

HANDREIKING VRAAGSPECIFICATIE ASFALT DIJKBEEKLEDINGEN



RAPPORT

2017
10

HANDREIKING VRAAGSPECIFICATIE ASFALT
DIJKBEKLEDINGEN

RAPPORT

2017

10

ISBN 978.90.5773.735.0



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS
Ing. A.K. de Looff
Ir. F.Tolman

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2017-10
ISBN 978.90.5773.735.0

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

CONTEXT

De STOWA heeft vanuit haar Ontwikkelingsprogramma KIWA KOAC en Kees Montauban gevraagd een handreiking op te stellen voor integrale kwaliteitszorg bij asfaltdijkbekledingen. Gedurende de levensduur van dijkbekledingen moet de aandacht van de dijkbeheerder gericht zijn op instandhouding van de benodigde kwaliteit van de bekleding, zodat de primaire veiligheidsfunctie kan worden vervuld. Maar ook de secundaire functies kunnen dus op deze wijze worden benaderd. Dit proces is te definiëren als de integrale kwaliteitszorg bij het in stand houden van de te vervullen functies van asfaltdijkbekledingen.

ONDERZOEKSVRAAG

Dit rapport moet gebruikers een praktisch handvat bieden om de kwaliteit van een asfaltbekleding te borgen gedurende alle fasen tijdens de levensduur van de bekleding. Er is een relatie gelegd met de Handreiking Continu inzicht (Stowa 2017-09) en de Handreiking vraagspecificatie (Stowa 2017-10). In het proces van ontwerp tot en met reconstructie van een asfaltbekleding zijn er veel activiteiten die de kwaliteit van de bekleding bepalen

BEVINDINGEN/RESULTATEN

In dit rapport worden per fase in de levenscyclus van een asfaltdijkbekleding de belangrijkste activiteiten geïdentificeerd. Bij elke activiteit wordt toegelicht hoe de kwaliteit kan worden geborgd, en welke voorschriften of richtlijnen hierbij kunnen worden gebruikt. Er is in feite al een materiaalkeuze gemaakt, namelijk asfalt. Dit gebeurt in de ontwerp-fase. Vanaf de ontwerp-fase tot en met reconstructie is aangegeven welke activiteiten er zijn. Hierbij is aangegeven: de mogelijke actoren, de te hanteren voorschriften en richtlijnen, en hoe de borging van de kwaliteit hierbij kan worden ingevuld. De in dit rapport genoemde activiteiten zijn beperkt tot de activiteiten die direct de kwaliteit van de asfaltbekleding beïnvloeden. Daarnaast zijn er activiteiten die dit primaire proces ondersteunen en voor een beheerder noodzakelijk zijn om uit te voeren zoals vergunningverlening, toezicht en handhaving, en bijvoorbeeld informatiebeheer. Deze ondersteunende activiteiten zijn in dit rapport buiten beschouwing gelaten.

BESCHOUWING

De knip in de verantwoordelijkheden tussen opdrachtgever en opdrachtnemer en de hiermee gemoeide activiteiten is per project te kiezen. Deze handreiking geeft een beeld van de consequenties van keuzes hierin en de gewenste kwaliteitsborging.

ir. Joost Buntsma
Directeur STOWA

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

HANDREIKING VRAAGSPECIFICATIE ASFALT DIJKBEKLEDINGEN

INHOUD

TEN GELEIDE

DE STOWA IN HET KORT

1	INLEIDING	1
1.1	Doel van dit rapport	1
1.2	Totstandkoming	1
1.3	Leeswijzer	2
2	BEGRIPPEN EN METHODEN	3
2.1	Systeemkunde	3
2.2	Systems engineering	3
2.2.1	Inleiding	3
2.2.2	Doelen	4
2.2.3	Principe	4
2.2.4	Stap voor stap door het proces	5
2.3	Terminologie	6
2.3.1	Basisbegrippen in deze handreiking	6
2.3.2	Termen in de literatuur	8
2.4	Literatuur binnen het vakgebied	9
2.5	Gereedschappen	10
2.5.1	Inleiding	10
2.5.2	Boomstructuren	10
2.5.3	FAST	10
2.5.4	Stakeholdersanalyse	11
2.5.5	Matrix	11
2.6	Contract	13
2.6.1	Mogelijke contractvormen	13
2.6.2	UAV-gc	13

