbibliotheek op kunnen slaan;
- De variantenbibliotheek moet als hulpmiddel worden gebruikt.

Deze wensen zijn vergeleken met de Golden Rules (Mandel, 1997), zie Bijlage B.10. Hieruit is gebleken dat de respondenten de meeste behoefte hebben aan een variantenbibliotheek die voldoet aan de volgende Golden Rules:

- Zorg voor duidelijke paden en uitgangen in het systeem (navigeerbaar);
- De userinterface moet transparant zijn (faciliterend);
- Vertrouwen op erkenning, niet op terugroepen (erkenning);
- Aanbieden van visuele hints (informerend);
- Aanbieden van interface snelkoppelingen (frequentie);
- Behoud de context voor de taken van de gebruiker (continuïteit).

Deze eigenschappen zijn direct vertaald naar een format die in 8.2 is beschreven en getoond met behulp van screenshots. Dit format is vervolgens geëvalueerd. De uitkomsten van de evaluatie van dit format aan de hand van de gestelde wensen zijn opgesomd in Tabel 30.

Tabel 30: Kernpunten evaluatie format

Wens	Evaluatie format
Aanbieden van informatie	• Het kunnen weergeven van plaatjes en/of tekeningen zou een goede toevoeging zijn. • Verder wordt er benadrukt dat het bewustzijn van de beoogde gebruiker wellicht het grootste gevaar is voor een onvoldoende gevulde variantenbibliotheek.
Makkelijk toegankelijk	
Beschrijven van de kern van de informatie	
Zoeken van informatie	• Meerzijdig kunnen zoeken is goed bevonden.
Zoeken via probleem òf oplossing	
Zoeken via trefwoorden	
Delen van specifieke informatie	• Positief beoordeeld.
Structuur	• Informatie aanvullen d.m.v. documenten. • Koppelen aan andere databases.
Samenhang informatie	
Herleidbaarheid van keuzes	
Voor meerdere abstractieniveaus gebruiken	
Objecttypen en functies overzichtelijk weergeven	• Zou kunnen helpen bij het verschaffen van inzicht aan stakeholders. • Toevoegen van eisen aan varianten zou ook een pluspunt zijn.
Moet als hulpmiddel gebruikt worden	

De aan de linkerkant van Tabel 30 genoemde wensen hebben betrekking op de eigenschappen van de userinterface van de variantenbibliotheek. Het vertalen van deze wensen in de userinterface van de variantenbibliotheek zorgt ervoor dat het gebruik van de variantenbibliotheek een waardevolle toevoeging kan zijn op de werkzaamheden van de beoogde gebruikers. Er is sprake van een



waardevolle toevoeging op het moment dat die toevoeging ervoor zorgt dat het gebruik van de variantenbibliotheek het ontwikkelproces van varianten goedkoper en minder tijdrovend kan maken. Voor het verdere ontwikkelproces van de variantenbibliotheek zijn de bevindingen uit de evaluatie weergegeven, zie rechterkant uit Tabel 30.

9. Conclusie

Dit onderzoek is opgezet om te achterhalen welke informatie in een variantenbibliotheek voor Rijkswaterstaat moet worden opgeslagen en welke eigenschappen die bibliotheek moet hebben, zodat de gebruiker hem naar wens kan gebruiken, zie onderstaande onderzoeksvraag:

Hoe kunnen de inhoudelijke en procesmatige informatie omtrent variantenanalyses via de variantenbibliotheek gedeeld worden?

Om dit in kaart te brengen is het onderzoek opgesplitst in twee delen: het achterhalen van (1) de informatie en (2) de wensen omtrent de userinterface. Uiteindelijk heeft dat geresulteerd in een format van de variantenbibliotheek waarin de achterhaalde informatie kan worden opgeslagen.

Voor het opzetten van de variantenbibliotheek is de theorie van Case-Based Reasoning (CBR) gebruikt. Deze theorie gaat ervan uit dat gelijke problemen op dezelfde manier kunnen worden opgelost. Dat betekent voor de variantenbibliotheek dat het probleem (projectcontext) en de oplossing (technische oplossing) moet worden beschreven. Hier is het keuzeproces aan toe gevoegd, zodat inzichtelijk kan worden gemaakt waarom in een bepaalde situatie een bepaalde oplossing is gekozen.

Aangezien CBR uitgaat van het beschrijven van ervaringen van een bepaalde context is het onderzoek aangevangen met het interviewen van projectmedewerkers die ervaring hebben met één of meerdere variantenanalyses. Tijdens die interviews is gevraagd welke informatie met betrekking tot die ervaring nuttig zou kunnen zijn in de variantenbibliotheek. Vervolgens is informatie met betrekking tot de variantenanalyses uit de bestudeerde projectdocumenten vergeleken met de resultaten uit de interviews. De uit de interviews en documenten gehaalde informatie is geëvalueerd met een kleine groep respondenten (drie van de 15). De informatie die na afloop van die evaluatie als waardevol is geacht, is gereflecteerd aan de literatuur.

Informatie

In de onderstaande tabel is de informatie weergegeven die door respondenten/documenten worden genoemd. De onderverdeling is gemaakt nadat de evaluatie van die informatie heeft plaatsgevonden. Voor elke informatie zijn de belangrijkste bevindingen genoteerd uit zowel de interviews/documenten, de evaluatie als de reflectie.

Tabel 31: Informatie die door de variantenbibliotheek zou moeten worden opgenomen

Projectcontext	Technische oplossing	Keuzeproces
Doelstelling Doelstellingen voornamelijk uit de verkeerskundige hoek (I/C-verhouding en reistijdwinst). Zowel uit de evaluatie als de reflectie komt naar voren dat doelstellingen ook breder geformuleerd kunnen zijn. D.w.z. dat de focus ook gelegd kan worden op aspecten als leefbaarheid en veiligheid.	Impact op doelstelling Om de doelstelling uit de projectcontext te behalen, worden varianten vergeleken hoe ze scoren op die doelstelling. Net als bij de projectcontext kan de beschrijving van de impact op de doelstelling worden verbreed met aspecten als leefbaarheid en veiligheid, afhankelijk van het gestelde doel bij het desbetreffende project.	Beoordelingscriteria Het meenemen van de beoordelingscriteria wordt tijdens de evaluatie niet ter discussie gesteld. Tevens is er tijdens de reflectie bevestiging gevonden. Het meenemen van wegen van die criteria wordt tijdens de evaluatie als pluspunt gezien, net als het koppelen van die criteria aan de stakeholders die een belang hebben bij die criteria.
Budget Vermelden van zowel het beschikbare budget vanuit Rijkswaterstaat als dat van andere partijen die ook bij de financiering betrokken zijn. Bij de integrale aanpak, zoals beschreven in de reflectie komt dat sterk naar voren.	Kosten Tijdens de evaluatie werden onderhoudskosten en investeringskosten aangevuld met de sloopkosten. In de reflectie wordt bevestigd dat zowel onderhoudskosten als investeringskosten belangrijke aspecten zijn bij het maken van een variantenkeuze.	Stakeholders De evaluatie resulteert in een bevestiging van het meenemen van de belangen en invloed van stakeholders, mede omdat de overheid rekening moet houden met alle belangen, dus ook van de stakeholders met geringe invloed.
Locatie Beschrijving van de locatie moet naar voren brengen: aanwezigheid van bebouwd gebied, aanwezigheid van natuurgebieden, de huidige functie van het gebied en beschikbare ruimte. Voor het vermelden van de aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden (archeologie en cultuurhistorie) wordt in de reflectie geen bevestiging gevonden.	Uitvoerbaarheid De knel- en aandachtspunten m.b.t. de uitvoerbaarheid van een variant worden in de evaluatie als bruikbaar gezien. In de reflectie is hier echter geen bevestiging voor gevonden. Aangezien de respondenten dit aspect relevant achten, wordt aanbevolen het wel mee te nemen in de variantenbibliotheek voor Rijkswaterstaat.	Dit wordt met de reflectie ook bevestigd, onder andere vanwege de integrale aanpak waarbij de belangen van verschillende partijen samenkomen.
Bodem De gevonden informatie hieromtrent zijn grondsoort en bodemgesteldheid. In de evaluatie wordt het aangevuld met bodemkwaliteit. De informatie omtrent de bodem wordt tijdens de reflectie niet bevestigd.	Ruimtebeslag Het aangeven van het ruimtebeslag van een variant wordt bij zowel de evaluatie als de reflectie als toevoeging gezien voor de variantenbibliotheek. Hierbij is het cruciaal dat de variant past binnen de daarvoor beschikbare ruimte die bij de projectcontext onder 'locatie' zou moeten worden vermeld.	Beargumentatie afwijking doelmatige oplossing Dit is informatie die vanuit de beoogde gebruikers wordt aangedragen. Uit de evaluatie kan dan ook worden geconcludeerd dat dit een bruikbare toevoeging is. Toch zijn er twijfels of de politiek gevoelige aspecten, die hier met name voor geschikt zijn, worden gedocumenteerd in een data base als de variantenbibliotheek. Deze informatie wordt daarnaast niet direct bevestigd in de reflectie. Door het gegeven dat verschillende belangen meegenomen
Milieu De geluidsbelasting en luchtvervuiling voordat een project van start gaat wordt tijdens zowel de evaluatie als de reflectie als waardevol ingeschat.	Impact op omgeving De in Tabel 13 opgesomde aspecten worden bij de evaluatie als waardevol beschouwd en aangevuld met de esthetische waarde die een variant kan hebben. In de reflectie wordt aangegeven dat de impact op de omgeving	
Positie probleem Ondanks dat het door de respondenten van de evaluatie als "lastig" wordt gedefinieerd om dit te beschrijven, wordt het door zowel de evaluatie als		

Projectcontext	Technische oplossing	Keuzeproces
de reflectie als bruikbaar beschouwd. Wellicht is verder onderzoek nuttig om uit te diepen in welke vorm deze informatie voor de variantenbibliotheek van toegevoegde waarde kan zijn.	belangrijk is om mee te nemen in de afweging van varianten, zeker met de huidige integrale aanpak. Afwijking van de opgesomde informatie is dat er voor cultuurhistorie en archeologie geen bevestiging is gevonden in de literatuur.	moeten worden en dat keuzes transparant gemaakt moeten worden, wat wel in de reflectie wordt bevestigd, kan worden onderbouwd dat deze informatie van meerwaarde kan zijn voor de variantenbibliotheek.
Projectspecifieke randvoorwaarden Projecten worden uitgevoerd in een specifieke situatie. Deze situatie kan beperkingen met zich meebrengen. Dit wordt tijdens de evaluatie en reflectie ondersteund. Politieke standpunten zouden deze randvoorwaarden kunnen beïnvloeden.	Bevindingen van variant Dit is vooral gebaseerd op de principes van CBR, het delen van ervaringen over een oplossing, in dit geval een variant. Tijdens de evaluatie wordt ook de nadruk gelegd op het feit dat dit één van de redenen is waarom een variantenbibliotheek van waarde kan zijn.	Draagvlak Waar draagvlak in eerste instantie ondergebracht werd bij de technische oplossing, kwam uit de evaluatie naar voren dat draagvlak beter bij het keuzeproces behandeld kan worden; het draagvlak voor een bepaalde oplossing is mede afhankelijk van de overige te kiezen opties. Vanuit de reflectie wordt bevestigd dat draagvlak nuttige informatie is voor het keuzeproces.

De informatie uit Tabel 31 dient te worden opgeslagen als die informatie beschikbaar is en van invloed is geweest op de uitgevoerde variantenkeuze en/of de informatie van invloed kan zijn op toekomstige variantenkeuzes. Dat laatste vraagt om een terugkoppeling vanuit projecten over welke informatie wanneer wel en niet gebruikt wordt.

Userinterface

Het tweede deel van het onderzoek gaat over hoe de beoogde gebruiker de variantenbibliotheek wil gaan gebruiken. Door middel van interviews zijn de wensen omtrent de userinterface naar voren gekomen. Dat zijn de volgende wensen:

1. De variantenbibliotheek moet gemakkelijk toegankelijk zijn;
2. De achterhaalde informatie moet met de kern beschreven worden;
3. Mogelijkheid informatie te vinden door te zoeken:
 - a. Via probleem en via oplossing;
 - b. Via trefwoorden.
4. De variantenbibliotheek moet specifieke informatie kunnen faciliteren;
5. Qua structuur wordt aan de volgende aspecten waarde gehecht:
 - a. Samenhang van informatie;
 - b. Herleidbaarheid van keuzes;
 - c. Bruikbaarheid op meerdere abstractieniveaus;
 - d. Overzichtelijke weergave van objecttypen en functies.
6. De variantenbibliotheek moet dienen als hulpmiddel.

Deze wensen zijn vergeleken met de Golden Rules van Mandel (1997), zie Bijlage B.10. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek waarde hecht aan een userinterface die navigeerbaar is; een userinterface waarbij hij of zij via duidelijke paden door de variantenbibliotheek kan gaan en door middel van visuele hints weet waar hij of zij zich in de variantenbibliotheek bevindt. Referentiepunten kunnen hier ook bij helpen. Aangezien de respondenten aangeven niet veel tijd te kunnen spenderen aan taken als het delen van informatie, zoals het gebruik van de variantenbibliotheek is, zal de userinterface faciliterend moeten zijn voor de gebruiker door hem of haar snel toegang te kunnen geven tot de plek waar informatie moet worden vastgelegd. Voor gebruikers die bekend zijn met de variantenbibliotheek is het daardoor mogelijk om snel via bepaalde objecttypen, functies of trefwoorden bij de juiste informatie te komen. Het zoeken via objecttypen kan hierbij gezien worden als het zoeken via snelkoppelingen, waardoor de gebruiker snel bij de informatie van bepaalde technische oplossingen, varianten, en de daaraan verwante informatie omtrent de projectcontext en het keuzeproces kan komen. Daarna kan de gebruiker aan de hand van lijsten van informatie, informatie vastleggen. Voor de variantenbibliotheek is dat de informatie uit Tabel 31. Met behulp van de behoeften omtrent de userinterface is er in Relatics een format gemaakt. Dat format bevat richtlijnen voor het opslaan van de informatie uit Tabel 31. Afbeeldingen van dat format zijn opgenomen in Hoofdstuk 8 en Bijlage B.11.

