



VIRTUELE DIENSTKRING ZEELAND

DEEL: BRUGGEN

Opdrachtgever: Dienst Weg- en Waterbouwkunde te Delft
Auteurs: dr. G.B.K. de Graan, Expertisecentrum Beheer & Onderhoud
dr.ir. P.L. Wentzel en ir. R. Leus, PRC Bouwcentrum

PRC Bouwcentrum B.V.
Bodegraven, 4 december 2002
Versie definitief

INHOUDSOPGAVE

pagina

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Samenvatting in conclusies | 1 |
| 1.1 | Conclusies met betrekking tot projectaanpak | 1 |
| 1.2 | Conclusies met betrekking tot de vastlegging van het onderhoudsbeleid door de Dienstkringen | 2 |
| 1.3 | Conclusies met betrekking tot het NS-contract | 2 |
| 1.4 | Conclusies met betrekking tot het Budget Model voor bruggen | 2 |
| 1.5 | Aanbevelingen vervolgonderzoek Budget Model | 3 |
| 2. | Inleiding | 4 |
| 2.1 | Projectkaders | 4 |
| 2.2 | Projectaanpak | 4 |
| 2.3 | Leeswijzer | 4 |
| 3. | Budget Model | 6 |
| 3.1 | Algemeen | 6 |
| 3.2 | Rol inspecties | 6 |
| 3.3 | SOLL-kosten. | 6 |
| 3.4 | Structuur van het Budget Model | 8 |
| 4. | Programma van Eisen | 10 |
| 4.1 | Functionele eisen | 10 |
| 4.1.1 | Beton | 10 |
| 4.1.2 | Staal | 11 |
| 4.1.3 | Hout | 11 |
| 4.1.4 | Verhardings-/asfaltconstructie | 11 |
| 4.1.5 | Schamkant/geleiderail/leuning | 11 |
| 4.1.6 | Rij-ijzer/Voeg overgangsplaten | 12 |
| 4.2 | Faalmechanismen | 13 |
| 4.2.1 | Beton | 13 |
| 4.2.2 | Staal | 13 |
| 4.2.3 | Hout | 13 |
| 4.2.4 | Verhardings-/asfaltconstructie | 13 |
| 4.2.5 | Rij-ijzer/Voeg overgangsplaten | 13 |
| 4.3 | Prestatie eisen | 14 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.1 | Beton | 14 |
| 4.3.2 | Staal | 14 |
| 4.3.3 | Hout: wegdek | 14 |
| 4.3.4 | Hout: Remmingwerk/geleide werk | 14 |
| 5. | Formules "SOLL-kosten" | 16 |
| 5.1 | Overzicht van hoofdonderdelen en parameters | 16 |
| 5.2 | Het model op hoofdniveau in formule | 17 |
| 5.3 | Formules op elementniveau | 17 |
| 6. | Economische verbijzondering | 18 |
| 6.1 | Toelichting op de SOLL-kosten | 18 |
| 6.2 | Variabele kosten: | 18 |
| 6.2.1 | Constructie onderbouw | 18 |
| 6.2.2 | Constructie bovenbouw | 19 |
| 6.2.3 | Bewegingswerken | 19 |
| 6.2.4 | Brugdek | 19 |
| 6.2.5 | Pijlers | 20 |
| 6.2.6 | Remming en geleide werken | 20 |
| 6.2.7 | Bouwkundig onderhoud gebouwen | 20 |
| 6.3 | Vaste Kosten | 21 |
| 6.3.1 | Uitwerking vaste kosten op basis van Sas van Gent | 21 |
| 7. | Uitwerking voor Sas van Gent | 22 |
| 7.1 | Inleiding op het rekenvoorbeeld | 22 |
| 7.2 | Variabele kosten | 23 |
| 7.3 | Vaste Kosten | 24 |
| 7.4 | Vergelijking met de maatplan tabellen van Sas van Gent | 24 |
| 8. | voorbeeld berekening onderhoudskosten Dienstkring Schelde-Rijn | 26 |
| 9. | NS-contract | 29 |
| 9.1 | Beknopte toelichting NS-contract | 29 |
| 9.2 | Objecten directie Zeeland | 29 |
| | Bijlagen | 31 |

| | |
|--|----|
| Bijlage 1: Uitwerking formules D3, D4 niveau | 32 |
| Bijlage 2: IST-basis | 37 |
| Bijlage 3: Basis Soll-kosten | 38 |
| Bijlage 4: Overzicht van de factor $f\Delta t$ per element | 39 |
| Bijlage 5: Overzichten berekening Sas van Gent | 40 |

1. SAMENVATTING IN CONCLUSIES

In dit hoofdstuk is het onderzoek samengevat in conclusies en aanbevelingen. Deze conclusies en aanbevelingen hebben betrekking op het gehele onderzoek Virtuele Dienstkring Zeeland.

1.1 Conclusies met betrekking tot projectaanpak

a. Informatieverwerving en verwerking:

- Het verkrijgen van de gegevens (bruggen en sluizen) is een tijdrovend traject gebleken. Ten behoeve van de informatieverstrekking was door PRC Bouwcentrum een vragenlijst opgesteld voor de dienstkringen waarin gericht naar de benodigde informatie was gevraagd. Na onvoldoende respons is PRC Bouwcentrum zelf op locatie de gevraagde informatie gaan verzamelen.
- De indruk bestaat wel dat de op dit moment beschikbare informatie verkregen is. Dit zijn echter onvoldoende gegevens om een degelijke basis te vormen voor een Budget Model;
- Elke dienstkring past de decompositie naar eigen interpretatie toe. Omzetting naar de door BV² en PRC Bouwcentrum opgestelde uniforme decompositie maakt een vergelijking mogelijk. Probleem blijft echter dat de activiteiten zijn gebaseerd op de lokale situatie en daardoor de inhoud sterk kan verschillen;
- Er zijn geen WED-gegevens van de bruggen verstrekt.
- De gegevens met betrekking tot de vaste kosten, WED en civiel, zijn slechts voor een brug (sluiskil/Sas van Gent) als jaartotaal verstrekt;

b. Afleiding SOLL-kosten:

- De verkregen gegevens vormen onvoldoende basis om uniform geldende representatieve SOLL-kosten voor de levenscyclus af te leiden voor de bruggen binnen de directie Zeeland alswel voor de bruggen in de overige directies. Dit komt doordat van slechts een brug de benodigde gegevens (kosten, activiteit, interval) integraal beschikbaar zijn;
- Er is een grote diversiteit in de behandelde objecten. Dit maakt het aanvullen van de gegevens door 'kruisbestuiving' moeilijk. In de dienstkring Schelde Rijn zijn meerdere bruggen van hetzelfde type aanwezig. Echter door het beperkte uitwerkingsniveau heeft dit niet veel meerwaarde voor het opstellen van een SOLL-situatie;
- Bij de vergelijking van de kosten en interventietermijnen op de hoofdonderdelen zijn soms grote verschillen geconstateerd. Naast verschillende omstandigheden suggereert dit kostenverschil soms een andere inhoud van de activiteiten;

Samenvattend kan worden gesteld dat het de onderhoudsgegevens van de dienstkringen, zoals IHP's, Quabob bestanden etc. onvoldoende basis vormen voor een goede onderbouwing van het Budget Model. Op basis van de kwantiteit en kwaliteit van de gegevens bestaat niet de verwachting dat een uitbreiding van het onderzoeksareaal met een gelijke aanpak de benodigde aanvulling zal geven.

1.2 Conclusies met betrekking tot de vastlegging van het onderhoudsbeleid door de Dienstkringen¹

- De drie objecten van de dienstkring Zeeuwsch-Vlaanderen zijn goed uitgewerkt, de kosten zijn onderbouwd op basis van bestekken, referentiedocumenten, eigen inzicht of ervaringen uit het verleden. De gehele levenscyclus is in beeld gebracht.
- Van de bruggen van Schelde Rijn zijn slechts de quabob overzichten beschikbaar. Deze hebben een planhorizon van 10 jaar, waardoor de volledige levenscyclus niet in beeld is. De motivering van de onderhoudskosten is niet inzichtelijk.

1.3 Conclusies met betrekking tot het NS-contract

- In het samenwerkingprotocol is de verantwoordelijkheid voor het variabele onderhoud aan aanrakingswerken gedefinieerd;
- Om praktische redenen kunnen afspraken worden gemaakt om hiervan af te wijken;
- Het samenwerkingsprotocol regelt de tegenprestatie voor het overdragen van de onderhoudswerkzaamheden;
- De uitgangspunten van het samenwerkingsprotocol zijn onvoldoende helder om een kwantitatief oordeel te geven.

1.4 Conclusies met betrekking tot het Budget Model voor bruggen

De onderstaande conclusies hebben betrekking op het Budget Model zoals het is opgenomen in deze rapportage. Voor algemene toepassingsmogelijkheden van het Budget Model wordt verwezen naar de beschrijving van het Budget Model in hoofdstuk 2.

De status van het Budget Model in deze rapportage:

- De opgestelde formules geven inzicht in de structuur van een Budget Model voor bruggen;
- Het opgestelde Budget Model geeft aan op welke wijze de verdeling van budgetten via deze methodiek plaats kan vinden;
- Het Programma van Eisen is een eerste aanzet tot een eenduidige definitie van het onderhoud aan bruggen.

Wat kan Budget Model (op dit moment nog) niet:

- De onderbouwing van de inputparameters, activiteiten, SOLL-kosten en interventietijden, is op dit moment onvoldoende en te fragmentarisch om als geheel geldend en uniform Budget Model gebruikt te worden;
- Om deze reden is het niet verantwoord om het Budget Model te gebruiken voor toetsing van het onderhoudsbeleid van de Dienstkringen of directies.
- Het budgetmodel is gebaseerd op theoretische uitgangspunten met betrekking tot de interventietijd. In de praktijk wordt een activiteit pas uitgevoerd als een inspectie de noodzaak aantoonst. Hierdoor kan de berekening van de onderhoudskosten met het Budget

¹ Let op, hier is alleen gekeken hoe de prognose van het onderhoud is vastgelegd voor de levenscyclus. Er wordt expliciet geen oordeel gegeven over de kwaliteit van het onderhoudsbeleid van de dienstkring

Model afwijken van de werkelijke kosten in een bepaalde periode en kunnen de overall kosten in de levenscyclus te hoog zijn.

1.5 **Aanbevelingen vervolgonderzoek Budget Model**

Uit de conclusies komt een hoofdprobleem voor de uitwerking van het Budget Model naar voren, namelijk het ontbreken van voldoende goed onderbouwde gegevens waarbij de samenhang tussen de inhoud van de activiteit, de interventietijd en onderhoudskosten inzichtelijk is. Op basis van de benodigde inzet ten behoeve van de informatievergaring en het uiteindelijke resultaat verwacht PRC Bouwcentrum niet dat het uitbreiden van het aantal onderzoeksobjecten veel zal opleveren. PRC adviseert daarom om volgend jaar het onderzoek te benaderen op basis van een representatief theoretisch model waarbij ondermeer de volgende activiteiten te onderscheiden zijn:

- a. In kaart brengen van de karakteristieken van de bruggen. Dit kan zowel in de praktijk als ook op basis van eerder uitgevoerde inventarisaties van de Kunstwerken.
- b. Het opstellen van een representatief model waarbij de kenmerkende eigenschappen worden bepaald in samenwerking met bijvoorbeeld deskundigen vanuit de Dienstkring en de Bouwdienst;
- c. Het uitwerken van het representatief model op basis onderhoudsactiviteiten, kosten en intervallen voor de levenscyclus van een object. Hierbij wordt aan de volgende partijen als betrokkenen gedacht: bouw/onderhoudskostendeskundige, constructeur en deskundigen vanuit de Dienstkring;
- d. Toetsing en bijstelling van het theoretisch model aan de IHP's.