3	WERKWIJZE	15
3.1	Stappenplan voor het opstellen van een vraagspecificatie	15
3.1.1	Probleem/wens formuleren	15
3.1.2	Vraagspecificatie opstellen	16
3.2	Beoordelen van de vraagspecificatie	18
3.3	Testen	18
3.3.1	Systeemgerichte contractbeheersing	18
3.3.2	Testen op onderdelen	19
3.3.3	Testen uitgevoerd werk	21
3.3.4	Controleren opleverdossier	22
3.4	Tot welk niveau specificeren?	22
3.5	Specificeren van levensduur	22
3.6	Een mooi voorbeeld van specificeren: Containerterminal	23
4	BESCHRIJVING VOORBEELD	25
4.1	Inleiding	25
4.2	Projectomschrijving en probleemstelling	25
4.3	Systeemgrenzen	25
4.4	Hydraulische randvoorwaarden	26
4.5	Vastlegging bestaande situatie	26
4.6	Contractvorm in dit voorbeeld	27
5	FORMULEREN BELANGEN	28
5.1	Inleiding	28
5.2	Analyse belanghebbenden (stakeholderanalyse)	28
5.3	Belangen stakeholders	30
5.3.1	Inventarisatie van de belangen	30
5.3.2	Categoriseren van de belangen	32
5.4	Prioritering en controle op conflicterende belangen	35
6	OPSTELLEN VRAAGSPECIFICATIE	36
6.1	Inleiding	36
6.2	Onderdelen van het systeem	36
6.3	Structuur in eisen	37
6.4	Eisen aan het object	38
6.5	Eisen aan het proces	43
6.6	Eisen aan de informatie	43
7	ONTWERP VAN DE BEKLEDING	44
7.1	Inleiding	44
7.2	Waterbouwasfaltbeton op zand	44
7.3	Waterbouwasfaltbeton op een fundering	45
7.4	Vol en zat gepenetreerde breuksteen met een berm van waterbouwasfaltbeton	46
7.5	Kiezen van een ontwerp	47

8	OPSTELLEN VAN EEN UITVOERINGSPLAN	48
8.1	Inleiding	48
8.2	Uitvoeringsplan	48
8.2.1	Vorbereidende werkzaamheden	48
8.2.2	Frezen bovenste deel bekleding	49
8.2.3	Ontgraven talud t.b.v. verhogen bovenbeëindiging	49
8.2.4	Frezen onderste deel bekleding	49
8.2.5	Verdichten	49
8.2.6	Profileren	49
8.2.7	Asfaltverwerking	50
8.2.8	Aanbrengen oppervlakbehandeling	51
9	KEUREN VAN HET WERK	52
9.1	Inleiding	52
9.2	Acceptatieplan, kwaliteitsplan en keuringsplan	52
9.3	Keuren op onderdelen	53
9.4	Keuren uitgevoerd werk	54
9.5	Controleren opleverdossier	54
10	REFERENTIELIJST	55
Bijlage 1	Eisenbomen	57
Bijlage 2	Berekening van de beddingsconstante in een meerlagensysteem	62

1

INLEIDING

1.1 DOEL VAN DIT RAPPORT

De wijze waarop uitvoeringsprojecten in de GWW-sector worden aanbesteed, is veranderd in de afgelopen jaren. Van de traditionele werkwijze waarbij een werk gedetailleerd werd voorbereid en in een bestek en tekeningen werd vastgelegd, wordt steeds meer overgegaan op contractvormen waarbij de opdrachtgever de vraag of de eisen specificeert van het product of werk dat de opdrachtnemer moet leveren. Hierdoor verschuiven werkzaamheden en de daarbij behorende verantwoordelijkheden. De opdrachtgever moet, beter dan voorheen, vastleggen wat zijn wensen en belangen zijn. De opdrachtnemer zal, naast de kennis die hij heeft van uitvoering, ook zijn kennis over het ontwerp moeten inzetten om een project te realiseren. Door deze verandering in de markt is er behoefte aan een handreiking voor het opstellen van een vraagspecificatie.

Dit rapport bestaat uit twee delen. In het eerste deel worden de achtergronden beknopt toegelicht en wordt een stappenplan gegeven voor het opstellen van een vraagspecificatie. In het tweede deel is een voorbeeld uitgewerkt van een project waarbij een asfalt dijkbekleding wordt gereconstrueerd en waarbij gebruik wordt gemaakt van een zogenaamd geïntegreerd contract: een contractvorm waarbij de opdrachtgever een vraagspecificatie opstelt en aannemers ontwerpen opstellen en deze aanbieden.