De beoogde gebruiker heeft tijdens de evaluatie aangegeven de volgende aspecten graag toegevoegd te zien worden aan de variantenbibliotheek: (1) koppelen van eisen aan de varianten, (2) koppelen van de variantenbibliotheek aan andere data bases en (3) de mogelijkheid plaatjes toe te voegen, zodat er een beter beeld van de situatie dan wel oplossing kan ontstaan. In een bredere context wordt nog benadrukt dat de variantenbibliotheek slechts van meerwaarde is wanneer hij ook gebruikt gaat worden. Hiervoor moeten projectmedewerkers bewust zijn van het feit dat het gebruik van de variantenbibliotheek waardevol is. Het bewust maken van de potentiële gebruikers wordt als een uitdaging gezien.

Toepassing variantenbibliotheek

De informatie die conform Tabel 31 is opgeslagen in source cases in de variantenbibliotheek wordt gelabeld.

De informatie omtrent een technische oplossing wordt gelabeld aan een variant van een objecttype. Onder dat objecttype wordt de projectcontext en keuzeproces beschreven. Deze manier van labelen, projectspecifieke projectcontexten en keuzeprocessen hangen onder objecttypen waarvoor varianten zijn ontwikkeld, heeft als voordeel dat alle varianten voor dat objecttype relatief eenvoudig gevonden kunnen worden en worden vergeleken, o.a. aan de hand van de context waarin die variant is toegepast. Het vergelijken van verschillende projectcontexten voor een objecttype, root contexten, zou



moeten leiden tot het vinden van de met de application context meest vergelijkbare root context. Deze root context maakt deel uit van een source case die gekozen en afgevallen varianten bevat. Met behulp van die varianten en het keuzeproces kan de variantenkeuze uit die source case worden herleid en kan de informatie worden gebruikt om in de target case de juiste variantenkeuze te maken.

Rijkswaterstaat kan wellicht tijd en kosten besparen tijdens de ontwikkelprocessen van varianten als de variantenbibliotheek aan de hand van de beschreven kenmerken wordt ingericht en de variantenbibliotheek de mogelijkheid biedt om de beschreven informatie op te slaan.

10. Discussie en aanbevelingen

De in Hoofdstuk 9 besproken conclusies zijn uiteindelijk tot stand gekomen door de in Hoofdstuk 3 beschreven protocollen te volgen. In deze sectie worden de conclusies teruggekoppeld naar zowel het onderzoeksgebied waarin dit onderzoek heeft plaatsgevonden als het toepassingsgebied van dit onderzoek. Bij deze terugkoppelingen wordt onderscheid gemaakt tussen het interne doel en het externe doel van dit onderzoek. Hierdoor wordt deze sectie in vier delen gesplitst. Die delen bevatten naast een discussie ook aanbevelingen.

Interne doel - onderzoeksgebied

Hieronder vallen de kritische noten ten aanzien van de gebruikte onderzoeksmethodiek om het interne doel van het onderzoek te behalen.

De gevolgde theorie van CBR, het uitgaan van ervaringen met betrekking tot relaties tussen problemen en oplossingen, heeft er toe geleid dat dit onderzoek gestart is met de focus op ervaringen die de uiteindelijke gebruikers van de variantenbibliotheek hebben. Het vanuit de ervaringen van de beoogde gebruiker redeneren zou als voordeel hebben dat de respondent in een situatie gebracht wordt waarin hij of zij kan nagaan hoe hij of zij de variantenbibliotheek zou willen gebruiken. De ervaringen die de 15 respondenten hebben zijn echter specifiek, waardoor de antwoorden die de respondenten hebben gegeven niet eenvoudig vergeleken kunnen worden. De gebruikte methode van labelen, het onderverdelen van antwoorden in fragmenten en die fragmenten vergelijken en over groepen verdelen, zorgt ervoor dat bij de analyse van de interviews subjectiviteit kan optreden. Deze subjectiviteit is het gevolg van het interpreteren van de antwoorden van de respondenten. Dat kan gezien worden als een nadeel van de resultaten van dit onderzoek.

Zoals gezegd, levert het interviewen van 15 respondenten veel verschillende antwoorden op. Om te voorkomen dat uit specifieke ervaringen generieke informatie gehaald wordt, is er een grens gehanteerd voor het al dan niet opnemen van bepaalde informatie in de variantenbibliotheek. Deze grens ligt bij drie uit de 15 interviews. Het nadeel van die grens is echter dat niet voor de hand liggende informatie die door slecht één respondent wordt genoemd niet wordt meegenomen, maar wel relevant kan zijn voor de variantenbibliotheek. Toch is voor de grens van tenminste drie vermeldingen uit de 15 interviews gekozen, omdat dat risico ook optreedt voor de informatie die helemaal niet genoemd wordt tijdens de interviews. Voor de documentenanalyse geldt hetzelfde als voor de interviews met betrekking tot het aantal keren dat bepaalde informatie genoemd wordt, maar dan met een grens van twee.

Aangezien de literatuurstudie in dit onderzoek is gebaseerd op de gevonden informatie uit de interviews en projectdocumenten, bestaat de kans op een incomplete literatuurreflectie. De volgens de literatuur relevante informatie omtrent de variantenanalyse, die niet verwant is met de gevonden informatie uit

de interviews en documenten, komt bij deze reflectie dan ook nauwelijks aan bod. Ook dit is een gevolg van de keuze de variantenbibliotheek te baseren op ervaringen en daardoor in eerste instantie uit te gaan van de informatie uit de afgenomen interviews. Het doen van een literatuurstudie die niet gebaseerd is op de resultaten uit dit onderzoek zou de verkregen resultaten uit dit onderzoek kunnen aanvullen.

Aanbeveling #1:

Het doen van een opzichzelfstaande literatuurstudie, een studie die onafhankelijk van de resultaten uit dit onderzoek wordt uitgevoerd, naar de benodigde informatie voor de variantenanalyse.

Behalve dat de informatie aangevuld kan worden door een opzichzelfstaande literatuurstudie, zou de gevonden informatie ook geanalyseerd kunnen worden qua bruikbaarheid in verschillende situaties.

Varianten worden op meerdere abstractieniveaus ontwikkeld, waarbij voor het ene abstractieniveau bepaalde informatie uit de richtlijnen van meer belang kan zijn dan voor het andere abstractieniveau. Zo zou informatie omtrent het doorsnijden van landschappen bij tracévarianten eerder van belang zijn dan bij een keuze tussen een boogbrug of tuibrug, terwijl het veroorzaken van geluidsoverlast bij de keuze tussen een verdiepte ligging en een tunnel wellicht relevanter is. Onderzocht zou kunnen worden voor welke varianten, op verschillende abstractieniveaus, welke informatie het meest bruikbaar is in het kader van het gebruik van de variantenbibliotheek.

Aanbeveling #2:

Onderzoeken welke informatie op welk abstractieniveau van de variantenanalyses het meest waardevol is.

Verschiedende respondenten vinden het vermelden van informatie omtrent "positie probleem" nuttig en tijdens de evaluatie wordt dat bevestigd. Tot op heden wordt aanbevolen om dat kwalitatief te documenteren. Echter, voor een generiek gebruik zou het kunnen helpen hier bepaalde richtlijnen voor op te stellen, zodat voor verschillende projecten raakvlakken en relaties met andere projecten concreter weergegeven kunnen worden, dan slechts een beschrijving van die raakvlakken. Of in ieder geval te onderzoeken of er al dan niet andere manieren dan kwalitatieve beschrijvingen zijn om "positie probleem" te documenteren.

Aanbeveling #3:

Het doen van verder onderzoek naar het documenteren van "positie probleem" in de variantenbibliotheek.

Interne doel - toepassingsgebied

Naast het feit dat er gesproken wordt over hoe welke informatie met behulp van de variantenbibliotheek gedeeld zou moeten worden, wordt er ook besproken

hoe die informatie in het toepassingsgebied van de variantenbibliotheek tot zijn recht komt.

Wat betreft het gebruik van de variantenbibliotheek op meerdere abstractieniveaus, wordt de fasering van het keuzeprocess niet genoemd als relevante informatie voor de variantenbibliotheek. Zoals aangegeven in Hoofdstuk 1, richt dit onderzoek zich op de verkenning- en planuitwerkingsfase. Wellicht is het voor het gebruik van de variantenbibliotheek handig om voor de verschillende abstractieniveaus ook te vermelden in welke projectfasen die keuzes gemaakt worden. Achterhaald zou kunnen worden of Rijkswaterstaat er belang bij heeft die keuzes te koppelen aan bepaalde projectfasen, of dat het vermelden van die fasen in de variantenbibliotheek overbodig blijkt te zijn voor het ontwikkelproces van varianten.

Aanbeveling #4:

Achterhalen of het koppelen van de variantenkeuzes aan de projectfasen waarin de keuzes hebben plaatsgevonden een waardevolle toevoeging is voor de variantenbibliotheek.

Met behulp van de variantenbibliotheek wil Rijkswaterstaat projectmedewerkers in staat stellen hun ervaringen omtrent de variantenanalyse te delen. Het gebruik van de variantenbibliotheek moet de projectmedewerkers in staat stellen varianten eenvoudiger te kunnen vergelijken, waardoor er sneller een variantenkeuze gemaakt kan worden. Door de variantenbibliotheek te gebruiken moet tevens worden voorkomen dat de tijd en moeite die gepaard gaan met het ontwikkelen van een al dan niet gekozen variant, verloren gaat. Bovendien wil Rijkswaterstaat het keuzeprocess omtrent de variantenkeuze transparanter maken.

Op het moment dat de variantenbibliotheek in gebruik is en over verschillende variantenanalyses informatie bevat, zal met behulp van die informatie het ontwikkelproces van varianten verbeterd moeten worden. Er kan dan echter ook worden geëvalueerd of de in dit onderzoek geformuleerde richtlijnen voor het opslaan van informatie nuttig zijn, of dat er meer of minder informatie moet worden opgeslagen. Naar aanleiding van het gebruik van de variantenbibliotheek zou nagegaan kunnen worden of de richtlijnen voor het opslaan van informatie omtrent variantenanalyses in de variantenbibliotheek aangepast moeten worden. Tevens kan zo'n terugkoppeling van waarde zijn bij het gedetailleerder uitwerken van de richtlijnen voor het opslaan van informatie. Zo zouden de in dit onderzoek genoemde richtlijnen voor het opslaan van informatie wellicht verder onderzocht kunnen worden of dat inderdaad de juiste manier van informatie opslaan is, of dat die informatie vanuit de praktijk op een andere manier moet worden opgeslagen. Nieuw onderzoek zou zich bijvoorbeeld kunnen focussen op slechts één "informatie soort", waar verschillende informatie onder kan vallen, zoals "locatie" (natuur, beschikbare ruimte, etc.) of "milieu" (lucht en geluid). Dan zouden er strakkere richtlijnen kunnen ontstaan voor het opslaan van die

informatie. Of die strakkere richtlijnen van meerwaarde zijn voor de variantenbibliotheek of dat de gebruiker meer vrijheid moet krijgen in het opslaan van informatie, valt dan nog te bezien.

De in dit onderzoek achterhaalde wensen voor de userinterface zijn vergeleken met de Golden Rules van Mandel (1997) en direct vertaald naar een format voor de variantenbibliotheek. Ondanks dat de userinterface met de beoogde gebruikers is geëvalueerd, zal gebruik van en ervaring met het format leren of deze userinterface aan de wensen van de gebruiker voldoet. Nadat de variantenbibliotheek is gebruikt door een aantal projectmedewerkers, kunnen de zwakten naar boven komen, waarna verbeteringen kunnen worden voorgesteld.

Aanbeveling #5:

Op het moment dat de variantenbibliotheek in gebruik is, terugkoppelingen vragen vanuit projecten of de richtlijnen voor het opslaan van informatie aangepast dienen te worden en of de userinterface past binnen de werkzaamheden van projectmedewerkers. Eventueel gewenste aanpassingen vervolgens doorvoeren.

Externe doel – onderzoeksgebied

Om bij te dragen aan het externe doel wordt vanuit dit onderzoek een aanbeveling gedaan voor vervolgonderzoek dat raakvlakken heeft met dit onderzoek.

Uit de interviews en documenten is informatie gekomen die, wanneer die informatie in een variantenbibliotheek verwerkt wordt, in de toekomst kan leiden tot het vergelijken van varianten die zijn opgebouwd uit dezelfde objecttypen voor verschillende projectcontexten. Door de ervaringen omtrent die (combinaties van) objecttypen, varianten, te vermelden en te koppelen aan eisen, zouden de standaardsets van eisen uit de basisspecificaties voor die (combinaties van) objecttypen gecreëerd, dan wel aangepast kunnen worden. Uit de opgedane ervaringen zouden dan de zwakke punten verbeterd kunnen worden en de sterke punten behouden kunnen blijven voor toekomstige implementatie van die desbetreffende variant.

De generieke en specifieke aspecten zouden van elkaar onderscheiden kunnen worden, doordat varianten in verschillende projectcontexten vergeleken worden. Door generieke en specifieke aspecten te onderscheiden kan een slag gemaakt worden in de standaardisatie van de technische oplossingen. Zo zou naar aanleiding van de documentatie van verschillende varianten in de variantenbibliotheek onderzoek gedaan kunnen worden welke eisen bij bepaalde varianten overbodig dan wel toegevoegd kunnen worden. De standaardoplossingen/varianten zijn, in het geval van de variantenbibliotheek, de (combinatie van) objecttypen. Om aan projectspecifieke eisen te voldoen, worden verschijningsvormen van die varianten gemaakt. Een verschijningsvormen zijn (combinaties van) objecttypen die dusdanig zijn aangepast aan de situatie waarin ze moeten worden geïmplementeerd. Wanneer

de projectspecifieke eisen sterk afwijken of tegenstrijdig zijn met de eisen van een bepaald objecttype, moet er uiteraard een ander objecttype worden gekozen. Op het moment dat een eis die afwijkt van de basisspecificatie van een objecttype vaker terugkomt voor een verschijningsvorm binnen hetzelfde objecttype, kan dit objecttype wellicht worden aangepast met eigenschappen van die verschijningsvorm òf kan er een geheel nieuw objecttype worden gevormd dat ook voldoet aan de nieuwe eis(en).

Aanbeveling #6:

Ervaringen die zijn opgedaan en de gebruikte eisen van dezelfde objecttypen onderling vergelijken en verschillen verder onderzoeken. Wellicht kan dat leiden tot het aanpassen van de basisspecificaties van die objecttypen.

Externe doel – toepassingsgebied

De betekenis van dit onderzoek voor het toepassingsgebied in relatie tot het bijdragen aan het behalen van het externe doel, wordt opgesplitst in zowel acties als besluiten die door Rijkswaterstaat respectievelijk moeten worden uitgevoerd en moeten worden genomen.