2. INLEIDING

2.1 Projectkaders

In vervolg op het onderzoek Virtuele Dienstkring Zeeland in 2001 is in 2002 het werkprogramma uitgebreid met een vijftal sluizen, de inpassing van de WED-activiteiten, de Zeeuwse bruggen en de bodems en oevers. Met dit onderzoek wordt beoogd te komen tot een betere onderbouwing van de kosten voor het beheer en onderhoud van de kunstwerken van de Directie Zeeland en de vaarweg IJmuiden-Tiel en in een later stadium de gehele Waterstaat door de ontwikkeling van een Budget Model. Het onderzoek is onderverdeeld in werkzaamheden ten behoeve van sluizen, oevers en bodems en bruggen. Deze rapportage betreft de uitwerking van het Budget Model voor de bruggen.

2.2 Projectaanpak

Het project is gestart met het verzamelen van de gegevens van de bruggen welke als basis dienen voor de input van het budgetmodel. Dit betreft gegevens ten behoeve van het Programma van Eisen, de informatie voor de economische verbijzondering (activiteit, eenheidsprijs en interventietijd) en de basisgegevens van de bruggen welke als indicator dienen voor de berekeningen met het budgetmodel. Ten behoeve van deze gegevensverzameling zijn door PRC Bouwcentrum vragenlijsten opgesteld en verspreidt. Tevens is door PRC Bouwcentrum op locatie de gevraagde informatie verzameld in samenwerking met de medewerkers van de Dienstkringen. Deze gegevens zijn verwerkt in het decompositiemodel en er is een analyse gemaakt van de IST-situatie. Voor de resultaten van deze analyse en de opmerkingen bij de verzamelde informatie wordt verwezen naar het tussenrapport 'onderdeel bruggen' van 12 november 2002.

In deze fase van de rapportage zijn de formules opgesteld ten behoeve van het budgetmodel. Uitgangspunt hierbij is dat de gebruikte indicatoren of parameters eenvoudig zijn af te leiden uit de instandhoudingsplannen of Tisbo. Op basis van de IST-kosten uit de tussenrapportage en aanvullenden gegevens van bijvoorbeeld de sluizen of bruggen uit andere dienstkringen zijn de SOLL-parameters afgeleid.

Met het afgeleide budgetmodel zijn vervolgens voor een aantal objecten berekeningen gemaakt van de onderhoudskosten voor een periode van 50 jaar.

2.3 Leeswijzer

De rapportage begint met de samenvatting, hierin worden de hoofdlijnen van het onderzoek kort weergegeven samen met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. In hoofdstuk drie wordt een algemene inleiding gegeven op de mogelijkheden van het budgetmodel en worden de gebruikte begrippen toegelicht.

In de hoofdstukken vier, vijf en zes wordt het uniforme budgetmodel uitgewerkt. In hoofdstuk vier wordt het Programma van Eisen uitgewerkt, hierin zijn de algemeen geldende eisen en indicatoren vastgelegd. In hoofdstuk 5 en de bijbehorende bijlage wordt de formule struc-

tuur voor het budgetmodel bruggen opgezet en toegelicht. In hoofdstuk 6 worden de SOLL-kosten afgeleidt uit de beschikbare gegevens van de IST-situatie.

In hoofdstuk 7 wordt een voorbeeld van het budgetmodel uitgewerkt van het budgetmodel voor de draaibrug Sas van Gent. In hoofdstuk 8 wordt het budgetmodel toegepast op een aantal bruggen van de Dienstkring Schelde-Rijn om een voorbeeld te geven van de toepassing van het budgetmodel op een willekeurige brug. Vervolgens wordt aan de hand van het budgetmodel een uitspraak gedaan over het contract over het onderhoud van de NS-bruggen in de Dienstkring Schelde-Rijn.

Het rapport wordt afgesloten met een terugblik op de studie welke zijn verwoord in de conclusies. Op basis van de conclusies worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek naar het budgetmodel.

3. **BUDGET MODEL**

3.1 **Algemeen**

Het Budget Model is gebaseerd op een uniform geometrisch model waarin de specifieke functies van het betreffende object worden gerepresenteerd door de kostendrivers.

Dit houdt in dat bij een Budget Model niet voor een individueel object een prognose- respectievelijk geometrisch model wordt ontworpen, doch dat voor de RWS-producten zoals Kunstwerken en Facilitaire diensten een model wordt opgesteld waarin de verscheidenheid van de werkelijkheid representatief is opgenomen. Deze specifieke omstandigheden worden via een indicator opgenomen. Dit impliceert dat de verdeling van het HK-budget naar Regionale directies/Dienstkringen niet geschiedt op basis van gemiddelde bedragen, doch op basis van specifieke en generieke indicatoren.

Het waarom van onderhoudsactiviteiten wordt op basis van de in het Programma van Eisen vastgelegde prestatie-indicatoren transparant gemaakt. Deze prestatie-indicatoren zijn landelijk bepaald in onder andere de referentiedocumenten. Aldus wordt aangesloten bij het gezegde “Gelijke monniken, gelijke kappen”= uniform landelijk onderhoudsniveau + een specifieke toeslag/indicator voor specifieke individuele functies van een object. Hierbij wordt gestreefd zoveel mogelijk aan te sluiten bij de beschikbare informatie in Tisbo.

3.2 **Rol inspecties**

Het sluitstuk op het toestandsonafhankelijk model voor beheer en onderhoud wordt gevormd door inspecties. Inspecties zijn er op gericht om het degeneratieproces te schouwen en op grond van dit inzicht de interventiemomenten vast te stellen. Op grond van het inzicht in het verouderingsproces van een product kan de levensduur hiervan evenals de hierbij behorende activiteiten voor beheer en onderhoud worden bijgesteld. De kennis en ervaring uit de verrichte inspecties kan dienstbaar worden gemaakt voor het Programma van Eisen en activiteiten die moeten worden verricht gedurende de levenscyclus van een product.

Het opstellen van een Programma van Eisen voor inspecties is de fine tuning van de samenhang tussen de noodzakelijke onderhoudsactiviteiten om te voldoen aan de prestatie-indicatoren tijdens de levenscyclus van een product en de activiteiten bij het inspecteren van het verouderingsproces van een product.

3.3 **SOLL-kosten.**

Voor het bepalen van de noodzakelijke bedrijfseconomische kosten voor beheer en onderhoud wordt in het Budget Model niet uitgegaan van de uitgaven die in het verleden voor een product zijn gedaan.

Bij het Budget Model echter worden de uitgaven uit het verleden geschoond voor inefficiënties. Verder worden de bedragen evenals de hierbij behorende onderhoudsactiviteiten nader geanalyseerd op basis van de beschikbare kennis en ervaring bij de RWS. De volgende begrippen worden gebruikt:

Vervangingswaarde

Voor het kwantificeren van de kosten van beheer en onderhoud kan worden uitgegaan van de vervangingswaarde. Dit impliceert dat er specifieke vervangingsprijzen moeten worden bepaald in tegenstelling tot een generieke waardebepaling voor alle kosten van de RWS-producten.

Multidisciplinair onderbouwen bedrijfseconomische kosten

Voor het vaststellen van de noodzakelijke kosten wordt in het Budget Model niet alleen gebruik gemaakt van informatie die aan de traditionele boekhouding kan worden ontleend maar wordt tevens gebruik gemaakt van informatie die ontleend wordt aan andere disciplines (multidisciplinair).

Transparant maken van causale relaties tussen kosten en kostenveroorzakers

Voor het bedrijfseconomisch bepalen van de kostprijzen van eindproducten (output) moeten de jaarlijkse verbruikskosten evenals de kosten voor het verouderingsproces van de duurzame productiemiddelen, worden toegerekend aan eindproducten.

Het alloceren van deze kosten geschiedt in het algemeen op basis van causale relaties tussen kosten en kostenveroorzakers. Het betreft hier het bepalen van de kosten van de levenscyclus van een product.

Het toerekenen van de jaarlijkse kosten en de kosten die in de tijd plaatsvinden wordt bedrijfseconomisch aangeduid met het begrip verbijzonderingsproces (allocation proces).

3.4 Structuur van het Budget Model

In het Budget Model (= SLA= Taakstellend) worden de volgende elementen onderscheiden:

D1 - Strategische planning en doelen en Variabiliseren Budget Model

D2 - Programma van Eisen

D3/D4 - Bedrijfseconomisch verbijzonderingsproces

- Model in formule voor D1 t/m D4-niveau

| D1 | | D2 | | | | | D3/D4 | | | | | | | |
|--|--|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|---|-----------------|------------------|-----------------|------------------------------|----|----|----|
| Koppeling Budget Model met strategische planning, doelen | Variabiliseren service level = knoppen verhaal | Programma van eisen | | | | | Bedrijfseconomisch verbijzonderingsproces = LCC | | | | Model in formule = rekenhart | | | |
| | | klantgerichte eisen | functionele eisen | faal-mechanisme | prestatie eisen | innovatie | activiteiten maatregelen | interventietijd | causale relaties | kans-berekening | D1 | D2 | D3 | D4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | 9 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Het onderzoek Dienstkring Zeeland-virtueel heeft geen betrekking op de kolommen Klantgerichte eisen, Prestatie eisen, Innovatie en Kansverdeling.

Programma van Eisen

In het Programma van Eisen worden de functionele eisen in relatie met de faalmechanismen en de prestatie eisen in kort bestek aan de orde gesteld. Op grond van deze samenhang wordt het technisch basisniveau voor de RWS-producten uniform zichtbaar gemaakt. Dit Programma van Eisen kan tevens als basis dienen voor een 'service level agreement'.

In het algemeen kan worden gesteld dat functionele eisen betrekking hebben op het formuleren van wensen, minimum behoeften en eigenschappen voor een product. Kort samengevat houdt dit in: "Waaraan moet het product voldoen; wat verwacht men van een product respectievelijk de te leveren dienst".

Faalmechanismen geven aan door welke oorzaak het functieverlies van het betreffende materiaal zal gaan optreden. Schade en calamiteiten (vandalisme en aanvaringen etc.) valt buiten de scope van dit onderzoek.

Met een prestatie eis indicator wordt beoogd om een referentiepunt/grens aan te geven, voor het instandhouden van een functionele eis. Het gevolg van het overschrijden van deze grens is dat het degeneratieproces wordt versneld en het operationeel gebruik van het product verminderd kan worden.

Bedrijfseconomisch basisniveau=LCC=bedrijfseconomisch service level.

Het bedrijfseconomisch verbijzonderingproces betreft het kwantificeren van de noodzakelijke activiteiten voor het instandhouden van de functies op basis van prestatie-indicatoren van de RWS-producten.

Voor het bedrijfseconomisch bepalen van de kostprijzen van eindproducten (output) worden de jaarlijkse verbruikskosten evenals de kosten volgend uit het beheersen van het verouderingsproces van de duurzame productiemiddelen, toegerekend aan eindproducten. Het betreft hier het bepalen van de kosten van de levenscyclus (LCC) van een product.

Model in formules

Op grond van het inzicht in de causale relaties tussen kosten en kostenaanjagers kan een formule worden ontwikkeld voor het berekenen van een taakstellende kostprijs voor de producten respectievelijk objectcategorieën.

De formules zijn ontwikkeld op D4-niveau, dat wil zeggen het vaststellen van de noodzakelijke activiteiten en de hiermee samenhangende kosten. Vervolgens wordt onderzocht welke variabelen kunnen vervallen zonder afbreuk te doen aan de nauwkeurigheid van de ontwikkelde formules. Dit wordt aangeduid als het aggregatievraagstuk namelijk het aansluiten van het D4-niveau naar D3, D2 en D1.

4. PROGRAMMA VAN EISEN

De basis voor het Budget Model is het Programma van Eisen. Dit Programma van Eisen legt vast waaraan een object moet voldoen. Over het algemeen betreft dit de eisen aan de functie van het object, bijvoorbeeld verkeersklasse, doorvaarthoogte e.d. Deze functies worden vaak bij de stichting van het kunstwerk vastgelegd. Het Budget Model heeft betrekking op het instandhouden van (de functie van) het object. Het Programma van Eisen is daarom niet gericht om de primaire functie vast te leggen maar om vast te leggen hoe deze functie gedurende de levenscyclus kan worden behouden.