1.2 TOTSTANDKOMING

In 2013 is door Montauban en Van de Ven aangevraagd met een verkennende studie over het onderwerp functioneel specificeren [1]. Op basis hiervan is in 2014-2016 door Van Vilsteren, Davidse [2], [3] en Tolman [4] het onderwerp verder uitgediept en is gewerkt aan de bouwstenen voor een handreiking.

Daarnaast is er veel literatuur beschikbaar over specificeren en systems engineering in de GWW, zie verder hoofdstuk 2. Veel van deze literatuur geeft een ruime beschrijving van de principes en de beschikbare modellen en geeft aandacht aan processen maar de laatste stap naar praktisch toepassen van de systematiek ontbreekt. Daarom is besloten om naast de handreiking een uitgewerkt voorbeeld te beschrijven (dit rapport) zodat dit als hulpmiddel kan dienen bij het opstellen van vraagspecificaties.

Dezer handreiking is opgesteld door ing. A.K. de Looft en ir. F. Tolman (beide Kiwa KOAC) met tekstbijdragen van mw. Dr. B.G.H.M. Wichman van Deltares. De handreiking is besproken in de projectgroep Asfalt waarin de volgende personen zitting hebben:

- Ir. A. van Hoven, voorzitter (Deltares)
- Mw. Dr. B.G.H.M. Wichman (Deltares)
- Ir. R. 't Hart (Deltares)
- Ir. L.J.M. Houben (TU-Delft)
- Ing. C.C. Montauban (zelfstandig adviseur)
- Ing. A.K. de Looft, secretaris (Kiwa KOAC)

Na aanpassing is het rapport besproken met de klankbordgroep asfalt dijkbekledingen.

Het rapport is tot stand gekomen binnen het meerjarig onderzoeksprogramma asfalt dijkbekledingen wat wordt gefinancierd door Rijkswaterstaat en Stowa.

1.3 LEESWIJZER

Het doel van het rapport is het geven van een handreiking bij het opstellen van een vraagspecificatie. In de hoofdstukken 2 en 3 is het theoretisch kader geschetst. Omdat de theorie vrij abstract is, is deze toegelicht aan de hand van een uitgewerkt voorbeeld. Dit voorbeeld is opgenomen in de hoofdstukken 4 t/m 9. De hoofdstukken 4 t/m 6 behandelen het opstellen van de vraagspecificatie. Voor de volledigheid zijn ook de laatste stappen van het realiseren van een uitvoeringsproject uitgewerkt. Zo zal ook worden ingegaan op de ontwerpen (hoofdstuk 7), een uitvoeringsplan (hoofdstuk 8) en op het keuren van het werk (hoofdstuk 9).

2

BEGRIPPEN EN METHODEN

2.1 SYSTEEMKUNDE

Systeemkunde, of systeemleer, is de wetenschap over het analyseren en ontwerpen van technische en organisatorische systemen, en is gebaseerd op het denken in systemen, processen en regelkringen [5]. Kennis over systemen of systeemkunde, kan als volgt worden ingedeeld.

- systeemdenken of systeemfilosofie: onder andere het benoemen en beschrijven van grondbegrippen, hun samenhang en hun werking;
- systeemwetenschap: het onderzoek van bestaande stelsels en het ontdekken van nieuwe onderdelen;
- systeemtechniek: de ontwikkeling van de verworvenheden van de systeemwetenschap tot gereedschappen en bruikbare onderdelen;
- systeembouwkunde of systems engineering: de toepassing van systeemtechnieken op allerlei vakgebieden; een belangrijke rol speelt daarbij de beschouwing van de cyclus ontwerp, uitvoering, gebruik, en verwijdering van het systeem.

In de systeemkunde wordt de vorm naar voren gehaald en van de inhoud geabstraheerd. Kenmerken van systemen zijn daardoor onder andere formeel, abstract, of conceptueel. De inhoud en concreetheid moet in de toepassing altijd weer worden verwerkelijkt, want anders gaat het nergens over. Een belangrijke toepassing in de civiele- en utiliteitsbouw van systemen is op projecten. Het doel is dan projecten beter op te zetten en te beheersen dan met andere werkwijzen. Systems engineering is dus een onderdeel van de systeemkunde.