Acties

Uit het onderzoek is gebleken dat projectmedewerkers niet zitten te wachten op extra taken, zoals het delen van evaluaties en terugkoppelingen van hun ervaringen; projecten moeten binnen tijd en budget afgerond worden. Daar ligt dan ook de prioriteit van de projectmedewerkers èn dus niet bij het delen van informatie. Bovendien is het documenteren van informatie een investering voor toekomstige projecten, waardoor het effect èn voordeel van het vastleggen van informatie niet direct zichtbaar is. Ondanks dat het merendeel van de respondenten wel de meerwaarde inziet van de variantenbibliotheek wordt het een uitdaging om projectteams informatie over te laten dragen naar een centrale data base, zoals de variantenbibliotheek. Om de variantenbibliotheek te kunnen laten functioneren, moeten de projectmedewerkers van Rijkswaterstaat ervan bewust gemaakt worden dat de variantenbibliotheek er is èn wat de mogelijke meerwaarde van het gebruik van de variantenbibliotheek voor Rijkswaterstaat met zich mee kan brengen. Voor een succesvolle toepassing van CBR is een goed gevulde case base noodzakelijk. Op het moment dat dat bewustzijn er (nog) niet is, bestaat de kans dat de variantenbibliotheek niet of nauwelijks gebruikt gaat worden.

Aanbeveling #7:

Projectmedewerkers bewust maken van de toegevoegde waarde die de variantenbibliotheek kan hebben voor toekomstige projecten.

Er zou bovendien voldoende aandacht besteed moeten worden aan het bijhouden van technische ontwikkelingen. Door het ontwikkelen van nieuwe technieken worden oplossingen die in het verleden zijn toegepast verbeterd. Verouderde oplossingen zullen daardoor niet snel nogmaals worden toegepast. Het bijhouden van die ontwikkelingen is essentieel voor een goed gebruik van de

variantenbibliotheek, zodat men niet in verouderde technieken en methoden blijft hangen, maar dat er ruimte bestaat voor vernieuwing. De opgeslagen oplossingen zouden dan bijvoorbeeld met behulp van periodieke controles getoetst kunnen worden. Verouderde oplossingen zouden plaats moeten maken voor nieuwe oplossingen, zodat de variantenbibliotheek bruikbaar blijft.

Aanbeveling #8:

De variantenbibliotheek moet onderhouden worden, zodat verouderde oplossingen vervangen kunnen worden voor nieuwe oplossingen.

Elk project is uniek en de keuzes die tijdens projecten gemaakt worden zijn dan ook in een specifieke situatie gemaakt; gekozen varianten moeten goed aansluiten op specifieke behoeften. Opgedane ervaringen uit eerder bedachte oplossingen/varianten kunnen echter wel gebruikt worden in nieuwe situaties, maar het direct overnemen van de oplossingen zou problemen op kunnen leveren. De variantenbibliotheek moet daarom gezien worden als hulpmiddel. Op het moment dat een combinatie van objecttypen meerdere keren gebruikt is en er beargumenteerd kan worden dat dit een standaard kan zijn, zouden er voor die variant basisspecificaties kunnen worden opgesteld.

Aanbeveling #9:

De variantenbibliotheek moet als hulpmiddel worden gezien.

Besluiten

Er bestaat nog onduidelijkheid over de manier waarop de variantenbibliotheek in de huidige werkzaamheden van de projectmedewerkers een rol zou kunnen spelen. De onduidelijkheid is vooral gebaseerd op wie verantwoordelijk wordt geacht om de informatie te verzamelen en vast te leggen. Daar zijn verschillende mogelijkheden voor: (1) verantwoordelijkheid voor het vastleggen van informatie bij projectteams neerleggen, of (2) verantwoordelijkheid bij een centraal punt, bijvoorbeeld de afdeling Werkwijze Kwaliteit en Informatievoorziening (WKI) van Rijkswaterstaat, neerleggen. In beide gevallen zou de informatie uit de projecten moeten komen, maar zal de coördinatie van het verzamelen en vastleggen van die informatie verschillen. Dit is een organisatorisch vraagstuk voor Rijkswaterstaat. Het zou goed zijn om te analyseren waar Rijkswaterstaat de meeste behoefte aan heeft.

Aanbeveling #10:

Er dient te worden achterhaald wie de verantwoordelijkheid moet dragen voor het opslaan van informatie in de variantenbibliotheek.

Zoals bij de probleemstelling is beschreven, zou het voor Rijkswaterstaat interessant zijn om de variantenbibliotheek te gebruiken in combinatie met Grip 4.0 en de OTL. Het format van de variantenbibliotheek is gecreëerd in Relatics, wat ook de basis is van zowel Grip 4.0 als de OTL. Met Relatics is het mogelijk koppelingen te maken tussen verschillende informatie. Voor Rijkswaterstaat zou het interessant zijn om te kijken welke koppelingen tussen de

variantenbibliotheek, Grip 4.0, de OTL en eventueel andere data bases mogelijk en gewenst zijn.

Aanbeveling #11:

Er dient te worden bepaald welke koppelingen tussen de variantenbibliotheek, Grip 4.0, de OTL en eventueel andere data bases mogelijk en gewenst zijn.

In Tabel 32 zijn alle aanbevelingen uit dit onderzoek samengevat en opgesomd.

Tabel 32: Aanbevelingen

	Onderzoeksgebied	Toepassingsgebied
Interne doel	1. Het doen van een opzichzelfstaande literatuurstudie; 2. Onderzoeken van bruikbare informatie per abstractieniveau van de variantenanalyse; 3. Verder onderzoek naar het documenteren van "positie probleem".	1. Achterhalen van de mogelijkheden om informatie van de variantenkeuzes te koppelen aan projectfases; 2. Terugkoppelingen vragen vanuit projecten over de richtlijnen voor het opslaan van informatie en over de userinterface. Eventueel gewenste aanpassingen doorvoeren.
Externe doel	1. Aan de hand van zowel de opgeslagen ervaringen als de bij de gebruikte objecttypen behorende eisen, de basisspecificaties van die objecttypen, waar nodig, aanpassen.	<u>Acties:</u> 1. Projectmedewerkers bewust maken van de meerwaarde van de variantenbibliotheek; 2. Onderhouden van de variantenbibliotheek; 3. De variantenbibliotheek als hulpmiddel zien. <u>Besluiten:</u> 1. Bepalen wie er verantwoordelijk is voor het opslaan van informatie; 2. Bepalen welke koppelingen tussen de variantenbibliotheek, Grip 4.0, de OTL en andere data bases mogelijk en gewenst zijn.

Het documenteren van informatie in een variantenbibliotheek door middel van de toepassing van CBR kan helpen het ontwikkelproces van varianten goedkoper en minder tijdrovend te maken. Als terugkoppeling op het onderzoeksgebied kan geconcludeerd worden dat dit onderzoek echter gezien moet worden als een eerste aanzet bij de ontwikkeling van de variantenbibliotheek. De variantenbibliotheek zal dan ook verder ontwikkeld kunnen worden om zijn meerwaarde voor projectteams verder te doen toenemen. Bovendien zal de tool pas functioneren op het moment dat de gebruikers uit de organisatie, in dit geval Rijkswaterstaat, openstaan de tool toe te passen. Tools en mensen hebben elkaar nodig!

Bronnenlijst

Literatuur

- Aamodt, A., & Plaza, E. (1994). Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *Artificial Intelligence Communications*, 39–59.
- Allen, B. P. (1994). Case-Based reasoning: Business Applications. *Communications of the ACM*, 40-42.
- Armaghan, N., & Renaud, J. (2012). An application of multi-criteria decision aids models for Case-Based Reasoning. *Information Sciences*, 55-66.
- Behbahani, M., Saghaee, A., & Noorossana, R. (2012). A case-based reasoning system development for statistical process control: Case representation and retrieval. *Computers & Industrial Engineering*, 1107-1117.
- Brown, C. B., & Elms, D. G. (2015). Engineering decisions: Information, knowledge and understanding. *Structural Safety*, 66-77.
- Busscher, T., Tillema, T., & Arts, J. (2012). Innovations in Governance: Balancing Air Quality and Road Development. *Social and Behavioral Sciences*, pp. 3251-3265.
- Chan, A., Scott, D., & Lam, E. (2002). Framework of success criteria for design/build projects. *Journal of Management in Engineering*, 120–128.
- Chen, Y.-T., & Chiu, M.-C. (2015). A case-based method for service-oriented value chain and sustainable network design. *Advanced Engineering Informatics*, 269-294.
- Chi, R., & Kiang, M. (1993). Reasoning by coordination: an integration of case-based and rule-based systems. *Knowledge-Based Systems*, 103-113.
- Clark, J., Clarke, C., De Panfilis, S., Granatella, G., Predonzani, P., Sillitti, A., et al. (2004). Selecting components in large COTS repositories. *The journal of systems and software*, 323–331.
- Condeço-Melhorado, A., Tillema, T., de Jong, T., & Koopal, R. (2014). Distributive effects of new highway infrastructure in the Netherlands: the role of network effects and spatial spillovers. *Journal of Transport Geography*, pp. 96-105.
- Davenport, T., & Prusak, L. (1998). Working Knowledge: How organizations manage what they know. *Harvard Business School Press*.

- David, P. A., & Rothwell, G. S. (1994). Standardization, diversity and learning: Strategies for the coevolution of technology and industrial capacity. *ELSEVIER*, 181-201.
- Deelstra, Y., Nooteboom, S., Kohlmann, H., van den Berg, J., & Innanen, S. (2003). Using knowledge for decision-making purposes in the context of large projects in The Netherlands. *Environmental Impact Assessment Review*, pp. 517-541.
- Doloi, H., Iyer, K., & Sawhney, A. (2010). Structural equation model for assessing impacts of contractor's performance on project success. *International Journal of Project Management*, 687-695.
- Dutta, S., & Bonissone, P. P. (1993). Integrating Case- and Rule Based Reasoning. *International Journal of Approximate Reasoning*, 163-203.
- Dzeng, R.-J., & Lee, H.-Y. (2004). Critiquing contractors' scheduling by integrating rule-based and case-based reasoning. *Automation in Construction*, 665-678.
- EURIB. (2011). *Verwerken van kwalitatieve data*.
- Fernández-Sánchez, G., Berzosa, Á., Barandica, J. M., Cornejo, E., & Serrano, J. M. (2015). Opportunities for GHG emissions reduction in road projects: a comparative evaluation of emissions scenarios using CO2NSTRUCT. *Journal of Cleaner Production*, pp. 156-167.
- Geerlings, H., & Stead, D. (2003). The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research. *Transport Policy*, pp. 187-196.
- Goh, Y., & Chua, D. (2009). Case-based reasoning for construction hazard identification: case representation and retrieval. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1181-1189.
- Gresse von Wangenheim, C., Von Wangenheim, A., & Barcia, R. M. (1998). Case-based reuse of software engineering measurement plans. *Proceedings of the Tenth Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. San Francisco Bay, USA: Skokie, Illinois, USA: Knowledge Systems Institute.
- Heeres, N., Tillema, T., & Arts, J. (2012a). Functional-spatial sustainability potentials of integrated infrastructure planning. *Social and Behavioral Sciences*, pp. 2533-2544.
- Heeres, N., Tillema, T., & Arts, J. (2012b). Integration in Dutch planning of motorways: From "line" towards "area-oriented" approaches. *Transport Policy*, pp. 148-158.

- Kolodner, J. L. (1991). Improving human decision making through case-based decision aiding.
- Kolodner, J. L. (1993). Case-Based Reasoning.
- Korytářová, J., & Hromádka, V. (2014). The Economic Evaluation of Megaprojects – Social and Economic Impacts. *Social and Behavioral Sciences*, pp. 495-502.
- Laird, J., Nellthorp, J., & Mackie, P. (2005). Network effects and total economic impact in transport appraisal. *Transport Policy*, pp. 537–544.
- Li, L. L. (1999). Knowledge-based problem solving: an approach to health assessment. *Expert Systems with Applications*, 33–42.
- Limam Mansar, S., Marir, F., & Reijers, H. A. (2003). Case-Based Reasoning as a Technique for Knowledge Management in Business Process Redesign. *Electronic Journal on Knowledge Management*, 113-124.
- Luo, X., Shen, G. Q., & Fan, S. (2010). A case-based reasoning system for using functional performance specification in the briefing of building projects. *Automation in Construction*, 725–733.
- Mandel, T. (1997). Chapter 5: The Golden Rules of User Interface Design. In *The Elements of User Interface Design*. John Wiley & Sons.
- Maruta, R. (2014). The creation and management of organizational knowledge. *Knowledge-Based Systems*, 26-34.
- Nogués, S., & González-González, E. (2014). Multi-criteria impacts assessment for ranking highway projects in Northwest Spain. *Transportation Research*, pp. 80-91.
- Ortega, E., Otero, I., & Mancebo, S. (2014). TITIM GIS-tool: A GIS-based decision support system for measuring the territorial impact of transport infrastructures. *Expert Systems with Applications*, pp. 7641-7652.
- Pandey, B., & Mishra, R. (2009). Knowledge and intelligent computing system in medicine. *Computers in Biology and Medicine*, 215-230.
- Pettersson, F. (2013). From words to action: Concepts, framings of problems and knowledge production practices in regional transport infrastructure planning in Sweden. *Transport Policy*, pp. 13-22.
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2015, maart 26). *Wat is bereikbaarheid?* Opgeroepen op november 3, 2015, van Planbureau voor de Leefomgeving: <http://www.pbl.nl/vraag-en-antwoord/wat-is-bereikbaarheid>

- Priemus, H., & Visser, J. (1995). Infrastructure policy in the Randstad Holland: struggle between accessibility and sustainability. *Political Geography*, pp. 363-377.
- Rijkswaterstaat. (2009). *Trajectnota/MER Rijksweg 13/16 Rotterdam*. Rotterdam: Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat. (2011). *WerkWijze Beschrijving Systems Engineering, Variantenanalyse*. Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat. (2013). *Rijkswaterstaat*. Opgeroepen op December 8, 2014, van Organisatiestructuur en adressen: http://www.rijkswaterstaat.nl/over_ons/organisatiestructuur/
- Rijkswaterstaat. (2015). *Missie Rijkswaterstaat*. Opgeroepen op november 6, 2015, van Rijkswaterstaat: <https://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/onze-organisatie/onze-missie/index.aspx>
- Rijkswaterstaat, P. B. (2008). *Guideline Systems Engineering for Public Works and Water Management*.
- Roldan Reyes, E., Negny, S., Cortes Robles, G., & Le Lann, J. (2015). Improvement of online adaptation knowledge acquisition and reuse in case-based reasoning: Application to process engineering design. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 1-16.
- Shankaranarayanan, G., & Cai, Y. (2006). Supporting data quality management in decision-making. *Decision Support Systems*, 302-317.
- Stoop, H., Arts, J., Dongen, M. v., Kruijsbergen, S. v., & Laak, P. v. (2010). *Handreiking MIRT-verkenning*. Projectdirectie Sneller & Beter.
- Störmer, E., Truffer, B., Dominguez, D., Gujer, W., Herlyn, A., Hiessl, H., et al. (2009). The exploratory analysis of trade-offs in strategic planning: Lessons from Regional Infrastructure Foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 1150-1162.
- SWOV. (2012). *Achtergronden bij de vijf Duurzaam Veilig-principes*. Leidschendam: SWOV.
- Tautz, C., Althoff, K.-D., & Nick, M. (2000). *A Case-Based Reasoning Approach for Managing Qualitative Experience*. Kaiserslautern: Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE).
- Tawfik, A. A., & Keene, C. W. (2013). Applying Case-based Reasoning Theory to Support Problem-based Learning. *The Journal of Applied Instructional Design*.