4.1 Functionele eisen

In het algemeen kan worden gesteld dat functionele eisen betrekking hebben op het formuleren van wensen, minimum behoeften en eigenschappen van een product. Kort samengevat houdt dit in: “Waaraan moet het product voldoen; wat verwacht men van een product respectievelijk de te leveren dienst”. De functionele eisen kunnen naast de technische aspecten ook betrekking hebben op esthetische eisen, juridische eisen of milieu eisen. In het geval van het Budget Model betreft het vooral eisen gerelateerd aan het instandhouden van de functie.

De eisen worden hier op twee wijzen uitgewerkt:

- Materiaalspecifiek, dit materiaal kan toegepast zijn in meerdere elementen;
- Elementspecifiek, Dit beschrijft de minimum eisen waaraan het element gedurende de levensduur moet voldoen. Dit impliceert automatisch dat de eigenschappen van de elementen veranderen met de tijd.

Het formuleren van de functionele eisen is van belang om de minimum karakteristieken vast te leggen waaraan een product moet voldoen. Dit kan tevens de basis vormen voor het definiëren van de prestatie bij de marktbenadering. In het kader van innovatief aanbesteden kan de markt deze informatie benutten voor het denken aan alternatieve oplossingen voor het instandhouden van de functionele eisen.

4.1.1 Beton

Het onderhoud van betonconstructies is er voornamelijk opgericht dat er geen corrosie van de wapening kan optreden zodat het betonelement zijn constructieve functie gedurende de levensduur kan blijven vervullen. Het onderhoud voor betonconstructies heeft uitsluitend betrekking op het beton dat zich boven water bevindt. Voor het beton dat zich onder water bevindt behoeven geen onderhoudsactiviteiten te worden verricht. Het onderhoud heeft hoofdzakelijk betrekking op de volgende activiteiten:

- Injecteren van scheuren: aan scheuren < 2 mm wordt niets gedaan;
- voegen: voegen van overgangen;
- graffiti: het instant houden van de antigraffiti-coating.

De functionele eisen die *in deze context* aan beton kunnen worden gesteld m.a.w. de specifieke eigenschappen waaraan beton voor het handhaven van de primaire functie moet voldoen hebben in het algemeen betrekking op de volgende zaken:

- Het voorkomen van het indringen van schadelijke stoffen; in het bijzonder geldt dit voor (zout) water chloor, strooizout/pekel en algen;
- Reguleren van de vochthuishouding;
- Esthetische eisen.

4.1.2 Staal

Staal verliest haar eigenschappen door aantasting van corrosie. Ter verlenging van de levensduur moet staal daarom worden beschermd tegen invloeden van o.a. water. In het kader van het Budget Model richt het Programma van Eisen zich dus ook alleen op de eisen aan de beschermlagen van staal en niet op het materiaal zelf. De volgende functies worden (Bouwdienst) onderscheiden:

- Technische functie beschermlagen op staal: De technische functie van de bescherm laag is het beschermen van de ondergrond. Door de beschermende werking van de conservering wordt bereikt dat de aantasting van het basismateriaal wordt voorkomen en dat hierdoor de geplande levensduur van het product wordt bereikt. Door conservering wordt voorkomen dat chemische/elektrochemische (roestvorming) of andere vormen van aantasting van de ondergrond kan plaatsvinden.
- Visuele functie: De visuele functie heeft betrekking op het uiterlijk van de conservering zoals glansbehoud, kleurverschillen, vuilaanhechting, zichtbare roest, passen van conservering in landschap zoals groene kleur, ook komt het voor dat wegens veiligheidsredenen een opvallende kleur wordt gebruikt.

4.1.3 Hout

De volgende functies worden (Referentie documenten) onderscheiden:

- dragend/kerend:
 - Belastingen kunnen opnemen, sterkte en elasticiteit, duurzaamheid (klasse I-II);
- beschermend/geleidend:
 - Dynamische belastingen, voldoende glad, krachtsoverdracht, duurzaamheid;
- esthetisch:
 - Toonbaar.

4.1.4 Verhardings-/asfaltconstructie

- Verschaffen van een vlakke rijbaan die de opgelegde verkeersbelasting zonder vervorming kan dragen.
- Voldoende stroefheid;
- Bescherming van de onderliggende brugconstructie.

4.1.5 Schamkant/geleiderail/leuning²

leuning (staal /hout)

- Veiligheid: val bescherming en geleiding voor verkeersdeelnemer op de separate fiets/voetgangers paden

² Hier worden de element specifieke eisen opgesomd. Voor eisen aan de tussen haakjes genoemde materialen wordt verwezen naar de eerdere paragrafen.

geleiderail (staal)

- Fysieke geleiding, scheiding tussen rijweg en fiets- en voetpaden
- Signaleringsfunctie

Schamkant (beton)

- Fysieke scheiding wegen
- Opstelplaats/fundering voor geleiderail/leuning/overig meubilair

4.1.6 Rij-ijzer/Voeg overgangsplaten

- Bescherming randen brugconstructie tegen aanrij schade/slijtage bij hoogteverschillen.
- Een veilige passage voor het wegverkeer bij voegen en overgangen

4.2 Faalmechanismen

De faalmechanismen geven aan door welke oorzaak het functieverlies door degradatie van het betreffende materiaal zal gaan optreden. Schade en calamiteiten vallen buiten de scope van dit onderzoek.

4.2.1 Beton

De vier bijzondere schade-/faalmechanismen voor betonconstructies betreffen:

- Corrosie van de wapening, veroorzaakt door carbonatatie;
- Corrosie van de wapening wegens de aanwezigheid van chloride in beton;
- Vorst in combinatie met dooizouten (scaling vrieswinters(toeslag/incidenteel));
- Alkali silica reactie.

4.2.2 Staal

- Het aantasten van de ondergrond van staal geschiedt via het faalmechanisme “corrosie” (vermindering van de doorsnede) en begint met aantasting van de bescherm laag.
- Materiaalafname t.g.v. corrosie (roest)
- Verzwakking van bout-, las- en klinkverbindingen
- Materiaal vermoeiing
- Aantasting bevestiging

4.2.3 Hout

De schadebeelden bij hout zijn:

- Scheurvorming (langs- en dwarscheuren);
- Oppervlakteschade (schimmels en bacteriën);
- Desintegratie hout (houtrot, paalwormen en gribbel);
- Vervuiling (algengroei)
- Houten rijdek: losraken bout verbindingen hout rot /slijtage/breuk

4.2.4 Verhardings-/asfaltconstructie

- Aantasting van textuur, vlakheid, stroefheid en samenhang asfaltbeton.
- Doordringen van water en dooizouten in betonconstructie
- Houten rijdek: losraken bout verbindingen hout rot /slijtage/breuk

4.2.5 Rij-ijzer/Voeg overgangsplaten

Overbelasting/trillingen kunnen bevestigings- en verankerings-punten verzwakken en/of los- sen en de ondersabeling beschadigen, met als gevolg vervorming, scheurvorming en/of ver- plaatsing of geheel los raken van de rij-ijzer.

4.3 Prestatie eisen

Met een prestatie eis indicator wordt beoogd om een referentiepunt/grens aan te geven, voor het instandhouden van een functionele eis. Het gevolg van het overschrijden van deze grens is dat het degeneratieproces wordt versneld en het operationeel gebruik van het product verminderd kan worden.

4.3.1 Beton

Niet acceptabele gebreken:

| | |
|---------------|---|
| dekking: | < 20mm; |
| scheur: | > 0,2 mm; |
| carbonatie: | 0,5-1% van zichtbaar oppervlak; |
| conservering: | >1% corrosie en 75% gecorrodeerd oppervlak. |

4.3.2 Staal

Niet acceptabele gebreken:

| | |
|---------------|--|
| constructie: | Zichtbare corrosie > 5 % 1 % corrosie scheuren niet toegestaan |
| wegmeubilair: | Roestklasse IV (75-100%) |

4.3.3 Hout: wegdek

Niet acceptabele gebreken:

| | |
|--------------------|--|
| loszittende bouten | niet toegestaan |
| scheurvorming | niet toegestaan |
| oppervlakteschade | nvt |
| desintegratie hout | bovenmatige vervorming wordt niet toestaan |

4.3.4 Hout: Remmingwerk/geleide werk

Niet acceptabele gebreken:

| | |
|---|--------------------------|
| scheurvorming – door en door en dwarsscheuren | 0%; |
| oppervlakteschade - schade | > 20%; |
| disintegratie hout – afname doorsnede | > 25%; |
| vervuiling – wordt geaccepteerd (dam)Wand; | |
| scheurvorming - waterdoorvoerende scheuren en dwarsscheuren | 0%; |
| oppervlakteschade - schade | > 5mm; |
| disintegratie hout – bovenmatige vervorming | wordt niet geaccepteerd; |
| vervuiling – vervuiling | wordt geaccepteerd; |
| zie voor beton, staal en hout bovenstaand. | |

Wegdek

spoordiepte

> 18 mm

slijtlaag:

Geheel of gedeeltelijk ontbreken van de slijtlaag > 20 %

Voor de overige elementen geldt dat de prestatie-eisen vaak gerelateerd zijn aan het materiaal waaruit ze zijn opgebouwd. Er wordt hierbij dan ook verwezen naar de materiaaleisen.

5. FORMULES “SOLL-KOSTEN”

In dit hoofdstuk zijn de formules voor de bruggen afgeleid. Dit is zodanig gedaan dat de indicatoren gerelateerd zijn aan de kenmerkende afmetingen of eigenschappen van het object in de IHP's of Tisbo danwel eenvoudig af te leiden zijn uit deze informatie. In dit hoofdstuk zijn alleen de formules op hoofdniveau weergegeven. In bijlage 1 zijn de formules uitgewerkt op elementniveau (D3/D4).

5.1 Overzicht van hoofdonderdelen en parameters

| Onderdeel | | indicator | eenheid | symbool | verbijzondering |
|---|-----------|-----------------------------------|---------|------------------------|---|
| Constructie onderbouw | Y_{co} | oppervlakte brugdek | m^2 | A_{bd} | vorm materiaal |
| Constructie bovenbouw | Y_{cb} | oppervlakte brugdek | m^2 | A_{bd} | vorm materiaal |
| Bewegingswerken | Y_{bw} | oppervlakte beweegbaar gedeelte | m^2 | $A_{bd,b}$ | type brug: basculebrug draaibrug hefbrug |
| Brugdek: asfaltconstructie rijijzers hemelwater leuning geleiderails schampkanten | Y_{bd} | lengte brugdek en aantal rijbanen | m^1 | l_b | verkeersklasse aantal rijbanen |
| Pijlers | Y_{pij} | oppervlakte*aantal pijlers | m^2 | A_{pij} a_{pij} | droge/natte pijlers |
| Remmingwerken | Y_{rw} | lengte remmingwerken | m^1 | l_{rw} | |
| Wegmeubilair | Y_{wm} | Oppervlakte brugdek, type brug | m^2 | A_{bd} | |
| Bediening en controle | Y_{bed} | type brug | | | beseining slagbomen |
| Gebouw | Y_{geb} | oppervlakte gebouw | m^2 | A_{geb} | bouwkundig schoonmaak |

5.2 Het model op hoofdniveau in formule

$$Y_b = Y_{b-vst} + Y_{b-var}$$

Waarin

Y_b = som van de budgetten voor het onderhoud van bruggen

Y_{b-vst} = budget voor het vaste onderhoud

Y_{b-var} = basisbudget voor het variabele onderhoud van de brug

vast onderhoud

Y_{b-vst} = budget vast onderhoud bruggen per periode van 5 jaar

$Y_{b-vst} = Y_{bv-vst} + Y_{bw-vst} + Y_{pij-vst} + Y_{rw-vst} + Y_{bed-vst} + Y_{geb-vst} + Y_{smg-vst}$