2.2 SYSTEMS ENGINEERING

2.2.1 INLEIDING

In de Handreiking is het uitgangspunt bij het opstellen van een vraagspecificatie dat gebruik wordt gemaakt van de systeemkunde, ofwel systems engineering bij het gehele project van formuleren van het probleem en de wensen tot en met het gebruik van het nieuw gerealiseerde object. Het implementeren van Systems Engineering (SE) binnen de GWW-sector is een gemeenschappelijk initiatief van Rijkswaterstaat, ProRail, Bouwend Nederland, NLIngenieurs, de Vereniging van Waterbouwers en Uneto VNI. Ze hebben hiertoe een platform opgericht en publicaties uitgegeven, waaronder enkele leidraden, zie verder www.leidraadSE.nl.

Implementatie van SE binnen de sector is dus een ontwikkeling die is ingezet en waar iedereen die met uitvoeringsprojecten bezig is, mee te maken zal krijgen. In dit hoofdstuk zijn de doelstellingen en het principe van SE samengevat en is aangegeven hoe SE bij dit voorbeeld is toegepast.

2.2.2 DOELEN

De genoemde partijen beogen met implementatie van SE binnen de sector een werkwijze te integreren die het volgende bereikt [6]:

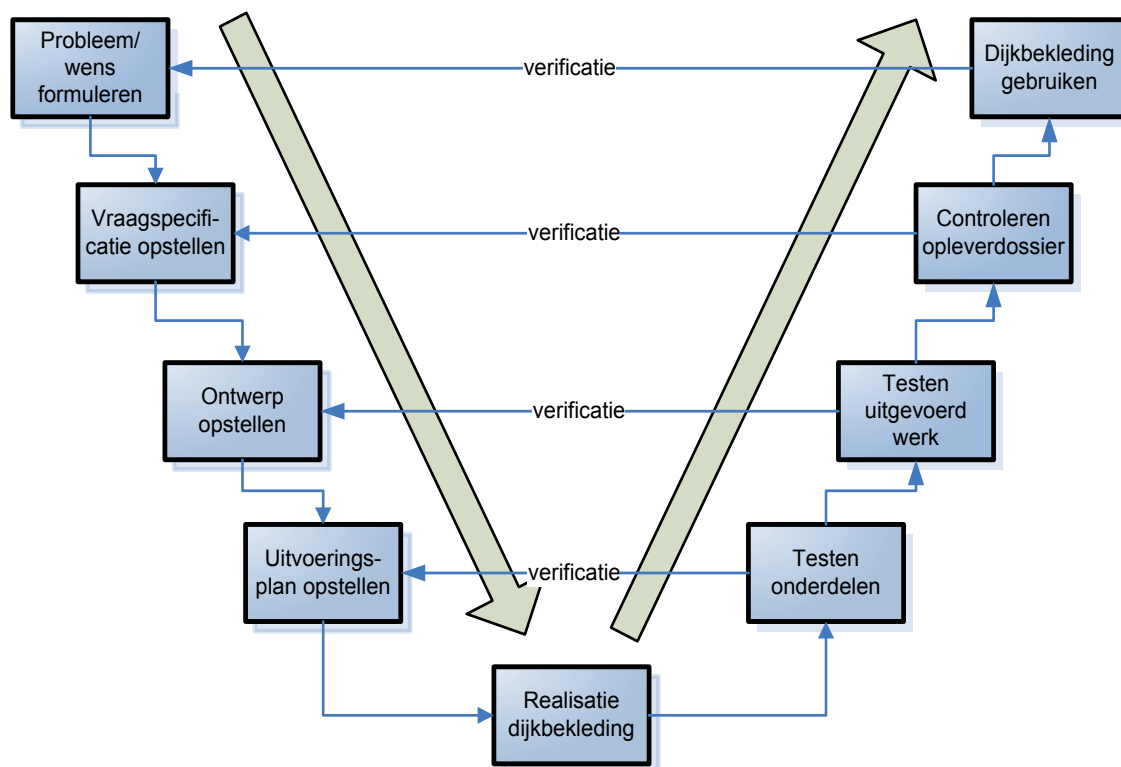
- Doelmatigheid: Voorzien in de behoefte van de klant, binnen maatschappelijk verantwoorde kosten.
- Doeltreffendheid: Efficiënt terugdringen van de faalkosten en beter benutten van de beschikbare resources.
- Transparantie: Aantoonbaar en beheerst leveren wat met de klant is afgesproken.