- Ugwua, O. O., Kumaraswamy, M., Kungb, F., & Ng, S. (2005). Object-oriented framework for durability assessment and life cycle costing of highway bridges. *Automation in Construction*, pp. 611– 632.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Den Haag: Boom Lemma uitgevers.
- Visser, C. (2014, Oktober 31). *Pendelen tussen probleem en gewenste situatie*. Opgeroepen op Februari 26, 2015, van Progressiegericht werken: <http://progressiegerichtwerken.nl/pendelen-tussen-probleem-en-gewenste-situatie/>
- Vries, T. d., & Pufe, H. (2014). *Werkwijzer kosten*. Kostenpool Rijkswaterstaat.
- Watson, I. (1997). Applying Case-based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems.
- Watson, L. (2003). *Applying knowledge management: Techniques for building corporate memories*. San Francisco: CA: Morgan Kaufmann publication.
- Werkgroep Leidraad Systems Engineering. (2013). *Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector. De samenhang centraal*.

Interviews

- Beekelaar, G. (2015, mei 21). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- De Jong, H. (2015, augustus 12). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Klijnhout, T. (2015, mei 20). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Langbroek, M. (2015, augustus 12). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Middelkamp, J. (2015, april 28). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Mos, M. (2015, mei 7). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Oliedam, M. (2015, mei 1). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Smit, S. (2015, mei 27). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)

- Van der Ham, P. (2015, juli 29). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Van der Linde, G. (2015, mei 8). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Van der Werff, K. (2015, april 24). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Van Schaik, H. (2015, 19 mei). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Vonck, W. (2015, mei 28). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Waterreus, I. (2015, mei 26). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)
- Wijgerse, F. (2015, mei 29). Achterhalen wensen variantenbibliotheek omtrent informatie en userinterface. (T. Leeuw, Interviewer)

Evaluatie

- Middelkamp, J. (2015, oktober 2). Evaluatie variantenbibliotheek. (T. Leeuw, Interviewer)
- Smit, S. (2015, oktober 6). Evaluatie variantenbibliotheek. (T. Leeuw, Interviewer)
- Van Schaik, H. (2015, oktober 2). Evaluatie variantenbibliotheek. (T. Leeuw, Interviewer)

Projectdocumenten

- Arcadis Nederland BV. (2008). *TN/MER N18 Werkrapport MKBA*.
- Grontmij Nederland B.V. (2011). *Verkenning N50 Ens-Emmeloord*.
- Grontmij Nederland B.V. (2012). *N50 Ens - Emmeloord M.e.r.-beoordelingsnotitie*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2013). *Plan-MER Nieuwe Westelijke Oeververbinding Deelrapport B: Variantennota*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2013). *Plan-MER Nieuwe Westelijke Oeververbinding: Deelrapport D: Verkeersnota*.



Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2013). *Samenvatting Plan-MER Nieuwe Westelijke Oeververbinding.*

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2014). *Tracébesluit N50 Ens - Emmeloord.*

Oranjewoud. (2005). *Eén plan voor stad en snelweg: Onderzoek alternatieven en varianten A2-passage Maastricht.*

Projectbureau ViA15. (2011). *Trajectnota/MER Hoofdrapport: Betere bereikbaarheid door een robuust wegennetwerk in de regio Arnhem-Nijmegen.*

Projectorganisatie NWO. (2013). *Plan-MER Nieuwe Westelijke Oeververbinding: Deelrapport E: Effectenonderzoek.*

Rijkswaterstaat. (2008). *Variantennota Rijksweg 13/16 Rotterdam hoofdrapport.*

Rijkswaterstaat. (2009). *Trajectnota/MER Rijksweg 13/16 Rotterdam Hoofdrapport.*

Rijkswaterstaat Oost-Nederland. (2005). *Startnotitie N18 Varsseveld-Enschede.*

Overig

Relatics.

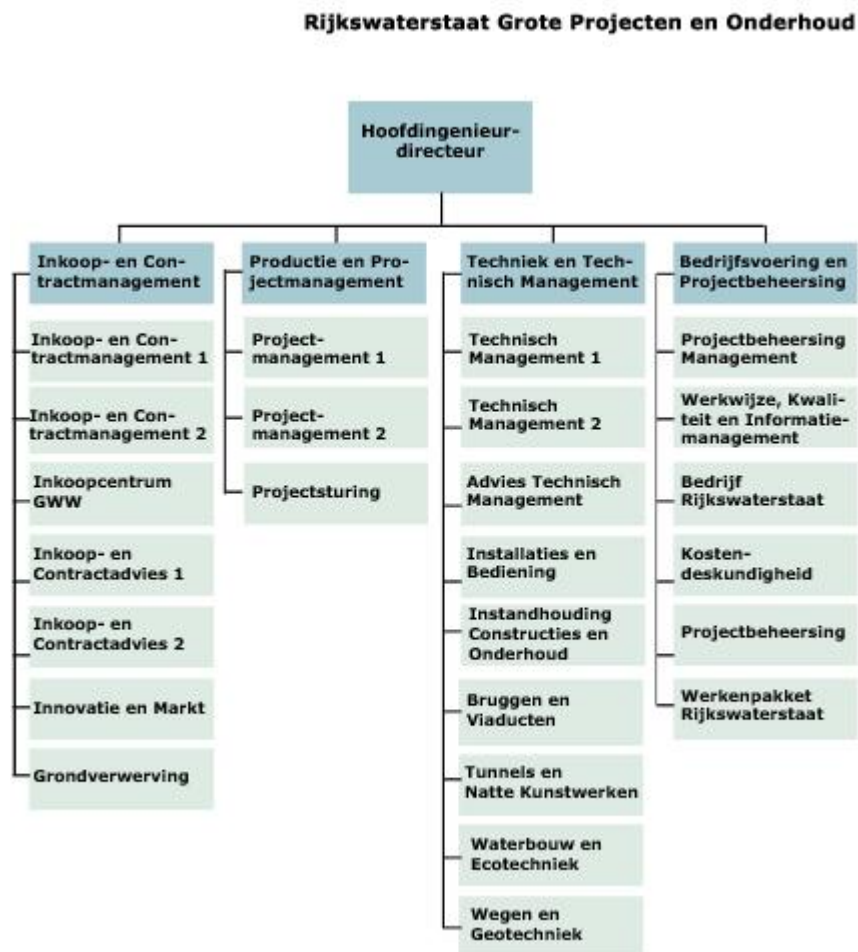
Bijlagen

B.1. Organisatiestructuur Rijkswaterstaat



Figuur B.1: Organogram Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat, 2013)

B.2. Organogram Grote Projecten en Onderhoud van Rijkswaterstaat



Figuur B.2: Organogram GPO

B.3. De voorkeursbeslissing en voorkeursvarianten

De voorkeursbeslissing

De beslissing voor het voorkeursalternatief wordt genomen door de minister van Infrastructuur en Milieu. Deze beslissing wordt de voorkeursbeslissing genoemd en vindt plaats tussen de verkenningsfase en de planuitwerkingsfase. In de planuitwerkingsfase wordt vervolgens verder gegaan met de systeemontwikkeling van het voorkeursalternatief (Vries & Pufe, 2014).

De basis voor een voorkeursbeslissing

Op basis van (1) de verwachte effecten van de alternatieven, (2) het maatschappelijk draagvlak en (3) politieke voorkeur moet de minister een keuze maken voor het voorkeursalternatief.

De rol van Rijkswaterstaat is om de effecten van de verschillende alternatieven op zo'n manier in kaart te brengen dat er voldoende informatie beschikbaar is om een gedegen beslissing te nemen. Voor het in kaart brengen van de verwachte effecten van de alternatieven wordt een analyse gedaan die alle alternatieven vergelijkt. Voor deze vergelijking bestaan meerdere methoden, zoals kosten-baten analyse (KBA), maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA), een kosteneffectiviteitanalyse (KEA) en een multi-criteria analyse (MCA). Vanuit de Systems Engineeringoptiek, die Rijkswaterstaat toepast, wordt de multi-criteria analyse gebruikt (Rijkswaterstaat, 2011). Op het tweede en derde aspect waarop de bestuurder zijn of haar keuze kan baseren heeft Rijkswaterstaat echter geen invloed.

De voorkeursbeslissing heeft een bestuurlijk karakter en moet maatschappelijk gedragen worden om succesvol te worden geïmplementeerd. Hiervoor moet de minister het besluit afstemmen met verschillende bestuurders, bijvoorbeeld met bestuurders van de gemeente en provincie.

Het proces voorafgaand aan de voorkeursbeslissing

Voordat het voorkeursalternatief wordt opgenomen in de structuurvisie moeten er eerst nog verschillende stappen worden gezet. Deze stappen zijn weergegeven in de onderste groene blokken van Figuur 1 en worden hier beschreven.

Allereerst moet er een uitvoeringsstrategie worden opgezet. Dit kan gezien worden als een plan van aanpak van hoe het project, of een combinatie van projecten, wordt uitgevoerd. De uitvoeringsstrategie dient in de structuurvisie te worden opgenomen. Ten tweede moeten gemaakte afspraken tussen rijk en regio met betrekking tot het voorkeursalternatief worden vastgelegd in een bestuursovereenkomst. Deze afspraken laten zien dat er voldoende draagvlak is voor de voorkeursbeslissing op verschillende bestuurlijke niveaus. Ook in de bestuursovereenkomst moet de uitvoeringstrategie worden opgenomen. Op het moment dat de bestuursovereenkomst is getekend, krijgt iedereen de mogelijkheid om zienswijzen naar voren te brengen. Men heeft hiervoor 6 weken de tijd. Wanneer dit is afgerond begint de gate review 2 waarin wordt gekeken of

het voorkeursalternatief voldoende is uitgewerkt en of de belangrijkste onderdelen van de verkenning met voldoende zorgvuldigheid zijn doorlopen, zodat het projectteam in de planuitwerkingsfase hier zonder problemen mee door kan gaan. Hiervoor legt het reviewteam de focus op de volgende zes onderdelen: (1) scope, (2) kosten, (3) planning, (4) organisatie, (5) kwaliteit, nut en noodzaak, en (6) draagvlak. Als zich onvolkomenheden voordoen tijdens die review, worden die gerepareerd.

Mocht de gate review 2 geen gebreken aan het licht brengen, kan worden doorgegaan met het vaststellen van de voorkeursbeslissing. Hier eindigt de verkenningsfase. Het proces gaat verder naar de planuitwerkingsfase (Stoop, Arts, Dongen, Kruijsbergen, & Laak, 2010).

De voorkeursvarianten

Ná de voorkeursbeslissing moeten opnieuw keuzes worden gemaakt tussen verschillende opties. Dit gebeurt in de planuitwerkingsfase. Tijdens de planuitwerkingsfase worden deze opties varianten genoemd. De gewenste oplossing is in grote lijnen in beeld gebracht met het voorkeursalternatief, nu moet er verder worden gegaan op een gedetailleerder niveau.

Alle projecten in het aanleg- en onderhoudsproces van boven de 20 miljoen euro worden aan KAd-toetsen onderworpen voordat de markt ervoor kan worden benaderd. Met behulp van deze toetsen (3 stuks per project) worden aanbestedingsdossiers beoordeeld. Deze toetsen vinden plaats op het moment dat 10%, 50% en 95% van het aanbestedingsdossier af is (Rijkswaterstaat, 2015).

De basis voor de keuze van voorkeursvariant

De beslissing voor een voorkeursvariant heeft betrekking op de oplossingsmogelijkheden binnen het kader van de eerder genoemde voorkeursbeslissing.

Stel met de voorkeursbeslissing is besloten dat er een brug moet worden gebouwd omdat een snelweg en een rivier elkaar moeten kruisen, dan moet nu de afweging worden gemaakt of er bijvoorbeeld wordt gekozen voor een boogbrug of een tuibrug. In dit geval zijn de boog- en tuibrug varianten. Beide varianten moeten worden ontwikkeld om ze vervolgens met elkaar te vergelijken. Deze varianten worden vergeleken met behulp van een trade-off matrix.

Aan de hand van eigenschappen, zoals kosten, milieu impact, realisatieduur, etc., wordt de voorkeursvariant gekozen.

B.4. Protocollen

In deze bijlage zijn de protocollen opgenomen voor (1) het achterhalen van de benodigde informatie voor de variantenbibliotheek en (2) het achterhalen van de wensen omtrent de userinterface van de variantenbibliotheek. Per protocol is aangegeven op basis waarvan het protocol tot stand is gekomen en hoe het protocol is gevolgd. Het protocol is vervolgens binnen de zwarte kaders weergegeven.

B.4.A. Achterhalen van benodigde informatie

Voor het achterhalen van de informatie worden vier protocollen gebruikt: (1) interviews, (2) documentenanalyse, (3) evaluatie en (4) reflectie aan de hand van theorie.

Protocol A.1: Interviews

Het onderzoek begint met het interviewen van de beoogde gebruikers van de variantenbibliotheek. Dit is de eerste stap van het onderzoek waarin een beeld wordt geschetst van de behoeften van de toekomstige gebruiker met betrekking tot de variantenbibliotheek. De reden dat het onderzoek begint met het interviewen van de beoogde gebruiker is dat hij of zij de variantenbibliotheek moet gaan gebruiken om zijn of haar ervaringen te delen.

Selecteren respondenten

De variantenbibliotheek moet uiteindelijk gebruikt worden om informatie tussen projecten te delen. De desbetreffende projectbetrokkenen moeten hem gaan gebruiken. Door de gebruiker te interviewen kan worden achterhaald welke informatie hij of zij relevant acht. Zo beslist de organisatie, Rijkswaterstaat, wat er in de data base moet komen.