Y_{bv-vst} = budget vast onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type

Y_{bw-vst} = budget vast onderhoud beweegbare overspanningen gedifferentieerd naar type

Y_{rw-vst} = budget variabel onderhoud remming en geleide werken bij bruggen

$Y_{pij-vst}$ = budget variabel onderhoud pijlers

$Y_{bed-vst}$ = budget variabel onderhoud bedienings- en controleapparatuur

$Y_{geb-vst}$ = budget vast bouwkundig onderhoud gebouwen

$Y_{smg-vst}$ = budget schoonmaakonderhoud bedieningsgebouwen

variabel onderhoud

Y_{b-var} = budget variabel onderhoud van bruggen per periode van 5 jaar

$Y_{b-var} = Y_{bv} + Y_{bw} + Y_{pij} + Y_{rw} + Y_{bed} + Y_{geb}$

Y_{bv} = budget variabel onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type

Y_{bw} = budget variabel onderhoud beweegbare overspanningen gedifferentieerd naar type

Y_{rw} = budget variabel onderhoud remming en geleide werken bij bruggen

Y_{pij} = budget variabel onderhoud pijlers

Y_{bed} = budget variabel onderhoud bedienings- en controleapparatuur

Y_{geb} = budget vast bouwkundig onderhoud gebouwen

5.3 Formules op elementniveau

In bijlage 1 zijn de formules op elementniveau uitgewerkt. Dit heeft plaatsgevonden op basis van alle vanuit de tussenrapportage bekende elementen. De formules zijn zo geformuleerd dat ze algemeen toepasbaar zijn en niet objectspecifiek. De objectspecifieke kenmerken worden geïntroduceerd door de vorm factoren, welke per element worden geïntroduceerd. De methodiek van de formules is gerelateerd aan de voor sluizen toegepaste methodiek. De kostprijs P van een element is de som van de kosten van alle activiteiten die aan een element plaatsvinden. Vervolgens wordt het budget van voor een periode t bepaald aan de hand van de factor $f_{\Delta t}$.

6. ECONOMISCHE VERBIJZONDERING

6.1 Toelichting op de SOLL-kosten

De SOLL-kosten zijn uitgewerkt aan de hand van de bruggen van Sluiskil en Sas van Gent omdat de bruggen de enige waren die voldoende waren uitgewerkt op de benodigde elementen activiteit, kosten en interventietijd. Waar mogelijk zijn deze gegevens vergeleken met de gegevens van andere objecten om de uniformiteit te verhogen. Door de diversiteit in de objecten en de beperkte uitwerking van de overige objecten heeft deze handeling echter maar in beperkte mate plaats kunnen vinden.

Het bovenstaande betekent dat representativiteit van SOLL-gegevens gering is omdat deze hoofdzakelijk zijn gebaseerd op één brug en een vergelijking met andere bruggen niet mogelijk is omdat hiervan de levenscycli niet in beeld zijn gebracht. Het doen van uitspraken over het onderhoudsbeleid van of ten behoeve van andere bruggen op basis van deze bruggen wordt daarom niet raadzaam geacht. Wel geeft dit uitgewerkte budgetmodel een goed voorbeeld van de werking van een budgetmodel en hoe budgettering op basis van een budgetmodel plaats vindt.

Ten behoeve van de bepaling van de SOLL-kosten zijn de verschillende activiteiten gegroepeerd en zijn ze toegerekend aan een hoofdelement. De kosten van dit element zijn vervolgens een functie gemaakt van de kenmerkende indicatoren van dit element. Deze bewerking is gebaseerd op de tabellen in bijlage 3. In het verdere hoofdstuk worden de eindresultaten van deze bewerking getoond. Ter illustratie zijn ook van andere objecttypen voorbeelden opgenomen, deze zijn echter niet uitgewerkt.

Alle genoemde bedragen voor de onderhoudskosten zijn inclusief opslagen voor AK, winst&risico, bouwplaatskosten, opsla en afvoerkosten, milieuvorzieningen en omzetbelasting. De gebruikte formules en toelichting op de symbolen zijn volledig uitgeschreven in bijlage 1.

6.2 Variabele kosten:

6.2.1 Constructie onderbouw³

$$Y_{co} = [f_{co} \times (P_{co} \times A_{bd})] \times f_{\Delta t}$$

| materiaal | P _{co} (€*1000) | f _{co} |
|-----------|-----------------------------|-----------------|
| beton | 0,89 | 0,0132 |
| staal | 0,113 | 3.372 |

³ In de berekeningen wordt vaak onderscheidt gemaakt tussen het beweegbare deel en het vaste deel. Dit omdat deze vaak een verschillende constructievorm hebben. Dit geldt ook vaak voor aanbruggen en de hoofdoverspanning. Voor de kenmerken van de onderbouw of bovenbouw bestaat in de uitwerking echter geen onderscheid.

| | | |
|------|------|-----|
| hout | 0,69 | ntb |
|------|------|-----|

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.2 Constructie bovenbouw²

$$Y_{cb} = [f_{cb} \times (P_{cb} \times A_{bd})] \times f_{\Delta t}$$

| type constructie bovenbouw | materiaal | P_{cb} (€*1000) | f_{cb} |
|-------------------------------|-----------|-------------------|----------|
| boog | staal | 0,585 | 0,76 |
| vakwerkligger | staal | ntb | ntb |
| tuibrug | beton | ntb | ntb |
| etc | etc | --- | --- |

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.3 Bewegingswerken

Van de WED zijn geen gegevens bekend. Voor de compleetheit is wel de formule voor de bewegingswerken en is een tabel opgenomen met een aantal voorbeelden van mogelijke bewegingswerken.

$$Y_{bw} = [f_{bw} \times (P_{bw} \times A_{bd,w})] \times f_{\Delta t}$$

| type bewe- gingswerk | materiaal | P_{bw} (€*1000) | f_{cb} |
|-------------------------|-----------|-------------------|----------|
| draaibrug | staal | ntb | ntb |
| hefbrug | staal | ntb | ntb |
| basculebrug | staal | ntb | ntb |
| etc | etc | --- | --- |

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.4 Brugdek

Y_{bd} = som van de budgetten van elementen op het brugdek: asfalt, leuningen, geleidewerken, rij-ijzers, hemelwaterafvoer en wegmeubilair(kosten onbekend)

$$Y_{bd} = Y_{snel} + Y_{lang}$$

$$Y_{snel} = f_{snel} * (P_{snel} \times l_b) \times f_{\Delta t, snel}$$

$$Y_{lang} = f_{lang} * (P_{lang} \times l_b) \times f_{\Delta t, snel}$$

| materiaal | rijbaan type | P (€*1000) |
|-----------|--------------|--------------|
| hout | snel | 11,9 |
| | langzaam | 9,2 |
| beton | snel | 1,23 |
| | langzaam | 0,95 |

| combinatie rijbaantype | f_{snel} | f_{lang} |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| 2 langzaam | 0 | 1 |
| 2 snel | 1 | 0 |
| 2 snel, 1 langzaam | 1 | 0,5 |
| 2 snel, 2 langzaam | 1 | 1 |
| 4 snel, 2 langzaam | 2 | 1 |

* andere combinaties zijn mogelijk maar aanvullende gegevens zijn vereist.

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.5 Pijlers

Y_{pij} = som van de budgetten pijlers.

Y_{pij} = $[P_{\text{pij}} \times a_{\text{pij}}] \times f_{\Delta t}$

P_{pij} = 300 (€*1000) van pijlers

a_{pij} = aantal pijlers in m^2

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.6 Remming en geleide werken

De berekening van de remming- en geleidewerken wijkt in dit hoofdstuk af van de formule zoals geformuleerd in bijlage 1. Dit komt doordat de gegevens niet in het gewenste format beschikbaar zijn of naar dit format te herleiden zijn. In dit hoofdstuk is er voor gekozen om de bescherming van de pijlers me te nemen in de formule van de pijlers en de aan de scheepvaart gerelateerde remmingwerken separaat te beschouwen per vaarwater. Als er in een vervolgonderzoek meer gegevens beschikbaar zijn kan worden bekeken wat het beste uitgangspunt is voor de formules.

Y_{rw} = som van de budgetten remmingwerken bij bruggen

Y_{rw} = $P_{\text{rw}} \times f_{\Delta t}$

P_{rw} = 8818 (€*1000) van remming, geleide werken en wachtplaatsen ten behoeve van het hoofdvaarwater (post)

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.2.7 Bouwkundig onderhoud gebouwen

Y_{geb} = $f_{\text{geb}} \times (P_{\text{geb}} \times A_{\text{geb}}) \times f_{\Delta t}$

P_{geb} = 0,39 €*1000/ m^2 bruto vloeroppervlak voor het bouwkundig. onderhoud bedieningsgebouw

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode (zie bijlage 4)

6.3 Vaste Kosten

Van de vaste kosten voor de bruggen zijn geen bruikbare IST-gegevens bekend op basis waarvan een betrouwbare Soll situatie kan worden bepaald. In deze verbijzondering zijn de vaste kosten dan ook niet verder uitgewerkt voor de brug-specifieke elementen. Voor het vaste schoonmaakonderhoud zijn wel gegevens bekend vanuit de praktijk. Dit onderdeel is uitgewerkt in het hoofdrapport. Wel zijn voor Sas van Gent de vaste kosten als post per object bekend. Hiervan is gebruik gemaakt in het rekenvoorbeeld in het volgende hoofdstuk.

6.3.1 Uitwerking vaste kosten op basis van Sas van Gent

De uitwerking van de formule wordt hiermee

$$\begin{aligned}
 Y_{b-vst} &= \text{budget vast onderhoud bruggen per periode van 5 jaar} \\
 Y_{b-vst} &= (Y_{bw-vst} + Y_{bv-vst} + Y_{geb} + Y_{smg}) \times f_t \\
 Y_{bw-vst} &= € 13.000,- \\
 Y_{bv-vst} &= € 45.000,- \\
 Y_{rw-vst} &= € 34.000,- \\
 Y_{ov} &= € 9.000,- \\
 Y_{geb} + Y_{smg} &= € 15.000,- \\
 f_t &= 5 \text{ (kosten per jaar naar periode van 5 jaar)} \\
 Y_{b-vst} &= 5 \times 116 = € 580.000,-
 \end{aligned}$$

7. UITWERKING VOOR SAS VAN GENT

7.1 Inleiding op het rekenvoorbeeld

Ten behoeve van het maken van berekeningen met het budgetmodel is een rekensheet opgesteld dat op basis van de indicatoren de onderhoudskosten over een periode van 50-jaar bepaald. In onderstaande tabel is zijn de indicatoren voor de brug Sas van Gent weergegeven.

| Brug: | Sas van Gent | indicator | | eenheid | materiaal | vorm |
|-----------------------------|--------------|------------|------|---------|-----------|-------|
| lengte overspanning: | | | | | | |
| 1 | vast | l_v | 165 | m^1 | beton | plaat |
| 2 | beweegbaar | l_b | 155 | m^1 | staal | boog |
| | totaal | l_{tot} | 320 | m^1 | | |
| breedte brug | | | | | | |
| | | b_b | 22 | m^1 | | |
| oppervlakte brugdek | | | | | | |
| | | $A_{bd,v}$ | 3630 | m^2 | beton | |
| | | $A_{bd,w}$ | 3410 | m^2 | hout | |
| | totaal | | 7040 | m^2 | | |
| aantal rijbanen | | | | | | |
| | snel | | 2 | | | |
| | langzaam | | 2 | | | |
| aantal pijlers | | | | | | |
| | | a_{pij} | 4 | | beton | |
| afmetingen bedieningsgebouw | | | | | | |
| | lengte | l_{geb} | x | m^1 | | |
| | breedte | b_{geb} | x | m^1 | | |
| | oppervlakte | A_{geb} | 165 | m^2 | beton | |

In de volgende paragrafen zijn de resultaten van de berekening op hoofdlijnen weergegeven. De uitgebreide tabellen met resultaten zijn bijgevoegd in bijlage 5. Vervolgens zijn de resultaten van de berekening vergeleken met de werkelijk geplande onderhoudskosten en activiteiten in maatplan.