Het mogelijk maken van innovaties binnen projecten en het optimaal gebruik maken van de kennis van uitvoerende partijen bij realisatie van projecten, worden vaak als argumenten gebruikt om geïntegreerde contracten te introduceren. Met behulp van SE worden dan deze projecten gerealiseerd. De wens om de aannemer een zo groot mogelijke ontwerpvrijheid te geven lijkt op gespannen voet te staan met de eis om een gegarandeerd veilige waterkering te realiseren. Vragen die opdrachtgevers hierbij kunnen hebben zijn bijvoorbeeld: Kan de veiligheid worden gegarandeerd bij het toepassen van innovatieve producten en concepten? En: Kunnen er door de opdrachtnemer keuzes worden gemaakt, bijvoorbeeld uit het oogpunt van kostenreductie, die de veiligheid van de waterkering bedreigen? Om deze redenen zijn zowel transparantie tijdens het gehele project als het nauwkeurig specificeren van de eisen van groot belang.

2.2.3 PRINCIPE

Bij systems engineering (SE) is het gebruikelijk om projecten te beschrijven met behulp van een V-model zoals hieronder weergegeven. Het V-model is procesmodel. Uiteraard zijn ook hier diverse varianten en invullingen aan te treffen. In figuur 1 is het model specifiek ingevuld voor een project waarbij een asfalt dijkbekleding wordt aangelegd of gereconstrueerd.

FIGUUR 1 V-MODEL



In dit voorbeeld wordt aangesloten bij de vijf niveaus (zie bovenstaande figuur) van ontwikkelen en dus specificeren van een project:

- 1 probleem (en ongestructureerde eisen): wat zijn de vragen, achterliggende problemen, belangen die een rol spelen etc.
- 2 systeem van eisen: de ordening, eenduidige en beknopte beschrijving van de eisen
- 3 ontwerp: de manier waarop de eisen in het product gaan worden vervuld op dezelfde hoofdlijn als waarop ze onder 2 zijn gesteld
- 4 detailontwerp en productievoorschrift (bestek, plan): de werkwijze en de (al voorziene en de bijna onvermijdelijke bijkomende) details die gaandeweg de voorbereiding van het ontwerp naar voren komen
- 5 voortbrenging (realisatie, productie)

De diagonale pijlen in de figuur geven de volgorde van werken aan. Van elk onderdeel moet steeds worden geverifieerd of het gerealiseerde voldoet aan de eisen die eerder zijn gesteld. Vaak wordt er onderscheid gemaakt tussen verificatie en validatie.

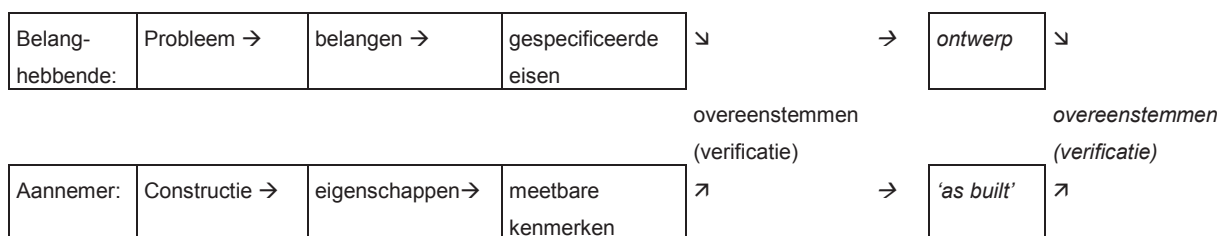
- 1 verificatie (waarheid, horizontale pijlen in bovenstaande figuur) kan grofweg worden beschouwd als de mate van overeenstemming tussen wat beoogd is en de werkelijkheid
- 2 validatie (geldigheid diagonale pijlen in bovenstaande figuur,) is de mate waarin de onderscheiden fasen in het V-model met elkaar overeenstemmen, d.w.z. bijdragen aan de oplossing van problemen die in een voorgaande fase gesteld zijn of bijdragen aan de vraagstelling voor een volgende fase.

Validatie vindt dus, evenals het proces van specificeren en ontwerpen in 4 stappen plaats. Tijdens de uitvoering vinden keuringen op onderdelen van de constructie plaats. Denk hierbij aan de verdichtingsgraad van een fundering of de samenstelling van een asfaltlaag. Nadat het werk is uitgevoerd, vindt een keuring plaats van het werk door middel van een opleveringscontrole. Hierbij kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van valgewicht-deflectiemeter, grondradar en laboratoriumonderzoek. Na de opleveringscontrole wordt een opleverdossier samengesteld en wordt gecontroleerd of het resultaat in overeenstemming is met de opgestelde vraagspecificatie. Tenslotte zal uit het gebruik van de dijkbekleding blijken of met ingebruikname van de nieuwe bekleding is voldaan aan de wensen van de opdrachtgever en zijn probleem is opgelost.