De variantenbibliotheek wordt opgebouwd in de vorm van CBR, waardoor de variantenbibliotheek gevuld gaat worden met opgedane ervaringen met betrekking tot variantenanalyses. Om te achterhalen welke informatie omtrent die ervaringen de beoogde gebruiker relevant acht, moet de respondent zelf betrokken zijn geweest bij één of meerdere variantenanalyses. De respondent zou dan zijn ervaringen met de variantenanalyse kunnen uiten. Als gevolg daarop zou hij of zij kunnen aangegeven welke informatie, gerelateerd aan zijn of haar ervaring, in zijn of haar ogen van toegevoegde waarde kan zijn voor de variantenbibliotheek.

Er wordt rekening gehouden met de diversiteit aan functies die de respondenten bekleden, zodat de variantenanalyse van verschillende kanten door de respondenten naar voren wordt gebracht. Op die manier worden diverse ervaringen achterhaald.

Op basis van beschikbaarheid, adviezen van eerdere respondenten en met in het achterhoofd de diversiteit aan werkzaamheden die de beoogde respondenten

uitvoeren, zijn de respondenten uit Tabel B.1 bereid gevonden deel te nemen aan het onderzoek.

Tabel B.1: Respondenten van gehouden interviews

#	Respondent	Functie
1	Kees van der Werff	Adviseur kostenpool
2	Jasper Middelkamp	Adviseur systeemontwikkeling
3	Maarten Olieham	Technisch Manager
4	Gido van der Linde	Werkwijze adviseur
5	Michael Mos	Adviseur Systems Engineering
6	Hennie van Schaik	Kennisveldtrekker bouw- en onderhoudstechnologie
7	Ton Klijnhout	Projectmanager
8	Gerald Beekelaar	Technisch Manager
9	Ine Waterreus	Projectmanager
10	Stefan Smit	Ontwerpcoördinator
11	Wies Vonck	Directeur Sluizenprogramma
12	Frank Wijgerse	Technisch Manager
13	Peter van der Ham	Omgevingsmanager
14	Marlies Langbroek	Omgevingsmanager
15	Henk de Jong	Projectleider

De beoogde gebruikers zijn werkzaam binnen projecten of voeren een projectondersteunende functie uit. Functies binnen projecten zijn bijvoorbeeld project managers en technisch managers. Werkwijzeadviseur en adviseur Systems Engineering zijn voorbeelden van projectondersteunende functies. Het ondersteunen van projectteams kan sterk uiteenlopen; van hulp bij het toepassen van Systems Engineering tot en met het maken van een kostenplaatje voor een project.

De respondenten zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. Beschikbaarheid respondent;*
- 2. De respondenten worden gezien als de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek;*
- 3. De respondenten moeten ervaring hebben met minimaal één variantenanalyse;*
- 4. De respondenten zijn vanuit hun functies op onderling verschillende manieren bij projecten betrokken.*

Afnemen interviews

Door de medewerkers één op één te interviewen met behulp van semigestructureerde interviews wordt er in hoofdlijnen per interview dezelfde soort informatie verworven, maar kan er per interview ook specifieke informatie worden verkregen.

Er is gekozen om iedereen individueel te interviewen in plaats van een groep tegelijkertijd te interviewen. De motivatie voor deze keuze ligt in het feit dat

groepsdynamiek een rol kan spelen bij het verwoorden van uiteenlopende meningen. Groepsdynamiek kan het uiten van tegenstrijdige meningen ontmoedigen, terwijl die meningen wél bruikbaar kunnen zijn voor het onderzoek. Tevens wordt ingeschat dat het één op één interviewen als voordeel zou kunnen hebben dat iemand dieper op zijn eigen ervaring in kan gaan dan in een groepsessie. Door langer stil te kunnen blijven staan bij iemands concrete ervaring wordt ingeschat de voor CBR relevante informatie beter te kunnen achterhalen dan als in algemeenheden blijft worden gehangen in groepsessies. Het één op één interviewen zou echter een divergerende werking tussen de verschillende interviews kunnen hebben, wat als nadeel kan worden gezien. Al met al wordt het één op één interviewen gezien als de ideale methode om ervaringen van respondenten in kaart te brengen.

De semi-gestructureerde interviews worden gebruikt om vragen te stellen over projectervaringen. Aan de hand van de antwoorden wordt doorgevraagd over wat er volgens hem of haar in de variantenbibliotheek opgenomen moet worden. Aangezien CBR uitgaat van het vastleggen van ervaringen, kan de toekomstige gebruiker tijdens het interview aangeven welke informatie omtrent zijn ervaringen volgens hem in de variantenbibliotheek opgeslagen moeten worden. Door te vragen naar projectervaringen, wordt er contextuele informatie verkregen die volgens de theorie van CBR in de variantenbibliotheek moet worden opgeslagen. Door projectervaringen te bespreken wordt getracht te achterhalen wat de respondent eerder had willen weten en welke ervaringen voor volgende projecten van belang kunnen zijn. Dit wordt gedaan door de respondent zijn verhaal te laten doen en daarop in te haken door te vragen welke informatie hij of zij zou willen opslaan in de variantenbibliotheek.

De respondenten hebben elkaar bij het doorvragen naar de meer specifieke informatie kunnen aanvullen of tegenspreken. Deze mogelijkheid is gecreëerd door de respondenten eerst zelf antwoord te laten geven om vervolgens te kunnen reageren op suggesties van eerdere respondenten. Bij de gegeven antwoorden is doorgevraagd naar achterliggende redenen waarom iets wel of niet meegenomen moet worden bij de ontwikkeling van de variantenbibliotheek.

De interviews zijn semi-gestructureerd en hebben de volgende opbouw:

- 1. Allereerst wordt gevraagd naar zijn of haar betrokkenheid bij projecten en hun opgedane ervaringen met betrekking tot de variantenanalyses;*
- 2. Bij het noemen van ervaringen word gevraagd welke informatie omtrent die ervaring in de variantenbibliotheek zou moeten worden opgeslagen;*
- 3. Bij antwoorden word doorgevraagd voor meer specifieke informatie.*

Analyseren interviews

Voor het analyseren van de interviews is de labeling-techniek gebruikt (EURIB, 2011). Deze manier van analyseren houdt in dat: de volledig uitgeschreven interviews worden opgedeeld in stukken tekst, fragmenten. De voor de doel- en vraagstelling van het onderzoek relevante fragmenten worden geselecteerd. Deze fragmenten krijgen vervolgens labels. Onderwerpen vanuit de theorie kunnen worden gebruikt als label van de fragmenten; voor dit onderzoek zijn dat projectcontext, technische oplossing en keuzeproces. De onder een label toegewezen fragmenten worden onderling vergeleken, alvorens ze een naam krijgen met betrekking tot de informatie die volgens de respondenten relevant is voor de variantenbibliotheek.

Bij het labelen en het vergelijken van fragmenten speelt interpretatie een grote rol. De interpretatie heeft als nadeel dat het gevoelig is voor subjectiviteit. Getracht wordt deze subjectiviteit te beperken door de gevonden informatie later in het onderzoek te evalueren met potentiële gebruikers van de variantenbibliotheek. Het werken met fragmenten heeft echter als voordeel dat het de verhalen en ervaringen van de gebruiker goed kan weergeven. Dat is in lijn met de principes van CBR, dat gebaseerd is op contextuele informatie. Het doel van de interviews is dan ook het achterhalen van de contextuele informatie die volgens de gebruiker van belang is voor de variantenbibliotheek.

Aangezien de respondenten tijdens de interviews veel verschillende informatie kunnen noemen, wordt er, ter voorkoming van een te uitgebreide case-beschrijving, ergens een grens getrokken wat betreft het wel en niet meenemen van informatie voor in de variantenbibliotheek. Deze grens moet voorkomen dat alles wat er genoemd wordt, wordt opgenomen in de variantenbibliotheek. Cases in een case base moeten immers onderling te vergelijken zijn (Armaghan et al. 2012). Voor dit onderzoek wordt de grens van "drie keer genoemd" aangehouden. Het nadeel van die grens is echter wel dat niet voor de hand liggende informatie die door slecht één respondent wordt genoemd niet mee wordt genomen, maar wel relevant kan zijn voor de variantenbibliotheek. Toch blijft dit risico altijd behouden; ook met informatie die helemaal niet aan bod komt tijdens de interviews. Door de grens van drie te trekken wordt bovendien beoordeeld of de informatie niet slechts door één of twee personen gewenst is. Daarmee kan worden voorkomen dat informatie uit een te specifieke ervaring wordt meegenomen in de lijst van generieke informatie die in de variantenbibliotheek terecht moet komen. Het meenemen van te specifieke informatie zou tot gevolg kunnen hebben dat varianten onderling moeilijker vergelijkbaar zijn. Om de resultaten aan te bieden wordt er wel gemeld door hoeveel respondenten bepaalde informatie terug willen zien, maar kan er geen conclusie worden getrokken over de relevantie van die informatie. Deze aantallen zijn terug te vinden in de desbetreffende hoofdstukken (4, 5 en 6) waarin de informatie wordt besproken en in Bijlagen B.5, B.6 en B.7.

De interviewsessie resulteert dus in de door de beoogde gebruiker gewenste informatie omtrent de projectcontext, technische oplossing en keuzeprocess. De genoemde informatie uit de fragmenten worden ook vergeleken met de informatie uit de projectdocumenten. Het analyseren van de projectdocumenten wordt hierna besproken in Protocol A.2.

De interviews worden op de volgende manier geanalyseerd:

- 1. De interviews worden compleet uitgeschreven;*
- 2. De interviews worden dan opgeknippt in fragmenten van tekst met een bepaalde boodschap;*
- 3. Deze boodschap krijgt een label: projectcontext, technische oplossing of keuzeprocess;*
- 4. Per label wordt dan gekeken welke informatie genoemd is. Deze informatie wordt bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:*
 - a. Gekeken wordt door wie en hoe vaak de informatie is genoemd;*
 - b. Bij meer dan drie keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.*
- 5. Samen met de informatie uit de projectdocumenten wordt geconcludeerd welke informatie moet worden opgenomen in de variantenbibliotheek.*

Protocol A.2: Documentenanalyse

Nadat de interviews zijn afgenomen worden projectdocumenten bestudeerd, zodat de informatie die de beoogde gebruiker denkt nodig te hebben vergeleken kan worden met de informatie die daadwerkelijk wordt toegepast.

Selecteren documenten

Voor deze documentenanalyse worden de documenten van zes verschillende projecten gebruikt. Door zes projecten te analyseren wordt geacht voldoende basis te hebben om zowel verschillen als overeenkomsten te kunnen ontdekken tussen de projecten met betrekking tot de benodigde informatie. Het kunnen concluderen van generieke informatie die nuttig kan zijn voor de variantenbibliotheek geldt als basis bij de documentenanalyse. Deze documenten moeten zijn opgesteld in de verkenning- of planuitwerkingsfase, waardoor ze binnen de scope van het onderzoek vallen, zie Figuur 1.

Door per project vergelijkbare documenten te analyseren wordt het onderling vergelijken van de gebruikte informatie makkelijker. Bovendien worden er, zoals bij de probleembeschrijving in Hoofdstuk 1 wordt beschreven, bij verschillende projecten op verschillende wijzen informatie opgeslagen en gedeeld met betrekking tot de variantenanalyse. Zo kan die informatie zijn opgeslagen in willekeurige mappen op computers, bij externe partijen zijn ondergebracht of in mails zijn terug te vinden. In het kader van de haalbaarheid van het opsporen van die informatie wordt de documentenanalyse beperkt tot documenten die eenvoudig te verkrijgen zijn. Het vergelijken van gelijke documenten van

verschillende projecten kan tevens gezien worden als een afbakening van het onderzoek, waardoor de kans op een incomplete dataverzameling wordt beperkt.

De projectdocumenten die tijdens deze stap worden geanalyseerd zijn Trajectnota's/MER's van de volgende projecten: (1) N50 Ens-Emmeloord, (2) N18 Varsseveld-Enschede, (3) ViA15, (4) A2 Maastricht, (5) Blankenburgverbinding en de (6) A13/16. Deze projecten zijn nieuwbouw- en/of wegverbredingsprojecten. Van de zes projecten hebben twee projecten, N50 en N18, betrekking op regionale wegen. De overige projecten gaan over snelwegen. De keuze voor het bestuderen van de Trajectnota's/MER's is gebaseerd op het gegeven dat deze documenten informatie bevatten die een rol spelen in de uiteindelijke variantenkeuze. Bijbehorende projectdocumenten zijn gebruikt als in de bovengenoemde documenten binnen de bestudeerde informatie hiernaar wordt verwezen.

De documenten voor de documentenanalyse worden geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

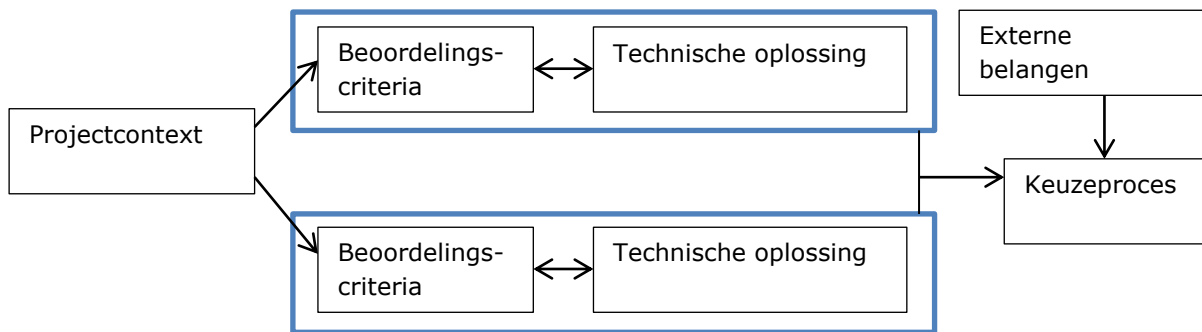
- 1. Beschikbaarheid documenten;*
- 2. Documenten hebben betrekking tot de verkenning- en planuitwerkingsfase;*
- 3. Documenten bevatten informatie omtrent variantenanalyses;*
- 4. Vergelijkbare documenten per projecten.*

Analyseren documenten

Voor een bepaalde projectcontext moeten cases uit de variantenbibliotheek gevonden worden die gelijksoortige projectcontexten en bijbehorende oplossingen, varianten, bevatten. Aangezien oplossingen van cases uit een case base ook door middel van een MCA kunnen worden geselecteerd (Armaghan et al. 2012), kan het onderling vergelijken van die oplossingen aan de hand van de voor de MCA van variantenanalyses benodigde informatie helpen bij het bepalen van welke case de meest geschikte oplossing heeft. Om die benodigde informatie te achterhalen worden de Trajectnota's/MER's daarom benaderd vanuit de criteria waarop varianten worden beoordeeld in een MCA, zie Figuur B.3.