7.2 Variabele kosten

| | | remming en geleidewer- ken | gebouw | totaal vaste brug | totaal be- weegbare brug | totaal |
|---------|-----------------|----------------------------------|--------|----------------------|--------------------------------|-----------|
| | P | 8.818,00 | 0,39 | | | |
| | fv | 1,00 | 1,00 | | | |
| | hoeveelheid | 1,00 | 165,00 | | | |
| | totaal (€*1000) | 8.818,00 | 64,35 | 1.002,32 | 6.602,12 | 16.486,79 |
| periode | 0-5 | 0 | 11 | 0 | 0 | 11 |
| | 6-10 | 0 | 11 | 74 | 0 | 85 |
| | 11-15 | 0 | 11 | 30 | 329 | 370 |
| | 16-20 | 1.218 | 56 | 251 | 3.328 | 4.853 |
| | 21-25 | 0 | 11 | 81 | 178 | 269 |
| | 26-30 | 0 | 19 | 183 | 1.059 | 1.261 |
| | 31-35 | 1.218 | 56 | 149 | 4.419 | 5.842 |
| | 36-40 | 0 | 11 | 139 | 12 | 162 |
| | 41-45 | 0 | 11 | 19 | 317 | 347 |
| | 46-50 | 7.600 | 11 | 693 | 1.124 | 9.427 |

7.3 Vaste Kosten

In de onderstaande tabel zijn de vaste kosten per hoofdelement weergegeven. Omdat deze kosten volledig zijn gebaseerd op Sas van Gent omdat geen verdere vaste kosten bekend waren en ze door het ontbreken van rekenkundige onderbouwing als post zijn overgenomen komen ze vanzelfsprekend exact overeen met de kosten in maatplan

| | | remming en geleidewer ken | gebouw | totaal vaste brug | totaal beweegbar e brug | overig | totaal |
|------|--------|------------------------------------|--------|----------------------|-------------------------------|--------|--------|
| f(t) | 1 jaar | 34 | 15 | 13 | 45 | 9 | 116 |
| | 5 jaar | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |

7.4 Vergelijking met de maatplan tabellen van Sas van Gent

De brug van Sas van Gent is gesticht tussen 1965 en 1969. Als stichtingsjaar wordt het jaar 1967 genomen omdat de maatplan tabellen lopen van 2002 tot en met 2021 en dit dan het beste aansluit bij de periodes van 5 jaar volgens de budgetmodelsystematiek. 2002-2021 valt samen met de periode 35-55 van het budgetmodel, waarvan de laatste 5 jaar vervalt omdat in deze rapportage gewerkt is met een horizon van 50 jaar. De periode 0-35 van het budgetmodel is reeds verleden tijd. De vergelijking betreft alleen de variabele kosten omdat reeds in geconstateerd dat de vaste kosten exact gelijk zijn.

| f(t) | | budget model | maatplan |
|------|-------|-----------------|----------|
| | 0-5 | 11 | |
| | 6-10 | 85 | |
| | 11-15 | 370 | |
| | 16-20 | 4853 | |
| | 21-25 | 269 | |
| | 26-30 | 1261 | |
| | 31-35 | 5842 | |
| | 36-40 | 162 | 6217 |
| | 41-45 | 347 | 242 |
| | 46-50 | 9427 | 6785 |
| | 50-51 | ntb | 2170 |

Als we de kosten met elkaar vergelijken kunnen we het volgende waarnemen:

- In de periode 36-40 zijn de werkelijke kosten een factor 50 groter dan de kosten berekend met het Budget Model. Wel zijn bij het Budget Model de kosten in de periode 31 – 35 van een zelfde orde grootte als in de periode 36-40 in maatplan;
- In de periode 46-50 hebben beide hoge kosten, maar de kosten bij het budgetmodel zijn 50 % hoger;

Deze feiten kunnen als volgt worden verklaard. Het budgetmodel hanteert strikt de theoretische interventietijden (normatief model). Maatplan is mede gebaseerd op de resultaten van inspecties. Dit kan betekenen dat een onderdeel wel conform de planning aan interventie toe is, maar dat uit de inspectie blijkt dat de maatregelen nog een periode kunnen worden uitgesteld. Het budgetmodel houdt geen rekening met dit verschijnsel en zo kan dus een afwijking ten opzichte van de budgettering worden geïntroduceerd. Tevens betekent uitstel van onderhoud ook dat in de regel gedurende de levenscyclus minder onderhoud wordt gepleegd. Als gevolg hiervan dalen dan ook de gemiddelde onderhoudskosten per onderhoudsperiode.

8. VOORBEELD BEREKENING ONDERHOUDSKOSTEN DIENSTKRING SCHELDE-RIJN

Ter illustratie van de werking van het budgetmodel zijn in dit hoofdstuk voorbeeldberekeningen gemaakt met bruggen uit de directie Schelde Rijn. De waarde van de indicatoren zijn bepaald op basis van tekeningen en foto's die zijn verstrekt zijn door de Dienstkring, indien gegevens onbekend waren is een schatting gedaan of een aanname gemaakt. Het kan dus voorkomen dat kenmerken van de bruggen afwijken van de werkelijkheid.

Voorbeeld 1: Brug Vossemeer

| Brug Vossemeer | indicator | | eenheid | materiaal | vorm |
|-----------------------------|-----------|------|---------|-----------|------|
| 1 lengte overspanning: | la | 492 | m | staal | boog |
| 2 aanbrug | lh | 140 | m | staal | |
| 2 hoofdoerspanning | ltot | 632 | m | | |
| totaal | bb | 13 | m | | |
| breedte brug | | | | | |
| oppervlakte brugdek | Abd,a | 6396 | m2 | hout | |
| aanbrug | Abd,h | 1820 | m2 | hout | |
| hoofdoerspanning | | 8216 | m2 | | |
| totaal | | | | | |
| aantal rijbanen | | 2 | | | |
| snel | | 1 | | | |
| langzaam | | | | | |
| aantal pijlers | apij | 12 | | beton | |
| afmetingen bedieningsgebouw | | | | | |
| lengte | lgeb | x | | | |
| breedte | bgeb | x | | | |
| oppervlakte | Ageb | nvt | m2 | beton | |

variabele kosten

| | | constructie aanbrug | constructie onderbouw hoofdoerspanning | constructie bovenbouw hoofdoerspanning | brugdek hout snel | brugdek hout langzaam | pijler | remming en geleidewerken | totaal (€*1000) |
|-----------------|-------|---------------------|---|---|-------------------|-----------------------|----------|-----------------------------|-----------------|
| P | | 0,11 | 0,11 | 0,59 | 11,90 | 9,20 | 300,00 | 8.818,00 | |
| fv | | 3,37 | 3,37 | 0,72 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | |
| hoeveelheid | | 6.396,00 | 1.820,00 | 1.820,00 | 632,00 | 632,00 | 12,00 | 1,00 | |
| totaal (€*1000) | | 2.437,42 | 693,57 | 764,35 | 7.520,80 | 2.907,20 | 3.600,00 | 8.818,00 | 26.741,35 |
| periode | 0-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 11-15 | 0 | 0 | 0 | 677 | 308 | 71 | 0 | 1.055 |
| | 16-20 | 2437,4199 | 694 | 764 | 626 | 885 | 55 | 1.218 | 6.679 |
| | 21-25 | 0 | 0 | 0 | 677 | 0 | 71 | 0 | 748 |
| | 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.022 | 404 | 0 | 2.426 |
| | 31-35 | 2437,4199 | 694 | 764 | 5.074 | 885 | 55 | 1.218 | 11.127 |
| | 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71 | 0 | 71 |
| | 41-45 | 0 | 0 | 0 | 677 | 308 | 0 | 0 | 985 |
| | 46-50 | 0 | 0 | 0 | 2.447 | 0 | 3.141 | 7.600 | 13.188 |

Voorbeeld 2: Brug bij Slaakdam

| Slaakdam | indicator | | eenheid | materiaal | vorm |
|-----------------------------|-----------|--------|---------|-----------|------|
| lengte overspanning: | | | | | |
| 1 aanbrug | la | 155 | m | staal | boog |
| 2 hoofdoverspanning | lh | 140 | m | staal | |
| totaal | ltot | 295 | m | | |
| breedte brug | bb | 18,9 | m | | |
| oppervlakte brugdek | | | | | |
| aanbrug | Abd,a | 2929,5 | m2 | hout | |
| hoofdoverspanning | Abd,h | 2646 | m2 | hout | |
| totaal | | 5575,5 | m2 | | |
| aantal rijbanen | | | | | |
| snel | | 4 | | | |
| langzaam | | 0,5 | | | |
| aantal pijlers | apij | 12 | | beton | |
| afmetingen bedieningsgebouw | | | | | |
| lengte | lgeb | x | | | |
| breedte | bgeb | x | | | |
| oppervlakte | Ageb | nvt | m2 | beton | |

variabele kosten

| | | constructie aanbrug | constructie onderbouw hoofdoverspanning | constructie bovenbouw hoofdoverspanning | brugdek hout snel | brugdek hout langzaam | pijler | totaal (€*1000) |
|---------|-----------------|------------------------|---|---|-------------------|--------------------------|----------|-----------------|
| | P | 0,11 | 0,11 | 0,59 | 11,90 | 9,20 | 300,00 | |
| | fv | 3,37 | 3,37 | 0,72 | 2,00 | 0,50 | 1,00 | |
| | hoeveelheid | 2930 | 2646 | 2646 | 295 | 295 | 12 | |
| | totaal (€*1000) | 1.116,39 | 1.008,35 | 1.111,25 | 7.021,00 | 1.357,00 | 3.600,00 | 15.213,99 |
| periode | 0-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 11-15 | 0 | 0 | 0 | 632 | 144 | 71 | 846 |
| | 16-20 | 1.116 | 1.008 | 1.111 | 584 | 413 | 55 | 4.288 |
| | 21-25 | 0 | 0 | 0 | 632 | 0 | 71 | 703 |
| | 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 944 | 404 | 1.348 |
| | 31-35 | 1.116 | 1.008 | 1.111 | 4.737 | 413 | 55 | 8.441 |
| | 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71 | 71 |
| | 41-45 | 0 | 0 | 0 | 632 | 144 | 0 | 776 |
| | 46-50 | 0 | 0 | 0 | 2.284 | 0 | 3.141 | 5.426 |

Voorbeeld 3: Brug bij Bath

| Brug bij Bath | indicator | | eenheid | materiaal | vorm |
|-----------------------------|-----------|--------|---------|-----------|------|
| lengte overspanning: | | | | | |
| 1 aanbrug | la | 68 | m | staal | boog |
| 2 hoofdoverspanning | lh | 140 | m | staal | |
| totaal | ltot | 208 | m | | |
| breedte brug | bb | 18,9 | m | | |
| oppervlakte brugdek | | | | | |
| aanbrug | Abd,a | 1285,2 | m2 | hout | |
| hoofdoverspanning | Abd,h | 2646 | m2 | hout | |
| totaal | | 3931,2 | m2 | | |
| aantal rijbanen | | | | | |
| snel | | 4 | | | |
| langzaam | | 1 | | | |
| aantal pijlers | apij | 12 | | beton | |
| afmetingen bedieningsgebouw | | | | | |
| lengte | lgeb | x | | | |
| breedte | bgeb | x | | | |
| oppervlakte | Ageb | nvt | m2 | beton | |

variabele kosten

| | | constructie aanbrug | constructie onderbouw hoofdoverspanning | constructie bovenbouw hoofdoverspanning | brugdek hout snel | brugdek hout langzaam | pijler | totaal (€*1000) |
|-----------------|-------|------------------------|---|---|-------------------|--------------------------|----------|-----------------|
| P | | 0,11 | 0,11 | 0,59 | 11,90 | 9,20 | 300,00 | |
| fv | | 3,37 | 3,37 | 0,72 | 2,00 | 0,50 | 1,00 | |
| hoeveelheid | | 1285 | 2646 | 2646 | 208 | 208 | 12 | |
| totaal (€*1000) | | 489,77 | 1.008,35 | 1.111,25 | 4.950,40 | 956,80 | 3.600,00 | 12.116,58 |
| periode | 0-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 11-15 | 0 | 0 | 0 | 446 | 101 | 71 | 618 |
| | 16-20 | 490 | 1.008 | 1.111 | 412 | 291 | 55 | 3.367 |
| | 21-25 | 0 | 0 | 0 | 446 | 0 | 71 | 516 |
| | 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 666 | 404 | 1.069 |
| | 31-35 | 490 | 1.008 | 1.111 | 3.340 | 291 | 55 | 6.295 |
| | 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71 | 71 |
| | 41-45 | 0 | 0 | 0 | 446 | 101 | 0 | 547 |
| | 46-50 | 0 | 0 | 0 | 1.611 | 0 | 3.141 | 4.752 |

De getoonde voorbeelden geven weer hoe een budgetverdeling in de tijd tot stand komt met het budgetmodel. Om aan de hand van deze tabellen te bepalen welke kosten in de nu komende periode verwacht kunnen worden kan van het huidige jaartal het bouwjaar worden afgetrokken, dit geeft de periode waarin het object zich bevindt.