2.2.4 STAP VOOR STAP DOOR HET PROCES

In de onderstaande figuur is het verloop van een project schematisch weergegeven.

FIGUUR 2 SCHEMATISCHE WEERGAVE PROJECTVERLOOP



In een project zijn twee processen te onderscheiden. Enerzijds het proces van de opdrachtgever die een probleem heeft en eisen gaat specificeren om tot een ontwerp te komen. Anderzijds een opdrachtnemer die een product heeft met meetbare kenmerken waarmee hij een constructie kan realiseren die aan het ontwerp voldoet.

Het eerste proces verloopt op hoofdlijnen als volgt: Een belanghebbende (dit kan de dijkbeheerder zijn maar ook een andere betrokken partij) heeft een probleem dat moet worden opgelost. In dit geval een dijkbekleding die moet worden gereconstrueerd. Na vaststelling van het probleem volgt het formuleren van de belangen, bijvoorbeeld: de dijkbekleding moet voldoen aan de veiligheidsnormen. Op basis van deze belangen moeten meetbare eisen worden gespecificeerd, bijvoorbeeld: In de dijkbekleding mag gedurende 15 jaar na aanleg geen scheurvorming optreden. Met de verzameling van eisen wordt door de opdrachtnemer een ontwerp opgesteld. Dit doet hij op basis van producten die hij kan leveren. Deze producten, bijvoorbeeld dijkbekledingen zijn voor de opdrachtnemer het uitgangspunt en met de kennis van zijn product zal hij een ontwerp opstellen dat voldoet aan de eisen van de vraagspecificatie (het tweede proces).

Elke stap in het proces is iteratief. Door middel van validatie wordt steeds nagegaan of voldaan is aan hetgeen in de voorgaande fase is gesteld. Als dit het geval is, kan de volgende stap in het proces worden uitgevoerd. Door middel van verificatie wordt steeds gecontroleerd of de oplossingen van de opdrachtnemer overeenstemmen met de behoeften van de opdrachtgever.

Om overzicht te houden in de grote hoeveelheid informatie bij een bouwproject, wordt informatie overzichtelijk geordend met behulp van boomstructuren. Vaak wordt hier de term decompositie voor gebruikt. Deze techniek zal ook in dit voorbeeld worden toegepast.

2.3 TERMINOLOGIE

2.3.1 BASISBEGRIPPEN IN DEZE HANDREIKING

De manier waarop een werk in de regel wordt uitgevoerd is uitbesteding door een opdrachtgever (OG) aan een opdrachtnemer die het werk aanneemt (ON; aannemer, leverancier, producent). Een *vraagspecificatie* (VS, ook wel *eisen- en vereistenspecificatie*, vergelijk *requirement specification*) is een beschrijving waarin een opdrachtgever zijn *belangen* duidelijk maakt. Dat kunnen ook belangen van derden zijn, die hij tot de zijne gemaakt heeft. Een *aanbieding* (*aanbodspecificatie*, AS, *tender*) is een reactie op de vraagspecificatie waarin een (mogelijke) opdrachtnemer beschrijft hoe hij deze belangen gaat realiseren.

Opdrachtgever en opdrachtnemer sluiten een *contract* om hun afspraken vast te leggen. De vraagspecificatie en aanbodsspecificatie zijn onderdelen daarvan. Dit zijn beschrijvingen, d.w.z. informatie.

De opdrachtgever en opdrachtnemer kunnen op verschillende manieren de afspraak tot stand brengen. Een daarvan is via een *aanbesteding*.

De gang van zaken bij het tot stand brengen van zowel een vraagspecificatie als een aanbodsspecificatie verloopt in de regel in 3 fasen, waarvan de derde fase bij geïntegreerde contractvormen (in zijn geheel) bij de opdrachtnemer ligt.

TABEL 1

RELATIE OPDRACHTGEVER-OPDRACHTNEMER IN DE FASEN VAN HET V-MODEL

Fase	Opdrachtgever	Opdrachtnemer
1. probleem (raadsel - oplossing)	belangen	product
2. systeem (ordening)	vraagspecificatie	aanbodspecificatie
3. techniek (ontwerp)	-	vraag - antwoord

De drie fasen uit Tabel 1 zijn ook terug te vinden in het V-model in Figuur 1. De systeemfase betreft het opstellen van de vraagspecificatie en de techniekfase betreft het opstellen van het ontwerp en het uitvoeringsplan.