Vanuit die criteria worden er verschillende informatie opgespoord die van belang is bij het maken van een variantenanalyse, zowel voor de projectcontext als voor de technische oplossing. Wanneer bijvoorbeeld de geluidsproductie geen of een minimale rol speelt in een projectcontext, omdat er geen woongebieden en/of natuur ligt in het gebied waar gebouwd moet worden, zullen de ontwikkelde varianten niet of nauwelijks worden beoordeeld op het criterium "geluid". Aan de hand van de beoordelingscriteria worden de varianten ontwikkeld. De varianten worden daarna weer beoordeeld op die criteria in een MCA. Er is dus sprake van een wisselwerking tussen de criteria en de variant. Die MCA bevat criteria die voor een bepaalde projectcontext beschrijven wat relevant wordt geacht om varianten te vergelijken in die situatie. Die criteria zijn daarmee de verbindende factoren tussen het probleem, de oplossing en het besluit. Behalve dat er met

behulp van de beoordelingscriteria wordt bepaald wat de voorkeursvariant is, kunnen externe belangen ook een rol spelen in het keuzeproces.



Figuur B.3: Samenhang projectcontext, technische oplossing en keuzeproces

Het gaat bij deze analyse om zes documenten. Door slechts de informatie te selecteren die minimaal twee keer genoemd wordt getracht te voorkomen projectspecifieke informatie als generieke informatie op te nemen in de variantenbibliotheek. Aangenomen wordt dat wanneer minimaal twee van de zes documenten bepaalde informatie bevat, de informatie dusdanig generiek is dat het kan worden meegenomen in de variantenbibliotheek. Net als bij de interviews wil het niet zeggen dat informatie die vaker genoemd wordt relevanter is. Deze grens van twee keer genoemd is puur voor het selecteren van de generieke informatie. Om de resultaten aan te bieden wordt er wel gemeld in hoeveel documenten bepaalde informatie terug is te vinden. Deze aantallen zijn terug te vinden in de desbetreffende hoofdstukken (4, 5 en 6) waarin de informatie wordt besproken en in Bijlagen B.5, B.6 en B.7.

Uiteindelijk worden aan de hand van zowel de analyse van de interviews als aan de hand van de documentenanalyse bepaald welke informatie wordt aanbevolen voor de variantenbibliotheek.

Het analyseren van de documenten gaat als volgt:

1. De variantenanalyse in kaart brengen met de gestelde criteria;
2. Aan de hand van die criteria wordt de verschillende informatie achterhaald, zie Figuur B.3.
3. De informatie wordt onderverdeeld in een groep, zoals projectcontext, technische oplossing en keuzeproces;
4. Per groep wordt dan gekeken welke informatie genoemd is. Deze informatie wordt bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:
 - a. Gekeken wordt bij welk project en bij hoeveel projecten de informatie is genoemd;
 - b. Bij meer dan twee keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.

Protocol A.3: Evaluatie beoogde gebruiker

De gevonden informatie uit de interviews en projectdocumenten worden geëvalueerd met de beoogde gebruiker.

Selecteren respondenten voor evaluatie

Voor het evalueren van de achterhaalde informatie zijn respondenten geselecteerd.

Van de respondenten die hebben deelgenomen aan de interviewsessie zijn drie respondenten geselecteerd om deel te nemen aan de evaluatie. Respondenten die eerder deel hebben genomen aan de interviews worden beter in staat geacht te kunnen beoordelen of wat er tijdens de interviews naar voren is gekomen in voldoende mate in het format is opgenomen dan een respondent die niet aan die interviews heeft deelgenomen. De drie geselecteerde respondenten hebben bovendien uiteenlopende functies, waardoor vanuit verschillende kanten naar de bibliotheek kan worden gekeken. Op die manier kan de variantenbibliotheek vanuit een breder toepassingsgebied geëvalueerd worden dan wanneer er bijvoorbeeld door drie technisch managers naar de variantenbibliotheek wordt gekeken.

In Tabel B.2 zijn de respondenten, met hun functies, voor de evaluatie opgenomen.

Tabel B.2: Respondenten evaluatie

#	Respondent	Functie
1	Hennie van Schaik	Kennisveldtrekker bouw- en onderhoudstechnologie
2	Jasper Middelkamp	Adviseur systeemontwikkeling
3	Stefan Smit	Ontwerpcoördinator

De respondenten voor de evaluatie zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. De respondenten hebben eerder deelgenomen aan de interviewsessie;*
- 2. Beschikbaarheid respondent;*
- 3. De respondenten hebben onderling verschillende functies.*

Structuur van evaluatie

Allereerst wordt er een uitleg gegeven van de variantenbibliotheek en hoe die gebruikt moet gaan worden. Dan volgt een evaluatie van de userinterface, zie het latere beschreven Protocol B.3. Daarna worden de gevonden informatie doorlopen waarbij de respondent gevraagd wordt of de informatie (1) nuttig is, (2) overbodig is of (3) met de verkeerde eenheid wordt opgeslagen. Bovendien wordt er gevraagd of er volgens de respondent nog informatie mist.

De evaluatie bestaat uit de volgende stappen:

- 1. Er wordt een uitleg gegeven over de variantenbibliotheek en hoe hij gebruikt moet worden;*
- 2. Daarna wordt de achterhaalde informatie doorlopen met de respondent waarbij de respondent commentaar kan hebben op die informatie. Daarbij worden de volgende mogelijkheden geboden:*
 - a. Informatie is nuttig;*
 - b. Informatie is overbodig;*
 - c. Informatie moet met een andere eenheid worden opgeslagen.*
- 3. Tot slot wordt er gevraagd of er volgens de respondent nog informatie mist.*

Protocol A.4: Reflectie aan de hand van theorie

Nadat de informatie uit de interviews en projectdocumenten is geëvalueerd, wordt een reflecterend literatuuronderzoek gedaan aan de hand van die geëvalueerde informatie.

Door middel van dat literatuuronderzoek wordt er al dan niet bevestiging gevonden in de literatuur voor de achterhaalde informatie. De reden dat er achteraf gereflecteerd wordt is dat de respondent de beoogde gebruiker is van de variantenbibliotheek. Door de ontwikkeling van de variantenbibliotheek te baseren op wat de beoogde gebruiker nodig heeft in de context waarin ze hem willen gebruiken, wordt duidelijk waar de behoefte van de gebruiker ligt. Deze behoefte zal al dan niet worden aangevuld met uit de literatuur afkomstige informatie die complementair is aan de gevonden informatie uit de interviews/projectdocumenten. Als uitgangspunt van dit literatuuronderzoek wordt daarom de al gevonden informatie gebruikt. Deze aanpak heeft als nadeel dat de volgens de literatuur relevante informatie die niet verwant is met de gevonden informatie uit de interviews en documenten niet aan bod komt.

Aan de hand van zowel de overeenkomsten tussen de interviews/projectdocumenten en literatuur als de aanvullingen vanuit de literatuur worden aanbevelingen gedaan voor aanvullend onderzoek. Zo'n aanvullend onderzoek zou kunnen helpen de variantenbibliotheek verder te ontwikkelen.

De achterhaalde informatie (na de evaluatie met respondenten) wordt vergeleken met de literatuur. Deze reflectie wordt als volgt uitgevoerd:

- 1. De eerder in het onderzoek achterhaalde informatie geldt als basis voor het zoeken naar informatie uit de literatuur;*
- 2. De eerder achterhaalde informatie die door de gebruikers als relevant wordt geacht wordt eventueel aangevuld met informatie uit de literatuur die nauw verbonden is met de achterhaalde informatie.*

B.4.B. Achterhalen van gewenste userinterface

Voor het achterhalen van een gewenste userinterface worden drie protocollen gebruikt: (1) interviews, (2) format maken en (3) format evalueren.

Protocol B.1: Interviews

Deze interviews worden in dezelfde sessie gehouden als de interviews bij Protocol A.1.

Selecteren respondenten

De groep van deelnemende respondenten is hetzelfde als bij Protocol A.1, zie Tabel B.1.

De respondenten zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. Beschikbaarheid respondent;*
- 2. De respondenten worden gezien als de beoogde gebruiker van de variantenbibliotheek;*
- 3. Respondent moet ervaring hebben met projecten waarbij één of meerdere variantenanalyses hebben afgespeeld;*
- 4. De respondenten zijn vanuit hun functies op onderling verschillende manieren bij projecten betrokken.*

Afnemen interviews

Net als bij het bevragen van de respondenten over de gewenste informatie voor de variantenbibliotheek, worden de eigenschappen voor de userinterface ook achterhaald door middel van het afnemen van semi-gestructureerde interviews. De respondenten worden tevens één op één geïnterviewd. Er wordt gevraagd wat de wensen van de gebruiker is ten aanzien van de userinterface van de variantenbibliotheek. Verder wordt er doorgevraagd naar de achterliggende redenen van die wensen en hoe die wensen in relatie staan met de werkzaamheden van de respondenten.

De interviews zijn semi-gestructureerd en hebben de volgende opbouw:

- 1. Gevraagd wordt naar de huidige gebruikte tools voor informatie opslag en hoe die tools bevalen;*
- 2. Vragen naar de goede en minder goede eigenschappen van die tools;*
- 3. Achterhalen welke eigenschappen de respondenten terug willen zien in de variantenbibliotheek en waarom.*

Analyseren interviews

Uit de interviewsessie zijn de behoeften van de gebruiker over de userinterface van de variantenbibliotheek gehaald. De interviews zijn, net als bij Protocol A.1, volledig uitgeschreven en gelabeld. De fragmenten met het label Userinterface zijn onderling vergeleken en vervolgens vergeleken met de Golden Rules van Mandel (1997). Deze golden rules bestaan uit regels die kunnen helpen bij de ontwikkeling van een userinterface.

De behoeften van verschillende respondenten kunnen verschillen òf kunnen op een verschillende manier worden verwoord. Om de behoefte van de 15 respondenten goed in beeld te brengen worden uitkomsten van de interviews gecontroleerd op tegenstrijdige behoeften en worden behoeften gecategoriseerd, zodat gelijksoortige behoeften niet dubbel worden opgenomen. Bij tegenstrijdige behoeften wordt gekeken naar het aantal mensen dat die behoefte heeft en de bijbehorende argumenten. Het nadeel van het vergelijken van tegenstrijdige behoeften is dat het gevoelig is voor de interpretatie van de onderzoeker. De eventuele effecten van dit nadeel worden beperkt door later in het onderzoek het format dat voortkomt uit die behoeften door te spreken met de beoogde gebruikers.

Voor de userinterface worden de achterhaalde behoeften niet gescoord op relevantie, maar wordt slechts beoordeeld of de userinterface aan die behoeften moet voldoen. Indien drie respondenten een behoefte kenbaar maken, wordt die behoefte meegenomen bij het maken van een format voor de userinterface. Het aantal respondenten die bepaalde eigenschappen terug willen zien in de userinterface worden daarom bekend gemaakt. Deze aantallen zijn genoemd om de resultaten aan te bieden. Deze aantallen zijn terug te vinden in Hoofdstuk 8, waarin de wensen worden besproken, en in Bijlage B.8.

De gecategoriseerde behoeften zijn uiteindelijk de input voor het maken van een format van de variantenbibliotheek.

De interviews worden op de volgende manier geanalyseerd:

- 1. De interviews worden compleet uitgeschreven;*
- 2. De interviews worden dan opgeknipt in fragmenten van tekst met een bepaalde boodschap;*
- 3. Deze boodschap krijgt een naam en wordt onderverdeeld in de groep Userinterface;*
- 4. Wensen met dezelfde strekking worden bij elkaar gezet en verder geanalyseerd:*
 - a. Gekeken wordt door wie en hoe vaak de informatie is genoemd;*
 - b. Bij meer dan drie keer genoemd wordt de informatie meegenomen in het verslag.*
- 5. De wensen worden vergeleken met de Golden Rules van Mandel (1997), alvorens geconcludeerd kan worden aan welke Golden Rules de variantenbibliotheek volgens zijn beoogde gebruikers moet voldoen.*

Protocol B.2: Format maken

Aan de hand van de gestelde wensen omtrent de userinterface wordt er een format van de variantenbibliotheek gemaakt.

Een randvoorwaarde bij het maken van het format van de variantenbibliotheek is dat het binnen de mogelijkheden van Relatics moet passen, zodat de variantenbibliotheek aan kan sluiten op Grip 4.0, dat Relatics als basis heeft. Relatics is een online relationele database waarin data en verbanden tussen deze data online kunnen worden opgeslagen.

Zoals in Hoofdstuk 1 bij de probleemstelling is beschreven hecht Rijkswaterstaat waarde aan het aanbieden van (combinaties van) objecttypen, in dit onderzoek varianten genoemd. Deze (combinaties van) objecttypen worden gezien als varianten waaraan de informatie, die door middel van het volgen van Protocol A wordt achterhaald, moet worden gehangen. Het format moet bovendien voldoen aan de gestelde wensen omtrent de userinterface. Deze wensen worden met behulp van Protocol B.1 vastgesteld en worden vervolgens direct doorvertaald naar het format van de variantenbibliotheek in Relatics.

Of de uitwerking van de wensen in zijn geheel het gewenste format oplevert wordt geanalyseerd tijdens de evaluatie van het format.

Het maken van het format kent de volgende randvoorwaarden:

- 1. Het format wordt in Relatics gemaakt;*
- 2. Objecttypen en varianten moeten aan de hand van die informatie te onderscheiden zijn;*
- 3. Moet ruimte hebben om de via interviews achterhaalde informatie (Protocol A.1) te documenteren;*
- 4. De wensen omtrent de userinterface worden direct vertaald in het format.*

Protocol B.3: Format evalueren

Het gemaakte format wordt met respondenten geëvalueerd.

Selecteren respondenten voor evaluatie

Tijdens het evalueren van het format wordt zowel de door de variantenbibliotheek gevraagde informatie, zie Protocol A.3, als de userinterface besproken. De groep deelnemende respondenten is daardoor dezelfde groep als bij Protocol A.3, zie Tabel B.2.