9. NS-CONTRACT

9.1 Beknopte toelichting NS-contract

Het samenwerkingsprotocol betreft een afspraak over verrekening van de onderhoudskosten van aanrakingswerken tussen Railinfrabeheer en Rijkswaterstaat. Een aanrakingswerk is een object waarbij een kunstwerk twee verschillende typen infrastructuur verenigt, bijvoorbeeld een spoorbrug over een kanaal. De hoofdregel is hierbij dat de beheerder van de bovenliggende infrastructuur verantwoordelijk is voor het constructieve (variabel) onderhoud van het object. Voor het dagelijks (vast) onderhoud geldt dat per definitie de meest aangewezen beheerder verantwoordelijk is voor het onderhoud. In de praktijk kan een andere verdeling van het variabele onderhoud praktischer zijn. Deze wijziging van de verdeling betekent dat ook het budget moet worden overgedragen. Met het inwerking treden van dit protocol wijzigt de eerder gemaakte verdeling en hierdoor treed een verschuiving op van de kosten van de ene beheerder naar de andere beheerder.

9.2 Objecten directie Zeeland

De objecten van de Directie Zeeland die onder het samenwerkingsprotocol vallen zijn de volgende objecten:

| object | van => naar | kosten (€*1000)p/j |
|-------------------------|-------------|--------------------|
| Brug Schelde Rijnkanaal | RWS=> RIB | -501 |
| Spuikanaal | RWS=> RIB | -163 |
| Gent Terneuzen (droog) | RWS=> RIB | -717 |
| A58 (droog ?) | RIB=> RWS | 399 |
| | totaal | -982 |

Uit de laatste kolom volgt dat de RWS na inwerkingtreding van het protocol per saldo jaarlijks € 982.000,- aan onderhoudsbudget aan RIB moet overdragen.

Over de juistheid van de dit bedrag kan geen kwantitatieve uitspraak gedaan worden omdat de specifieke kenmerken en de onderhoudshistorie van de objecten niet bekend zijn. Ook is de verdeling van de objecten van voor het protocol niet bekend zodat ook over de verschuiving geen oordeel kan worden geveld.

Vergelijking ramingmethodieken

| Model samenwerkingsprotocol | Budgetmodel |
|---|---|
| De onderhoudskosten worden gekoppeld aan de vervangingswaarde van de objecten en zijn geraamd op basis van ervaringen van de Bouwdienst. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen stalen en betonnen bruggen. In hoeverre verder onderscheid gemaakt wordt is niet bekend. Voor de eenduidigheid zijn de kosten vertaald naar een gemiddeld bedrag per jaar. Afwijkingen middelen zich uit over de objecten door de wet van de grote getallen. | Het Budget Model bepaald de onderhoudskosten op basis van een uniform programma waarin de specifieke kenmerken door een indicator worden meegenomen. Het budget wordt toegekend voor een periode van 5 jaar en is afhankelijk van de activiteiten in die periode. |

Het belangrijkste verschil tussen de methodes is de wijze van budgetverstrekking, bij het NS-contract gebeurt dit per jaar op basis van de gemiddelde kosten, bij het budgetmodel is dit gerelateerd aan de activiteiten in die periode. Het werken met gemiddelden is goed toepasbaar indien men voldoende objecten heeft om variaties in de werkelijkheid op te kunnen vangen. Tevens vraagt het discipline om te 'sparen' voor jaren met groot onderhoud. Gesteld kan worden dat het budgetmodel een verfijndere methode is voor het verstrekken van budgetten.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: UITWERKING FORMULES D3, D4 NIVEAU

vast onderhoud

| | | |
|---------------|---|--|
| Y_{b-vst} | = | budget vast onderhoud bruggen per periode van 5 jaar |
| Y_{b-vst} | = | $Y_{bv-vst} + Y_{bw-vst} + Y_{pij-vst} + Y_{rw-vst} + Y_{bed-vst} + Y_{geb-vst} + Y_{smg}$ |
| Y_{bv-vst} | = | budget vast onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type |
| Y_{bw-vst} | = | budget vast onderhoud beweegbare overspanningen gedifferentieerd naar type |
| Y_{rw-vst} | = | budget variabel onderhoud remming en geleide werken bij bruggen |
| $Y_{pij-vst}$ | = | budget variabel onderhoud pijlers |
| $Y_{bed-vst}$ | = | budget variabel onderhoud bedienings- en controleapparatuur |
| $Y_{geb-vst}$ | = | budget vast bouwkundig onderhoud gebouwen |
| $Y_{smg-vst}$ | = | budget schoonmaakonderhoud bedieningsgebouwen |

Vaste overspanning

| | | |
|--------------|---|--|
| Y_{bv-vst} | = | budget vast onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type brug |
| Y_{bv-vst} | = | $f_{bv-vst} \times (P_{bv-vst} \times A_{bd})$ |
| f_{bv-vst} | = | factor afhankelijk van het type brug |
| P_{bv-vst} | = | prijs in €/m ² afhankelijk van het type brug |
| A_{bd} | = | oppervlakte brugdek in m ² |

Beweegbare overspanningen

| | | |
|--------------|---|--|
| Y_{bw-vst} | = | budget voor het onderhouden van de bewegingswerken van de brug |
| Y_{bw-vst} | = | $f_{bw-vst} \times (P_{bw-vst} \times A_{bd})$ |
| f_{bw-vst} | = | factor afhankelijk van het type bewegingswerk |
| P_{bw-vst} | = | prijs in €/m ² vast onderhoud bewegingswerk |
| A_{bd} | = | oppervlakte brugdek in m ² |

Pijlers

| | | |
|---------------|---|--|
| $Y_{pij-vst}$ | = | som van de budgetten pijlers. |
| $Y_{pij-vst}$ | = | $[P_{pij} \times a_{pij}] \times f_{\Delta t}$ |
| $P_{pij-vst}$ | = | som van de budgetten ten behoeve van het vaste onderhoud van pijlers |
| a_{pij} | = | aantal pijlers |

Remming en geleidewerken

| | | |
|--------------|---|--|
| Y_{rw-vst} | = | som van de budgetten remmingwerken bij bruggen |
| Y_{rw-vst} | = | $[P_{rw} \times L_{rw}] \times f_{\Delta t}$ |
| P_{rw-vst} | = | som van de budgetten ten behoeve van het vaste onderhoud van de remming en geleidewerken |
| L_{rw} | = | totale lengte van de remming en geleide werken in m ¹ |

Bediening en controle

$Y_{\text{bed-vst}}$ = budget variabel onderhoud bedienings- en controleapparatuur

geen gegevens wed bekend

Bouwkundig onderhoud bedieningsgebouw

$Y_{\text{geb-vst}}$ = budget voor het bouwkundig onderhoud bedieningsgebouw

$$Y_{\text{geb-vst}} = [P_{\text{geb}} \times A_{\text{geb}}] \times f_t$$

P_{geb} = prijs in €/m² bruto vloeroppervlak voor het bouwkundig onderhoud

A_{geb} = bruto vloeroppervlakte bedieningsgebouw in m²

f_t = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Schoonmaakonderhoud bedieningsgebouw

Y_{sng} = som van de budgetten voor schoonmaak onderhoud alle gebouwen

$$Y_{\text{sng}} = [\{ f_{\text{gebr}} \times (Y_{\text{kr}} + Y_{\text{tt}} + Y_{\text{ov}}) \}] \times f_t$$

Waarin:

Y_{sng} = budget schoonmaak onderhoud per gebouwen

f_{gebr} = toeslag factor voor intensiteit van gebruik

bij normaal gebruik: $f_{\text{gebr}} = 1,0$

bij 24 uren dienst: $f_{\text{gebr}} = 1,5$

bij deel van het jaar: $f_{\text{gebr}} = \text{aantal weken in gebruik gedeeld door } 52$

Y_{kr} = budget voor het schoonmaakonderhoud kantoorachtige ruimten

$$Y_{\text{kr}} = P_{\text{kr}} \times A_{\text{kr}}$$

P_{kr} = prijs in €/m² bruto vloeroppervlakte voor het schoonmaak onderhoud kantoorachtige ruimten

A_{kr} = bruto vloeroppervlakte kantoorachtige ruimten in m²

Y_{tt} = budget voor het schoonmaak onderhoud toiletten

$$Y_{\text{tt}} = P_{\text{tt}} \times A_{\text{tt}}$$

P_{tt} = prijs in €/m² voor het schoonmaak onderhoud toiletten

A_{tt} = bruto vloeroppervlakte toiletten in m²

Y_{ov} = budget voor het schoonmaak onderhoud van overige ruimten

$$Y_{\text{ov}} = P_{\text{ov}} \times A_{\text{ov}}$$

P_{ov} = prijs in €/m² voor het schoonmaak onderhoud van overige ruimten

A_{ov} = bruto vloeroppervlakte overige ruimten in m²

f_t = factor ten behoeve van 5 jaarlijkse periode (5)

variabel onderhoud

| | | |
|--------------|---|---|
| Y_{b-var} | = | budget variabel onderhoud van bruggen per periode van 5 jaar |
| Y_{b-var} | = | $Y_{bv-var} + Y_{bw-var} + Y_{bd} + Y_{rw} + Y_{pij} + Y_{bed}$ |
| Y_{bv-var} | = | budget variabel onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type brug |
| Y_{bw-var} | = | budget variabel onderhoud beweegbare overspanningen gedifferentieerd naar type |
| Y_{bd} | = | som van de budgetten van elementen op het brugdek: asfalt, leuningen, geleidewerken, rij-ijzers, hemelwaterafvoer en wegmeubilair |
| Y_{rw} | = | budget variabel onderhoud remming en geleide werken bij bruggen |
| Y_{pij} | = | budget variabel onderhoud pijlers |