Een *stelsel (systeem)* is een doelmatig geordend samenhangend geheel van bijeenbehorende dingen en hun onderdelen [15]. De zin van de vorming van een probleem tot een systeem is vooral het optimaliseren van *rationele communicatie*. In een zakelijke context wordt rationele communicatie de meest effectieve en efficiënte vorm van communicatie geacht. Belangen en productkenmerken zijn vaak zo specialistisch dat zij niet goed rechtstreeks kunnen worden overgebracht tussen de partijen. Dit is vaak in sterkere mate het geval als het aantal partijen en producten toenemen of als zij sterker onderling verweven zijn.

Om een probleem te kunnen oplossen is *ordering* echter onvoldoende. Het probleem moet verder worden ontleed in beantwoordbare vragen. Dit vereist inhoudelijke (technische) kennis. In de technische fase wordt een verband gelegd tussen de *benodigde werking (functie)* van een ding of een proces.

De gang van zaken is nu, dat belangen worden omgezet in benodigde functies en deze vervolgens in een *ontwerp van een object (product)*. De kenmerken daarvan zijn *eigenschappen*. Vaak wordt korthedshalve een naam gebruikt, maar een naam op zich geeft geen inhoudelijke informatie.

De eisen die aan een opdracht verbonden worden, kunnen worden verdeeld in drie groepen, eisen aan het product, het proces en de manier waarop product en proces worden beheerst. Het product kan zowel een ding (object), dienst als kennis zijn. De beheersing valt in hoofdlijn uiteen in de planvorming en het testen of keuren.

Betrokkenen beschrijven het object in termen van eigenschappen, functies of belangen. Door deze invalshoeken te combineren, ontstaat een schema met negen groepen van te beschrijven gegevens en eisen. Dit is weergegeven in Tabel 2.

TABEL 2

CLASSIFICATIESHEMA VANUIT INVALSHOEKEN VANUIT HET OBJECT EN DE BETROKKENEN

	object	toestand (zijn, materie) Wat is het?	Proces (doen, verandering) Wat doet het?	Beheersing (toezicht, informatie) Hoe kunnen we het controleren of sturen?
betrokkene				
Belang (nut)				
functie (werking)				
eigenschap				

Met een eenvoudig voorbeeld is Tabel 2 ingevuld.

TABEL 3

VOORBEELD VAN EEN INGEVULD CLASSIFICATIESCHEMA

object betrokkene	toestand (zijn, materie) Wat is het?	Proces (doen, verandering) Wat doet het?	Beheersing (toezicht, informatie) Hoe kunnen we het controleren of sturen?
Belang (nut)	Een WAB-mengsel met een lange levensduur	Een WAB mengsel met een hoge weerstand tegen de inwerking van vocht (stripping)	Jaarlijkse controle op aangetast oppervlak met een visuele inspectie
functie (werking)	Een WAB-mengsel met een duurzame hechting tussen bitumen en mineraal aggregaat	Een goed mengselontwerp en het juiste verdichtingsregime	Bepalen van de watergevoeligheid van het WAB
eigenschap	Een WAB-mengsel met een lage holle ruimte en een hoog bitumengehalte	Een vooronderzoek waarin de juiste mengselsamenstelling wordt bepaald	Controleren van de holle ruimte en het bitumengehalte

opmerkingen:

- Ter zake kundige partijen kunnen de systeemfase (het opstellen van de vraagspecificatie) opnemen in de probleemfase (probleem/wens formuleren) of in de technische fase (opstellen ontwerp en uitvoeringsplan), zie ook Figuur 1. Het eerste is het geval bij deskundige opdrachtgevers of verkopers. Het tweede is vaak het geval als de opdrachtnemer vanuit zijn vakmanschap de opdrachtgever overtuigt.
- Een *belang* heeft vaak de vorm van een behoefte of een (weinig rationele) wens. De rationele vorm van een belang is het *nut* ervan, d.w.z. de bruikbaarheid voor een achterliggend doel. Vaak wordt zo'n doel verwoord in een missie of een ideaal.
- *Nut* is enerzijds duidelijk te onderscheiden van functie (werking), dat een technisch begrip is. Verwarring komt soms voor doordat nut in termen van functies kan worden omschreven. Bijvoorbeeld de zin 'Het nut van aardgas is een huis te verwarmen'. Hier worden nut – een behaaglijke omgeving – en werking – de verwarming van lucht – in een zin gevat.