De respondenten voor de evaluatie zijn geselecteerd aan de hand van de volgende criteria:

- 1. De respondenten hebben eerder deelgenomen aan de interviewsessie;*
- 2. Beschikbaarheid respondent;*
- 3. De respondenten hebben onderling verschillende functies.*

Structuur van evaluatie

Het format wordt tijdens deze actie aan potentiële gebruikers voorgelegd waaruit de goede en zwakke punten van de variantenbibliotheek naar voren komen. Het doorspreken gebeurt achter een computer waarbij de gebruiker eerst een uitleg krijgt over hoe hij de variantenbibliotheek moet gaan gebruiken. Daarna worden



de achterhaalde wensen uit de eerder afgenomen interviews doorgenomen en geëvalueerd.

De positieve en negatieve punten betreffende de userinterface van het format worden meegenomen voor de beantwoording van deelvraag 2.

De evaluatie bestaat uit de volgende stappen:

- 1. Er wordt een uitleg gegeven over de variantenbibliotheek en hoe hij gebruikt moet worden;*
- 2. Daarna worden de achterhaalde wensen met betrekking tot de userinterface doorlopen met de respondent. Hierbij kan de respondent aangeven of die wensen voldoende zijn verwerkt in het format;*
- 3. Tot slot wordt er gevraagd of het format volgens de respondent nog bepaalde eigenschappen mist.*

B.5. Resultaten Hoofdstuk 4

Informatie/respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Totaal respondenten
Projectdoelstelling mbt verkeer				1			1		1				1	1	1	6
I/C verhouding							1		1				1	1	1	5
Reistijdwinst							1		1				1	1	1	5
Verkeersveiligheid		1							1						1	3
Budget		1	1		1		1		1				1		1	7
Beschikbaar geld vanuit Rijkswaterstaat;		1	1				1		1				1		1	6
Externe budgetten		1	1				1		1				1		1	6
Locatie	1		1		1	1			1				1	1	1	8
Bebouwd gebied	1			1		1							1	1	1	6
Nabijheid van natuurgebieden en waterlopen				1										1	1	3
Aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden						1							1	1	1	4
Huidige functies													1		1	2
Beschikbare ruimte			1			1							1		1	4
Bodem	1		1	1		1		1	1	1			1	1	1	10
Grondwater				1						1						2
Bodemgesteldheid	1		1	1		1		1	1				1	1	1	9
Milieu									1	1			1	1	1	5
Huidige geluidsbelasting									1	1			1	1	1	5
Huidige luchtvervuiling													1	1	1	3
Positie probleem kunnen zien		1	1	1	1	1			1						1	7
Relatie 'eerdere' problemen		1	1		1	1										4
Raakvlakken ander problemen			1	1					1						1	4
(Projectspecifieke) Randvoorwaarden					1	1		1	1	1	1		1		1	8
Contractkeuze	1		1			1		1			1					5

Informatie/ document	A2	Blankenburg-verbinding	A13/16	VIA15	N50	N18	Totaal documenten
Projectdoelstelling mbt verkeer	1		1		1	1	6
I/C verhouding	1		1		1		5
Reistijdwinst	1		1		1	1	6
Verkeersveiligheid				1	1	1	4
Budget							0
Beschikbaar geld vanuit Rijkswaterstaat;							0
Externe budgetten							0
Locatie	1		1		1	1	6
Bebouwd gebied							0
Nabijheid van natuurgebieden en waterlopen	1		1		1	1	6
Aanwezigheid van mogelijk aan te tasten waarden	1		1		1		5
Huidige functies			1		1		3
Beschikbare ruimte	1		1		1		4
Bodem	1		1		1		5
Grondwater	1			1	1		4
Bodemgesteldheid			1		1	1	4
Milieu	1		1		1	1	6
Huidige geluidsbelasting	1		1		1	1	6
Huidige luchtvervuiling	1		1		1	1	6
Positie probleem kunnen zien							0
Relatie 'eerdere' problemen							0
Raakvlakken ander problemen							0
(Projectspecifieke) Randvoorwaarden							0
Contractkeuze							0

B.6. Resultaten Hoofdstuk 5

Informatie/respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Totaal respondenten
Kosten	1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1		12
Investeringskosten	1	1	1			1						1				5
Onderhoudskosten	1	1	1			1						1				5
Knelpunten/aandachtspunten uitvoerbaarheid	1	1				1				1	1					5
Impact variant op doelstelling		1							1				1	1		4
Verkeer													1	1		2
Verkeersveiligheid		1							1					1		3
Impact variant op omgeving				1	1				1	1			1	1	1	7
Geluid									1	1			1	1	1	5
Lucht									1					1	1	3
Op andere projecten en bestaande infrastructuur									1				1	1	1	4
Aantasting natuurwaarden en waterlopen													1	1	1	3
Aantasting cultuurhistorie, archeologie en landschap														1	1	2
Externe veiligheid															1	1
Ruimtebeslag				1		1		1	1				1	1	1	7
Draagvlak	1	1											1			3
Ervaring met variant		1			1		1			1	1	1		1		7
Innovaties;											1	1		1		3
Voor- en nadelen variant		1			1		1			1				1		5

Informatie/ document	A2	Blankenburg-verbinding	A13/16	VIA15	N50	N18	Totaal documenten
Kosten	1	1	1	1	1	1	6
Investeringskosten				1	1	1	3
Onderhoudskosten				1	1	1	3
Knelpunten/aandachtspunten uitvoerbaarheid			1				1
Impact variant op doelstelling	1	1	1	1	1	1	6
Verkeer	1	1	1	1	1	1	6
Verkeersveiligheid			1	1	1	1	4
Impact variant op omgeving	1	1	1	1	1	1	6
Geluid	1	1	1	1	1	1	6
Lucht	1	1	1	1	1	1	6
Op andere projecten en bestaande infrastructuur	1			1			2
Aantasting natuurwaarden en waterlopen	1	1	1	1	1	1	6
Aantasting cultuurhistorie, archeologie en landschap	1	1	1	1	1		5
Externe veiligheid	1	1	1	1	1	1	6
Ruimtebeslag	1	1	1	1	1		5
Draagvlak							0
Ervaring met variant							0
Innovaties;							0
Voor- en nadelen variant							0



B.7. Resultaten Hoofdstuk 6

Informatie/respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Totaal respondenten
Stakeholders	1	1	1	1	1		1	1	1		1		1	1	1	12
Belangen		1	1					1					1	1		5
Invloed		1	1		1			1						1	1	6
Noemen van beoordelingscriteria		1	1	1		1	1	1				1		1	1	9
Beargumenteren afwijkingen	1		1		1		1		1		1		1	1		8

Informatie/document	A2	Blankenburg- verbinding	A13/16	VIA15	N50	N18	Totaal documenten
Stakeholders	1	1	1	1	1		5
Belangen							0
Invloed							0
Noemen van beoordelingscriteria	1	1	1	1	1	1	6
Beargumenteren afwijkingen							0



B.8. Resultaten Hoofdstuk 8

Wens/respondent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Totaal respondenten
Aanbieden informatie																
Makkelijk toegankelijk		1	1	1		1	1	1	1			1				8
Beschrijven van de kern van de informatie		1	1	1			1	1			1					6
Zoeken																
Zoeken via probleem																0
Zoeken via oplossing			1							1				1		3
Zoeken via probleem òf oplossing				1		1		1				1				4
Zoeken via trefwoorden	1										1	1		1		4
Specifieke informatie																
Delen van specifieke informatie						1	1				1			1		4
Structuur																
Samenhang informatie		1	1	1		1										4
Herleidbaarheid van keuzes						1	1	1								3
Voor meerdere abstractieniveaus gebruiken			1				1	1	1	1				1		6
Objecttypen en functies overzichtelijk weergeven			1	1	1						1					4
Hulpmiddel																
Moet als hulpmiddel gebruikt worden			1	1			1	1	1	1						6



B.9. Principes van Duurzaam Veilig

Tabel B.3: Beschrijving van de vijf Duurzaam Veilig-principes (SWOV, 2012)

Duurzaam Veilig-principe	Beschrijving
<i>Functionaliteit</i> van wegen	Monofunctionaliteit van wegen: 'stroomweg', 'gebiedsontsluitingsweg' of 'erftoegangsweg' in een hiërarchisch opgebouwd wegennet
<i>Homogeniteit</i> van massa's en/of snelheden en richting	Gelijkwaardigheid in snelheid, richting en massa bij matige en hoge snelheden
<i>Herkenbaarheid</i> van de vormgeving van de weg en voorspelbaarheid van wegverloop en van gedrag van weggebruikers	Omgeving en gedrag van andere weggebruikers die de verwachtingen van weggebruikers ondersteunen via consistentie en continuïteit van het wegontwerp
<i>Vergevingsgezindheid</i> van de omgeving en van weggebruikers onderling	Letselbeperking door een vergevingsgezinde omgeving en anticipatie van weggebruikers op gedrag van anderen
<i>Statusonderkenning</i> door de verkeersdeelnemer	Vermogen om taakbekwaamheid te kunnen inschatten

B.10. Golden Rules

- 1) Place users in control of the interface;
- 2) Reduce users' memory load;
- 3) Make the user interface consistent.

Place users in control of the interface

- 1) Gerechtvaardigd gebruik van modes (modeloos)
Modes zorgen ervoor dat de gebruiker beperkt wordt in het gebruik van het system. *Application mode* zorgt ervoor dat gebruiker slechts één bepaald deel van het programma kan gebruiken of slechts één mode voor het gehele programma kan gebruiken. *System mode* zorgt dat de rest van een computer niet gebruikt kan worden totdat de mode in beëindigd.
- 2) Maak het mogelijk om zowel het keyboard als de muis te gebruiken (flexibel)
Gebruikers hebben verschillende gewoonten. De één gebruikt liever een muis in een bepaalde situatie, de ander een toetsenbord. De gebruiksvriendelijkheid neemt toe wanneer beide opties aangeboden worden.
- 3) Maak het mogelijk om de focus te verplaatsen (onderbreekbare)
Gebied de gebruiker niet om zijn actie compleet af te ronden. Er kan altijd iets tussenkomen waardoor de gebruiker zijn aandacht moet verleggen. Opties als "save", "cancel" en "return" kunnen helpen de gebruiker zijn actie te kunnen onderbreken.
- 4) Beschrijvende teksten en boodschappen weergeven (behulpzaam)
Het is belangrijk tekst te gebruiken die eenvoudig te begrijpen is voor de gebruiker.
- 5) Geef de optie om onmiddellijke en omkeerbare acties te doen en feedback te geven (vergevend)
Laat de gebruiker weten wat er met zijn input gebeurt, of het goed gegaan is of niet. Ook is het belangrijk de opties te vermelden voor het toepassen van "undo" en "redo" acties.
- 6) Zorg voor duidelijke paden en uitgangen in het systeem (navigeerbaar)
Maak duidelijk waar in het systeem de gebruiker is, waar hij vandaan komt én waar hij naartoe kan gaan.
- 7) Systeem moet voldoen aan eisen van gebruiker met verschillende skills (toegankelijk)
De mogelijkheid bieden de interface te zetten op "standaard" of "advanced". Op die manier kunnen frustraties worden voorkomen. Beginnende gebruikers weten nog niet zo goed hoe het werkt, hebben meerdere stappen nodig, terwijl experts juist sneller door het programma heen willen.

- 8) De user interface moet transparant zijn (faciliterend)
Gebruikers moeten zich kunnen focussen op de taken die ze moeten uitvoeren i.p.v. het vertalen van hun taken in functies die de software aanbiedt.
- 9) Laat de gebruiker de interface kunnen veranderen (voorkeuren)
Het product moet een operationeel systeem bevatten die consistent is met andere toepassingen. De andere aspecten uit de userinterface moeten kunnen worden aangepast aan de gebruikers' wensen.
- 10) Laat de gebruiker interface objecten direct bewerken (interactief)
De gebruiker moet instaat zijn de interface te bewerken.

Reduce users' memory load

- 11) Ontlasten korte termijn geheugen (onthouden)
Informatie dat het systeem kan weten moet niet gevraagd worden aan de gebruiker. De voorkomt onnodige belasting van de gebruiker en verbetert zijn focus op waar het echt om draait.
- 12) Vertrouwen op erkenning, niet op terugroepen (erkenning)
Het geven van lijsten waaruit de gebruiker kan kiezen uit veelgebruikte items werkt beter dan het geven van "witte velden" waarin de gebruiker zelf de informatie moet vastleggen.
- 13) Aanbieden van visuele hints (informerend)
De interface vullen met signalen die aangeven waarmee gewerkt wordt, waar de gebruiker zich bevindt en wat hij/zij aan het doen is.
- 14) Aanbieden van standaardinstellingen, undo én redo (vergevend)
Het toepassen van functies om gezette stappen ongedaan te maken. Gedacht kan worden aan 1 stap terug, of meerdere stappen terug, maar ook dat alle acties teruggedraaid kunnen worden. Wanneer je veel mogelijkheden biedt om stappen ongedaan te maken, geef je de gebruiker de ruimte om zonder angst het programma te beproeven.
- 15) Aanbieden van interface snelkoppelingen (frequentie)
Gebruikers die bekend zijn met het systeem kunnen met behulp van snelkoppeling sneller door het systeem heengaan, wat hun werk efficiënter maakt.
- 16) Promoten van een object-actie syntax (intuïtief)
Geeft inzicht welke acties met welke objecten uitgevoerd kunnen worden. Bv. door het grijs maken van de functies die niet gebruikt kunnen worden voor een bepaald object.
- 17) Gebruiken van wereld echte beeldspraak (overbrengen)
Het gebruik van beeldspraak (metaforen) moet passend zijn bij het toepassingsgebied.
- 18) Gebruik progressieve openbaringen voor de gebruiker (context)
Wees selectief in het laten zien van informatie. Niet alle functies van het product hoeven zichtbaar te zijn. Gebruik desnoods een tweede scherm voor informatie dat niet direct nodig is voor een bepaalde actie.

19) Promoten van visuele duidelijkheden (organiseren)

Het visueel organiseren van de interface verbetert het gebruik en de leesbaarheid. Dat zorgt ervoor dat de gebruikers sneller de informatie vinden waar ze naar zoeken. Dit leidt tot meer vertrouwen bij de gebruiker in het vermogen om informatie effectief te gebruiken.

Make the user interface consistent

20) Behoud de context voor de taken van de gebruiker (continuïteit)

De gebruiker moet referentiepunten hebben wanneer hij door de interface gaat.

21) Onderhoud consistentie binnen en tussen producten (ervaring)

Een belangrijk punt bij de ontwikkeling van interfaces is dat de gebruiker kan leren tussen en binnen producten door het generieke concepten toe te passen. Belangrijke aspecten die liever niet veranderd moeten worden zijn presentatie stijlen, object gedrag én interactie met de interface (de gebruiker verwacht dezelfde resultaten wanneer hij/zij op dezelfde manier communiceert met de interface).