Vaste overspanning

| | | |
|--------------|---|---|
| Y_{bv-var} | = | budget variabel onderhoud vaste overspanningen gedifferentieerd naar type brug per periode van 5 jaar |
| Y_{bd-v} | = | $Y_{co,v} + Y_{bo,v}$ |

| | | |
|----------------|---|--|
| $Y_{co,v}$ | = | budget voor het onderhoud onderbouw vaste overspanningen |
| $Y_{co,v}$ | = | $[f_{co} \times (P_{co} \times A_{bd,v})] \times f_{\Delta t}$ |
| f_{co} | = | factor bepaald door het constructietype van de brug |
| P_{co} | = | prijs in €/m ² ten behoeve van het onderhouden van een vaste overspanning |
| $A_{bd,v}$ | = | oppervlakte brugdek vast deel in m ² |
| $f_{\Delta t}$ | = | factor verdeling per 5 jaarlijkse periode |

| | | |
|----------------|---|--|
| $Y_{cb,v}$ | = | budget voor het onderhoud bovenbouw vaste overspanningen |
| $Y_{cb,v}$ | = | $[f_{cb} \times (P_{cb} \times A_{bd,v})] \times f_{\Delta t}$ |
| f_{cb} | = | factor bepaald door het constructietype van de brug |
| P_{cb} | = | prijs in €/m ² ten behoeve van het onderhouden van een vaste overspanning |
| $A_{bd,v}$ | = | oppervlakte brugdek vast deel in m ² |
| $f_{\Delta t}$ | = | factor verdeling per 5 jaarlijkse periode |

Beweegbare overspanning

| | | |
|--------------|---|---|
| Y_{bw-var} | = | budget variabel onderhoud beweegbare overspanningen gedifferentieerd naar type per periode van 5 jaar |
| Y_{bw-var} | = | $Y_{co,b} + Y_{bo,b} + Y_{bw}$ |

| | | |
|------------|---|--|
| $Y_{co,b}$ | = | budget voor het onderhoud ten behoeve van de onderbouw beweegbare overspanningen |
| $Y_{co,b}$ | = | $[f_{co} \times (P_{co} \times A_{bd,b})] \times f_{\Delta t}$ |
| f_{co} | = | factor bepaald door het constructietype van de brug |
| P_{co} | = | prijs in €/m ² ten behoeve van het onderhouden van een vaste overspanning |
| $A_{bd,b}$ | = | oppervlakte brugdek beweegbaar deel in m ² |

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

$Y_{co,b}$ = budget voor het onderhoud bovenbouw beweegbare overspanningen

$$Y_{co,b} = [f_{cb} \times (P_{co} \times A_{bd,b})] \times f_{\Delta t}$$

f_{cb} = factor bepaald door het constructietype van de brug

P_{co} = prijs in €/m² ten behoeve van het onderhouden van een vaste overspanning

$A_{bd,b}$ = oppervlakte brugdek beweegbaar deel in m²

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Y_{bw} = budget bewegingswerken afhankelijk van type brug

$$Y_{bw} = [f_{bw} \times (P_{bw} \times A_{bd,w})] \times f_{\Delta t}$$

f_{bw} = factor bepaald door het type van de brug

P_{bw} = prijs in €/m² ten behoeve van het onderhouden van een vaste overspanning

$A_{bd,w}$ = oppervlakte brugdek beweegbaar deel in m²

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Brugdek

Y_{bd} = som van de budgetten van elementen op het brugdek: asfalt, leuningen, geleidewerken, rij-ijsers, hemelwaterafvoer en wegmeubilair

$$Y_{bd} = [Y_{as} + Y_{le} + Y_{ge} + Y_{rij} + Y_{he} + Y_{wm}] \times f_{\Delta t}$$

$$Y_{bd} = Y_{snel} + Y_{lang}$$

$$Y_{snel} = f_{snel} \times (P_{snel} \times l_b) \times f_{\Delta t, snel}$$

$$Y_{lang} = f_{lang} \times (P_{lang} \times l_b) \times f_{\Delta t, snel}$$

$P_{snel/lang}$ = prijs in €/m ten behoeven van het onderhoud aan het brugdek.

$f_{snel/lang}$ = factor bepaald door de combinatie van en aantal rijstroken snel/langzaam verkeer

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Pijlers

Y_{pij} = som van de budgetten pijlers.

$$Y_{pij} = [P_{pij} \times a_{pij}] \times f_{\Delta t}$$

P_{pij} = som van de budgetten ten behoeve van het onderhoud van pijlers

a_{pij} = aantal pijlers

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Remming en geleide werken

Y_{rw} = som van de budgetten remmingwerken bij bruggen

$$Y_{rw} = [P_{rw} \times L_{rw}] \times f_{\Delta t}$$

P_{rw} = prijs in €/m¹ per m¹ van remming, geleide werken en wachtplaatsen

L_{rw} = totale lengte van de remming en geleide werken in m¹

$f_{\Delta t}$ = factor verdeling per 5 jaarlijkse periode

Bediening en controle

Y_{bed} = budget variabel onderhoud bedienings- en controleapparatuur

geen gegevens wed bekend

Bouwkundig onderhoud gebouwen

Y_{geb} = $f_{\text{geb}} \times (P_{\text{geb}} \times A_{\text{geb}})$

Y_{geb} = budget voor het bouwkundig onderhoud bedieningsgebouw

P_{geb} = prijs in €/m² bruto vloeroppervlak voor het bouwkundig. onderhoud
bedieningsgebouw

A_{geb} = bruto vloeroppervlakte bedieningsgebouw in m²

BIJLAGE 2: IST-BASIS

constructie onderbouw

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---------------------|------------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| beton | renovatie (2 % wegdek) | m2 | 0,888 | 30 | |
| staal | conserveren | m2 | 0,113 | 17 | |

constructie bovenbouw

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---------------------|--------------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| staal | conservering | m2 | 0,585 | 17 | boog |

bewegingswerken

geen wed gegevens beschikbaar

wegdek beton

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---|-----------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| toplaag op betonsnelverkeer | vervangen | m2 | 0,017 | 8 | |
| gehele laag asfalt (op beton) snelverkeer | vervangen | m2 | 0,044 | 19 | |
| toplaag op beton langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,017 | 14 | |
| gehele laag asfalt (op beton) langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,044 | 25 | |

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---------------------------------|-----------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| toplaag op hout snelverkeer | vervangen | m2 | 0,123 | 11 | |
| toplaag op hout langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,123 | 14 | |

| | | | | | |
|------------|-----------|----|-------|----|--|
| houten dek | vervangen | m2 | 0,685 | 30 | |
|------------|-----------|----|-------|----|--|

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|----------------------|-----------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| geleiderail | repareren/conserveren | m1 | 0,082 | 17 | |
| geleiderail | vervangen | m1 | 0,141 | 50 | |
| schampkanten (beton) | repareren/conserveren | m2 | 0,032 | 10 | |
| schampkanten (beton) | vervangen | m2 | 0,327 | 50 | |
| schampkanten (staal) | repareren/conserveren | m2 | 0,113 | 17 | |
| schampkanten (staal) | vervangen | m1 | 0,45645 | 50 | |
| leuning | repareren/conserveren | m1 | 0,073 | 17 | |
| leuning | vervangen | m1 | 0,118 | 50 | |

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| rijijzers | onderhoud | m1 | 0,43109 | 10 | |
| rijijzers | normaal onderhoud | post | 0,02357 | 17 | |
| rijijzers | stralen en conserveren in werkplaats | m1 | 0,0726 | 17 | |

pijlers

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|------------------------|---------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|
| anti graffiti op beton | reinigen/aanbrengen | m2 | 0,025 | 12 | |
| conservering staal | conserveren | m2 | 0,025 | 12 | |
| beton | repareren 1 % opp | m2 | 0,105 | 30 | |
| opleggingen | vervangen rubbers | stuks | 0,736 | 17 | |
| aanslagen (rubber) | vervangen | stuks | 12,16 | 30 | |

| remming en geleidewerken | | | | | |
|--------------------------|------------|------|---------|----|--|
| gehele remmingwerken | onderhoud | post | 431,999 | 17 | |
| gehele remmingwerken | vervanging | post | 4245,61 | 50 | |

bediening en controle

wed gegevens onbekend

Gebouw

| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | specificatie |
|---------------------|-----------|---------|-------------------|------------------|--------------|
|---------------------|-----------|---------|-------------------|------------------|--------------|

BIJLAGE 3: BASIS SOLL-KOSTEN

| constructie onderbouw | | vast kenmerkende eenheid Abd | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------|--------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tiertijd | hoeveel heid | vormfactor | kosten | specificatie |
| beton | renovatie (2 % wegdek) | m2 | 0,888 | 30 | 3630 | 0,01322314 | 42.624 | |
| totaal kosten | | | | | | | 42.624 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------|--------|--------------|
| constructie onderbouw | beweegbaar | kenmerkende eenheid Abd | | | | | | |
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tieltijd | hoeveel heid | vormfactor | kosten | specificatie |
| staal | conserveren | m2 | 0,113 | 17 | 3410 | 3,37243402 | 1299,5 | |
| totaal kosten | | | | | | | 1299,5 | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|---------|-------------------------|------------------|------|------------|--------------|
| constructie bovenbouw beweegbaar | | | kenmerkende eenheid Abd | | | | |
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | | vormfactor | specificatie |
| staal | conservering | m2 | 0,585 | 17 | 3410 | 0,71790634 | 1994,85 boog |
| totaal kosten | | | | | | 1994,85 | |

| brugdek beton snelverkeer | | | kenmerkende eenheid I | | | | | 165 |
|---|-----------------------|---------|-----------------------|----------|-------------|------------|------------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven | hoeveelheid | vormfactor | kosten | specificatie |
| gehele laag asfalt (op beton) snelverkeer | vervangen | m2 | 0,044 | 19 | 1212 | | 53,328 | |
| toplaag op betonsnelverkeer | vervangen | m2 | 0,017 | 8 | 1212 | | 20,604 | |
| geleiderail | vervangen | m1 | 0,14067187 | 50 | 330 | | 46,4217161 | |
| schampranten (beton) | repareren/conserveren | m2 | 0,032 | 10 | 758 | | 24,256 | |
| geleiderail | repareren/conserveren | m1 | 0,082 | 17 | 330 | | 27,06 | |
| hemelwaterafvoer | vervangen | m2 | 0 | 35 | 0 | | 2,39595954 | |
| voegovergangen | onderhoud | m1 | 0,43109121 | 10 | 0 | | 30 | |
| totaal kosten | | | | | | | 204,065676 | |

| brugdek beton langzaamverkeer | | | kenmerkende eenheid I | | | | | 165 |
|---|--------------------------------------|---------|-----------------------|---------------|-------------|------------|------------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tijd | hoeveelheid | vormfactor | kosten | specificatie |
| gehele laag asfalt (op beton) langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,044 | 25 | 1107 | | 48,708 | |
| toplaag op beton langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,017 | 14 | 1107 | | 18,819 | |
| leuning | repareren/conserveren | m1 | 0,073 | 17 | 330 | | 24,09 | |
| leuning | vervangen | m2 | 0,11798286 | 17 | 330 | | 38,934325 | |
| hemelwaterafvoer | vervangen | m2 | 0 | 35 | 0 | | 2,39595954 | |
| voegovergangen | stralen en conserveren in werkplaats | m1 | 0,07260483 | 17 | 0 | | 25 | |
| totaal kosten | | | | | | | 157,94302 | |

| brugdek hout(op staal) | | snel | kenmerkende eenheid I | | | | 155 | |
|-----------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|--------------------|-----------------|--|---------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietij | hoeveel heid | | kosten | specificatie |
| toplaag op hout snelverkeer | vervangen | m2 | 0,123 | 11 | 1353 | | 166,419 | |
| houten dek | vervangen | m2 | 0,685 | 33 | 1353 | | 926,805 | |
| hemelwaterafvoer | verzinken | m2 | 0,00222765 | 17 | post | | 3,8 | |
| schampkanten (staal) | vervangen | m1 | 1,8 | 50 | 310 | | 558 | |
| geleiderail | vervangen | m1 | 0,14 | 50 | 310 | | 43,4 | |
| schampkanten (staal) | repareren/conserveren | m2 | 0,113 | 17 | 1102 | | 124,526 | |
| geleiderail | repareren/conserveren | m1 | 0,082 | 17 | 310 | | 25,42 | |
| totaal kosten | | | | | | | 1848,37 | |

| brugdek hout(op staal) | | langzaam | | kenmerkende eenheid | | | 155 | |
|---------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|---------------------|-----------------|--|----------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietij | hoeveel heid | | kosten | specificatie |
| toplaag op hout langzaamverkeer | vervangen | m2 | 0,123 | 14 | 1236 | | 152,028 | |
| houten dek | vervangen | m2 | 0,685 | 28 | 1236 | | 846,66 | |
| hemelwaterafvoer | verzinken | m2 | 0 | 17 | post | | 3,8 | |
| schampkanten (staal) | repareren/conserveren | m2 | 0,113 | 17 | 666 | | 75,258 | |
| schampkanten (staal) | vervangen | m2 | 1 | 17 | 310 | | 310 | |
| leuning | vervangen | m1 | 0,082 | 17 | 310 | | 25,42 | |
| leuning | repareren/conserveren | m1 | 0,073 | 17 | 310 | | 22,63 | |
| totaal kosten | | | | | | | 1435,796 | |

| Gebouw | | kenmerkende eenheid | | | m2 | | | |
|------------------------|-----------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|--|--------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | hoeveel heid | | kosten | specificatie |
| vervangen dakbedekking | vervangen | m2 | 0,099 | 17 | 165 | | 16,335 | |
| schilderwerk | | post | 10,9 | 5 | 1 | | 10,9 | |
| overig | | post | 29 | 17 | 1 | | 29 | |
| onderhoud beton | vervangen | m2 | 1,16 | 30 | 7,5 | | 8,7 | |
| totaal kosten | | | | | | | 64,935 | |

| Pijler | kenmerkende eenheid a | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|---------|-------------------|------------------|--------------|--|----------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | hoeveel heid | | kosten | specificatie |
| anti graffiti op beton | reinigen/aanbrengen | m2 | 0,025 | 12 | 982 | | 24,55 | |
| beton | repareren 1 % opp | m2 | 0,105 | 30 | 1107 | | 116,235 | |
| opleggingen | vervangen rubbers | stuks | 0,736 | 17 | 26 | | 19,136 | |
| aanslagen (rubber) | vervangen | stuks | 12,16 | 30 | 2 | | 24,32 | |
| pijler bescherming | onderhoud | post | | 1 | 1 | | 0 | |
| pijler bescherming | vervanging | post | | 50 | 1 | | 1069 | |
| totaal kosten | | | | | | | 1253,241 | |

| remming en geleidewerken | | | | | | | |
|--------------------------|------------|---------|-------------------|------------------|--------------|--------|--------------|
| materiaal/onderdeel | maatregel | eenheid | prijs per eenheid | interven tietijd | hoeveel heid | kosten | specificatie |
| vaarwater | onderhoud | post | | 17 | 1 | 1218 | |
| vaarwater | vervanging | post | | 50 | 1 | 7600 | |
| | | | | totaal kosten | | 8818 | |

BIJLAGE 4: OVERZICHT VAN DE FACTOR $F_{\Delta T}$ PER ELEMENT

| f(t) | constructie onderbouw |
|-------|--------------------------|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0 |
| 16-20 | 0 |
| 21-25 | 0 |
| 26-30 | 1 |
| 31-35 | 0 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0 |
| 46-50 | 0 |

| f(t) | constructie onderbouw beweegbaar |
|-------|--|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0 |
| 16-20 | 1 |
| 21-25 | 0 |
| 26-30 | 0 |
| 31-35 | 1 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0 |
| 46-50 | 0 |

| f(t) | constructie bovenbouw beweegbaar |
|-------|--|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0 |
| 16-20 | 1 |
| 21-25 | 0 |
| 26-30 | 0 |
| 31-35 | 1 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0 |
| 46-50 | 0 |

| f(t) | brugdek beton snel |
|-------|-----------------------|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0,36684268 |
| 11-15 | 0 |
| 16-20 | 0,76077468 |
| 21-25 | 0,10096749 |
| 26-30 | 0,26587519 |
| 31-35 | 0,24531298 |
| 36-40 | 0,62817032 |
| 41-45 | 0 |
| 46-50 | 0,59432688 |

| f(t) | brugdek beton langzaam |
|-------|------------------------------|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0,11914733 |
| 16-20 | 0,55730197 |
| 21-25 | 0,30838134 |
| 26-30 | 0,11914733 |
| 31-35 | 0,57247133 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0,11914733 |
| 46-50 | 0,30838134 |

| f(t) | brugdek hout snel |
|-------|----------------------|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0,09003554 |
| 16-20 | 0,08317923 |
| 21-25 | 0,09003554 |
| 26-30 | 0 |
| 31-35 | 0,67463224 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0,09003554 |
| 46-50 | 0,32536776 |

| f(t) | brugdek hout langzaam |
|-------|-----------------------------|
| 0-5 | 0 |
| 6-10 | 0 |
| 11-15 | 0,10588412 |
| 16-20 | 0,30443601 |
| 21-25 | 0 |
| 26-30 | 0,69556399 |
| 31-35 | 0,30443601 |
| 36-40 | 0 |
| 41-45 | 0,10588412 |
| 46-50 | 0 |

BIJLAGE 5: OVERZICHTEN BEREKENING SAS VAN GENT

| | indicator | | eenheid | materiaal | vorm |
|-----------------------------|-----------|------|---------|-----------|-------|
| lengte overspanning: | | | | | |
| 1 vast | lv | 165 | m | beton | plaat |
| 2 beweegbaar | lb | 155 | m | staal | boog |
| totaal | ltot | 320 | m | | |
| breedte brug | bb | 22 | m | | |
| oppervlakte brugdek | | | | | |
| | Abd,v | 3630 | m2 | beton | |
| | Abd,w | 3410 | m2 | hout | |
| totaal | | 7040 | m2 | | |
| aantal rijbanen | | | | | |
| snel | | 2 | | | |
| langzaam | | 2 | | | |
| aantal pijlers | apij | 4 | | beton | |
| afmetingen bedieningsgebouw | | | | | |
| lengte | lgeb | x | | | |
| breedte | bgeb | x | | | |
| oppervlakte | Ageb | 165 | m2 | beton | |

| | | constructie onderbouw | constructie onderbouw beweegbaar | constructie bovenbouw beweegbaar | brugdek beton snel | brugdek beton langzaam | brugdek hout snel | brugdek hout langzaam | pijler | remming en geleidewerke n | gebouw | totaal vast | totaal beweegbaar | totaal |
|-------------|----------|--------------------------|--|--|-----------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|----------|---------------------------------|----------|-------------|----------------------|--------|
| P | 0,89 | 0,11 | 0,59 | 1,23 | 0,95 | 11,90 | 9,20 | 300,00 | 8.818,00 | 0,39 | | | | |
| fv | 0,01 | 3,37 | 0,72 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | | | |
| hoeveelheid | 3.630,00 | 3.410,00 | 3.410,00 | 165,00 | 165,00 | 155,00 | 155,00 | 4,00 | 1,00 | 165,00 | | | | |
| totaal | 42,62 | 1.299,50 | 1.432,12 | 202,95 | 156,75 | 1.844,50 | 1.426,00 | 1.200,00 | 8.818,00 | 64,35 | 1.002,32 | 6.602,12 | 16.486,79 | |
| f(t) | 0-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 11 |
| | 6-10 | 0 | 0 | 0 | 74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 74 | 0 | 85 |
| | 11-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 166 | 151 | 24 | 0 | 11 | 30 | 329 | 370 |
| | 16-20 | 0 | 1.300 | 1.432 | 154 | 87 | 153 | 434 | 18 | 1.218 | 56 | 251 | 3.328 | 4.853 |
| | 21-25 | 0 | 0 | 0 | 20 | 48 | 166 | 0 | 24 | 0 | 11 | 81 | 178 | 269 |
| | 26-30 | 43 | 0 | 0 | 54 | 19 | 0 | 992 | 135 | 0 | 19 | 183 | 1.059 | 1.261 |
| | 31-35 | 0 | 1.300 | 1.432 | 50 | 90 | 1.244 | 434 | 18 | 1.218 | 56 | 149 | 4.419 | 5.842 |
| | 36-40 | 0 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 11 | 139 | 12 | 162 |
| | 41-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 166 | 151 | 0 | 0 | 11 | 19 | 317 | 347 |
| 46-50 | 0 | 0 | 0 | 121 | 48 | 600 | 0 | 1.047 | 7.600 | 11 | 693 | 1.124 | 9.427 | |

| | vaste kosten | remming en geleidewer- ken | gebouw | totaal vaste brug | totaal beweegbaar e brug | overig | totaal |
|------|--------------|-------------------------------------|--------|----------------------|--------------------------------|--------|--------|
| f(t) | 0-5 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 6-10 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 11-15 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 16-20 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 21-25 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 26-30 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 31-35 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 36-40 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 41-45 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | 46-50 | 170 | 75 | 65 | 225 | 45 | 580 |
| | totaal | 1.700 | 750 | 650 | 2.250 | 450 | 5.800 |

| | remming en geleidewer- ken | gebouw | totaal vast | totaal beweegbaar | overig | totaal |
|---------------|-------------------------------------|----------|-------------|----------------------|--------|----------|
| totaal kosten | | | | | | |
| 0-5 | 170 | 85,8018 | 65 | 225 | 45 | 590,8018 |
| 6-10 | 170 | 85,8018 | 139,4507 | 225 | 45 | 665,2525 |
| 11-15 | 170 | 85,8018 | 95,42987 | 553,8148 | 45 | 950,0465 |
| 16-20 | 1388 | 130,7284 | 315,9178 | 3553,327 | 45 | 5432,973 |
| 21-25 | 170 | 85,8018 | 145,5837 | 402,8241 | 45 | 849,2095 |
| 26-30 | 170 | 94,42342 | 247,5516 | 1284,166 | 45 | 1841,141 |
| 31-35 | 1388 | 130,7284 | 213,6827 | 4644,262 | 45 | 6421,673 |
| 36-40 | 170 | 85,8018 | 204,2407 | 236,7535 | 45 | 741,796 |
| 41-45 | 170 | 85,8018 | 83,67634 | 542,0613 | 45 | 926,5395 |
| 46-50 | 7770 | 85,8018 | 757,504 | 1348,687 | 45 | 10006,99 |
| totaal | 11.736 | 956 | 2.268 | 13.016 | 450 | 28.426 |



PRC Bouwcentrum

PRC Bouwcentrum B.V.

Hoofdkantoor

Goudseweg 181
Postbus 1051
2410 CB Bodegraven
Telefoon **0172 - 63 14 14**
Telefax 0172 - 61 19 02
E-mail: info@prc.nl
Internet: www.prc.nl

Maastricht

PRC Coumans B.V.
Parkweg 29
Postbus 1897
6201 BW Maastricht
Telefoon **043 - 321 77 99**
Telefax 043 - 321 23 01
E-mail: info@prcco.nl

Oosterbeek

PRC Bouwkostenmanagement B.V.
Stationsweg 6
Postbus 130
6860 AC Oosterbeek
Telefoon **026 - 339 94 00**
Telefax 026 - 333 74 38
E-mail: info@prcbkm.nl
Internet: www.prcbkm.nl

Ede

SAOB B.V.
Stationsweg 89
Postbus 427
6710 BK Ede
Telefoon **0318 - 65 08 50**
Telefax 0318 - 65 04 57
E-mail: secretariaat@saob.nl
Internet: www.saob.nl

Delft

PRC Verschoor B.V.
Martinus Nijhofflaan 2
Postbus 1076
2600 BB Delft
Telefoon **015 - 380 82 83**
Telefax 015 - 380 99 20
E-mail: info@prcverschoor.nl
Internet: www.prcverschoor.nl

Overige deelnemingen

PRC Training B.V., Amsterdam