Het leren van nieuwe dingen is eenvoudiger dan het afleren van oude aspecten. Eigenschappen van de interface moeten dus niet zomaar aangepast worden.

22) Houd interactie resultaten hetzelfde (verwachtingen)

Informeer de gebruiker als een actie onverwachte resultaten oplevert. Dit voorkomt dat de gebruiker aan zichzelf gaat twijfelen.

23) Bieden esthetische aantrekkingskracht en integriteit (houding)

Gebruikers willen een interface die er functioneel goed uitziet en ervoor zorgt dat geplande acties voltooid kunnen worden. Een erg mooie interface kan een gebrek aan functionaliteit niet verbloemen.

24) Verkennen aanmoedigen (voorspelbaar)

De interface moet de gebruiker uitnodigen om de interface te kunnen ontdekken. Nieuwe gebruikers moeten door de interface kunnen gaan zonder angst voor eventuele negatieve gevolgen.

B.11: Screenshots userinterface variantenbibliotheek

The screenshot shows the 'Variantenbibliotheek' application. The top navigation bar includes 'Functies', 'Objecttypen', 'Varianten', 'Projecten', and 'Beheer'. The left sidebar shows 'Main portal' and 'Projecten'. The main content area is titled 'Project' and shows details for 'NSO Ens-Emmeloord'. The 'Algemeen' tab is selected, displaying the 'Kenmerken' section with the project name and description. Below this is a table of 'Gebruikt Objecttypen'.

ID	Objecttype
OBT-0015	Afvallende rijstrook
OBT-0012	Eén rijstrook
OBT-0016	Geen aansluiting
OBT-0022	Haaks viaduct
OBT-0021	Hele aansluiting
OBT-0024	Hooggelegen rotonde
OBT-0017	Huidige aansluiting
OBT-0025	Invoegstrook
OBT-0006	Knooppunt
OBT-0007	Kruising van wegvakken
OBT-0019	Ongelijkvloerse kruising
OBT-0005	Rijbaanverbreiding
OBT-0008	Rijbaanverbreiding binnenzijde
OBT-0009	Rijbaanverbreiding buitenzijde
OBT-0023	Schuin viaduct
OBT-0026	Toegevoegde rijstrook
OBT-0020	Tunnel
OBT-0013	Twee rijstroken
OBT-0014	Uitvoegstrook
OBT-0018	Viaduct

Figuur B.4: Algemene informatie van een project waarrin varianten zijn afgewogen

The screenshot shows the 'Variantenbibliotheek' application with the 'Beoordelingsproces' tab selected. It displays two tables: 'Probleemcontext' and 'Keuzeprocessen'.

ID	Objecttype	Probleemcontext
OBT-0015	Afvallende rijstrook	Projectcontext
OBT-0012	Eén rijstrook	Projectcontext
OBT-0016	Geen aansluiting	Projectcontext
OBT-0022	Haaks viaduct	Projectcontext
OBT-0021	Hele aansluiting	Projectcontext
OBT-0024	Hooggelegen rotonde	Projectcontext
OBT-0017	Huidige aansluiting	Projectcontext
OBT-0025	Invoegstrook	Projectcontext
OBT-0006	Knooppunt	Projectcontext
OBT-0007	Kruising van wegvakken	Projectcontext
OBT-0019	Ongelijkvloerse kruising	Projectcontext
OBT-0005	Rijbaanverbreiding	Projectcontext
OBT-0008	Rijbaanverbreiding binnenzijde	Projectcontext
OBT-0009	Rijbaanverbreiding buitenzijde	Projectcontext
OBT-0023	Schuin viaduct	Projectcontext
OBT-0026	Toegevoegde rijstrook	Projectcontext
OBT-0020	Tunnel	Projectcontext
OBT-0013	Twee rijstroken	Projectcontext
OBT-0014	Uitvoegstrook	Projectcontext
OBT-0018	Viaduct	Projectcontext

ID	Objecttype	Keuzeprocessen
OBT-0015	Afvallende rijstrook	Keuzeprocessen
OBT-0012	Eén rijstrook	Keuzeprocessen

Figuur B.5: Alle informatie omtrent de projectcontexten, technische oplossingen en keuzeprocessen van een project op een rijtje

VARIANTENBIBLIOTHEEK Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Zoeken Beheer

Main portal

Projecten

Naam

N50 Ens-Emmeloord

Project

N50 Ens-Emmeloord

Algemeen Varianten Beoordelingsproces Projectboom

Projectboom

- N50 Ens-Emmeloord
 - Knooppunt
 - Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Geen aansluiting
 - Hele aansluiting Bomenweg
 - Hele aansluiting
 - Huidige aansluiting handhaven
 - Huidige aansluiting
 - Ongelijkvloerse kruising Vliegtoegang/Sloefweg
 - Ongelijkvloerse kruising
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnels N50 of Bomenweg)
 - Tunnel
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Haaks viaduct
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde

Figuur B.6: Hiërarchische weergave van objecttypen en varianten van een project.

VARIANTENBIBLIOTHEEK Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Zoeken Beheer

Main portal

Objecttypen Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
- Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Geen aansluiting
 - Hele aansluiting Bomenweg
 - Hele aansluiting
 - Huidige aansluiting handhaven
 - Huidige aansluiting
 - Ongelijkvloerse kruising Vliegtoegang/Sloefweg
 - Ongelijkvloerse kruising
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnels N50 of Bomenweg)
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Haaks viaduct
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Rijbaanverbinding

Objecttype

Viaduct

Algemeen Bestaat uit Variant Onderdeel van Variant Projecten

Bestaat uit Variant

ID	Vrije Code	Naam	Bestaat uit Objecttype
VAR-0024		Haaks viaduct in zuidelijke richting	Haaks viaduct
VAR-0021		Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde	Haaks viaduct Hooggelegen rotonde
VAR-0023		Schuin viaduct in noordelijke richting	Schuin viaduct
VAR-0022		Schuin viaduct met hooggelegen rotonde	Schuin viaduct Hooggelegen rotonde

Figuur B.7: Tabblad "Bestaat uit variant"

VARIANTENBIBLIOTHEEK

Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Functies
Objecttypen
Varianten

Projecten
Zoeken

Beheer

Main portal

Objecttypen

Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
 - Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Hele aansluiting Bomenweg
 - Huidge aansluiting handhaven
 - Ongelijkvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen NSO of Bomenweg)
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct
 - Rijbaanverbreding

Objecttype

Kruising van wegvakken

Algemeen

Bestaat uit Variant

Onderdeel van Variant

Projecten

Wordt gebruikt in Project

Project	Projectcontext	Keuzeproces
NSO Ens-Emmeloord	Projectcontext	Keuzeproces

Figuur B.8: Tabblad "Projecten" bij objecttype

VARIANTENBIBLIOTHEEK

Thomas Leeuw

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Functies
Objecttypen
Varianten

Projecten
Zoeken

Beheer

Main portal

Objecttypen

Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
 - Kruising van wegvakken
 - Geen aansluiting
 - Hele aansluiting Bomenweg
 - Huidge aansluiting handhaven
 - Ongelijkvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg
 - Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen NSO of Bomenweg)
 - Viaduct Bomenweg
 - Viaduct
 - Haaks viaduct in zuidelijke richting
 - Haaks viaduct
 - Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct in noordelijke richting
 - Schuin viaduct
 - Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
 - Hooggelegen rotonde
 - Schuin viaduct
 - Rijbaanverbreding

Projectcontext

Kenmerken

Project

Objecttype

Samenvatting

Bestand

Richtlijnen voor het opslaan van informatie

Bestand

Richtlijnen opslaan informatie projectcontext.pdf

Generieke Items

Naam	Tekst
Bodem	Zeeklei. Kans op inklinking.
Budget	17 miljoen euro, waarvan 10,5 van het Rijk en 6,5 vanuit de regio.
Locatie	Beperkte bebouwing op minstens 50 meter afstand. Huidige functie van het gebied is ook faciliteren van verkeer. Het gebied eromheen heeft een landbouwfunctie. Er is geen sprake van noemenswaardige natuurgebieden en/of andere waarden die niet aangetast mogen worden.
Milieu	Normen m.b.t. lucht en geluid worden in de huidige situatie niet overschreden.
Positie probleem	Onderdeel/schakel van het project verbreding NSO. Viaduct moet aansluiten op geïntegreerde wegverbreding.
Projectdoelstelling	Meer verkeer van Emmeloord naar Zwolle faciliteren (19.200 ipv 12.000 voertuigen per etmaal) en verbeteren verkeersveiligheid en doorstroming en een veilige fietsverbinding.
Projectspecifieke randvoorwaarden	Een voorziening voor voetgangers en fietsers wordt wenselijk gevonden.

Specifieke Items

Titel	Omschrijving
Item	-

Figuur B.9: Opslaan informatie projectcontext

VARIANTENBIBLIOTHEEK X Thomas Leeuw |

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Zoeken Beheer

Main portal

Objecttypen Objecttypeboom

Objecttypeboom

- Knooppunt
- Kruising van wegvakken
- Geen aansluiting
- Hele aansluiting Bomenweg
- Huidige aansluiting handhaven
- Ongelijkvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg
- Oplossing onder maaiveld (ondertunnellen NSO of Bomenweg)
- Viaduct Bomenweg
- Viaduct
- Haaks viaduct in zuidelijke richting
- Haaks viaduct
- Haaks viaduct met een hooggelegen rotonde
- Hooggelegen rotonde
- Schuin viaduct in noordelijke richting
- Schuin viaduct
- Schuin viaduct met hooggelegen rotonde
- Hooggelegen rotonde
- Schuin viaduct
- Rijbaanverbreiding

Technische oplossing

Technische oplossing

Kenmerken

Project	NSO Ens-Emmeloord
Objecttype	Kruising van wegvakken
Variant	Viaduct Bomenweg
Samenvatting	Variant zorgt voor betere doorstroming verkeer en betere verkeersveiligheid. Kleine aandachtspunten zijn aangetaste zichtlijnen en geluidsoverlast voor enkele bewoners. Kosten 17 miljoen euro.
Bestand	Technische oplossing NSO Ens-Emmeloord.pdf

Richtlijnen voor het opslaan van informatie

Bestand

[Richtlijnen opslaan informatie technische oplossing.pdf](#)

Generieke Items

Naam	Tekst
Bevindingen van variant	Tot op heden geen bijzondere ervaringen.
Impact variant op doelstelling	Wordt geacht 19.200 voertuigen per etmaal te kunnen faciliteren. Herkenbare, begrijpbare en veilige kruisoplossing zorgt voor betere verkeersveiligheid.
Impact variant op omgeving	Landschappelijke inpassing/aantasting zicht bewoners door taluds. Toch blijft de visuele impact op omgeving beperkt. Geen overschrijding luchtkwaliteitseisen. Tact geen cultuurhistorische waarden aan. Geen aantasting landschappelijke waarden. Aantasting natuurwaarden wordt beperkt tot het kappen van bomen. Geluidshinder wordt vergroot als gevolg van meer verkeer. Twee woningen nabij het viaduct krijgen een geluidsbelasting die hoger ligt dan de voorkeursgrenswaarde. Luchtkwaliteitsnormen worden niet overschreden. Verder leidt deze variant niet tot een verhoging van het groepsrisico. Plaatsgebonden risico blijft onder de norm.
Knel- en aandachtspunten uitvoerbaarheid	Geen buitengewone aandachtspunten aandachtspunten met uitvoerbaarheid.
Kosten	17 miljoen euro aan investeringskosten.
Ruimtebeslag	Precieze cijfers onbekend. Tov andere varianten scoort Viaduct Bomenweg hier slechter op.

Specifieke Items

Titel	Omschrijving
Overig	Fiets- en voetgangersverkeer wordt bij dit viaduct meegenomen.

Figuur B.10: Opslaan informatie technische oplossing

VARIANTENBIBLIOTHEEK X Thomas Leeuw |

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu Functies Objecttypen Varianten Projecten Zoeken Beheer

Main portal

Zoeken

Parameters for: Zoeken

Zoekterm Search

Zoeken

Type	Naam	Omschrijving
Functie	Kruisen boven het maaiveld	
Functie	Kruisen onder het maaiveld	
Functie	Kruisen van infrastructuur	
Objecttype	Kruising van wegvakken	
Functie	Laten kruisen van weg en water	
Objecttype	Ongelijkvloerse kruising	
Variant	Ongelijkvloerse kruising Vliegtuigweg/Sloefweg	
Functie	Tijdelijk onttrekken rijstrook (afkruisen rijstrook)	

Figuur B.11: Zoeken op trefwoorden


 VARIANTENBIBLIOTHEEK

Thomas Leeuw | 


 Rijkswaterstaat
 Ministerie van Infrastructuur en Milieu


 Functies

 Objecttypen

 Varianten


 Projecten

 Zoeken

Beheer

Mein portal

Functies

ID	Vrije Code	Naam	Omschrijving
FUN-0029		 Beperken geluidshinder	
FUN-0022		 Beperken overdracht fijnstof wegverkeer	
FUN-0028		 Beperken overlast voor omgeving	
FUN-0008		 Faciliteren rijden wegverkeer (weginfrasysteem)	
FUN-0016		 Faciliteren verbinden	
FUN-0007		 Faciliteren verkeer	
FUN-0025		 Handhaven peilscheiding	
FUN-0012		 Kruisen boven het maaiveld	
FUN-0013		 Kruisen onder het maaiveld	
FUN-0009		 Kruisen van infrastructuur	
FUN-0011		 Laten kruisen van weg en water	
FUN-0006		 Opheffen conflict tussen meerdere autoverkeerstromen	
FUN-0023		 Realiseren ruimte voor apparatuur waarmee elektrische spanning wordt omgezet	
FUN-0005		 Realiseren vervoersruimte	
FUN-0026		 Sluiten ruimte	
FUN-0010		 Tijdelijk onttrekken rijstrook (afkruisen rijstrook)	
FUN-0027		 Uitsluiten hemelwater	
FUN-0019		 Verbinden constructiedelen	
FUN-0017		 Verbinden peilvakken	
FUN-0018		 Verbinden staven in één punt	
FUN-0015		 Verbinden van weg met een weg van een hogere hoofdcategorie	
FUN-0014		 Verbinden van weg met een weg van een lagere hoofdcategorie	
FUN-0024		 Verzorgen leefbare omgeving (buiten de tunnel)	
FUN-0021		 Verzorgen leefbare omgeving (in de tunnel)	
FUN-0020		 Verzorgen verlichting (zichtbaarheid)	

Figuur B.12: Zoeken via functies