De begrippen verificatie en validatie worden beide gebruikt in deze handreiking. Het zijn begrippen die ook bij systems engineering vaak worden gebruikt. Er wordt dan niet altijd onderscheid gemaakt tussen verificatie en validatie. In deze handreiking wordt het volgende bedoeld met beide termen [15]:

- Verificatie - onderzoek naar de echtheid of juistheid van iets (echt = werkelijk = bestaand of plaatsvindend; juist = zoals het moet zijn)
- Validatie - geldigverklaring (geldig = van kracht, deugdelijk, aannemelijk zijn; deugdelijk = degelijk, in goede staat, op goede wijze).

Zie ook paragraaf 2.2.3 en de toelichting onder Figuur 1 voor het verschil tussen verificatie en validatie zoals dat in deze handreiking is bedoeld.

2.3.2 TERMEN IN DE LITERATUUR

In de literatuur over specificeren en systems engineering worden onderstaande termen vaak gebruikt. In deze paragraaf zijn de termen beknopt toegelicht.

Alloceren	Toewijzen
Aspecteisen	Eisen aan specifieke eigenschappen van het te ontwikkelen systeem. Vaak worden hier de zogenaamde RAMS-eisen mee bedoeld.
Decomponeren	Afleiden, opdelen van informatie in meer gedetailleerde informatie van bijvoorbeeld afgeleide eisen, functies of objecten,
Raakvlakeisen	Eisen die worden gesteld aan de interactie tussen objecten. Er wordt ook wel onderscheid gemaakt tussen externe raakvlakeisen (eisen aan de interactie tussen het systeem

	en de omgeving) en interne raakvlakkeisen (eisen aan de interactie tussen objecten in het systeem)
RAMS	Acroniem voor Reliability (betrouwbaarheid), Availability (beschikbaarheid), Maintainability (onderhoudbaarheid), Safety (veiligheid)
RAMSHEC	De afkorting RAMS wordt vaak aangevuld met de volgende termen: Health (gezondheid), Environment (omgeving), Costs (kosten).
Specificeren	Het vastleggen van de eisen en de beschikbare oplossingsruimte.
Stakeholder	Belanghebbende
Vraagspecificatie	Eisenspecificatie, programma van eisen. In UAV-gc wordt de term vraagspecificatie gehanteerd.

2.4 LITERATUUR BINNEN HET VAKGEBIED

Er is veel literatuur beschikbaar over specificeren en systems engineering in de GWW. Bij het opstellen van een vraagspecificatie en het werken met systems engineering, kan onder meer gebruik worden gemaakt van de volgende publicaties:

Handboek specificeren CROW [7]

In het Handboek specificeren is verschenen in 2011 en vervangt het eerder verschenen Handboek oplossingsvrij specificeren. Het handboek bestaat uit drie delen; een algemeen deel over de basisprincipes en systems engineering, een tweede deel met een uitwerking van de methode inclusief beschrijvingen van de gereedschappen die kunnen worden toegepast en een derde deel dat vooral gericht is op aanbesteden en contracteren in combinatie met specificeren.

Leidraad SE voor de gww, deel 2 en 3 [6], [8]

In 2007 verscheen de Leidraad SE voor de gww en deze werd al snel opgevolgd door versie 2 in 2009. De leidraad is breed gedragen binnen de sector en heeft als doel kaders te scheppen, aan te geven hoe partijen met elkaar omgaan en laat zien welke stappen nodig zijn binnen een systems engineering project. In de leidraad is de systematiek op hoofdlijnen beschreven. Versie 3 van de leidraad is minder inhoudelijk en richt zich meer op de betrokken manager en minder op de technisch specialist.

Stappenplan RWS [9]

Rijkswaterstaat heeft in een stappenplan de werkwijze beschreven voor het gebruik van systems engineering binnen Rijkswaterstaat projecten. Het stappenplan sluit aan bij versie 2 van de eerder genoemde Leidraad SE. Het stappenplan heeft een algemene opzet met de bedoeling om voor elke projectomgeving, projectfase en projectsituatie toepasbaar te zijn.

Componentspecificatie bovenbouw RWS [10]

In dit rapport zijn standaard bouwstenen beschreven die kunnen worden gebruikt bij het opstellen van een vraagspecificatie in het geval van aanleg of onderhoud van een wegverharding. In het rapport zijn een objectenboom en de te stellen eisen te vinden die in een vraagspecificatie moeten worden opgenomen.

SE-wijzer BAM [11]

Door BAM Infra is een SE-wijzer opgesteld die een vrij compleet overzicht geeft van de te volgen stappen en de te gebruiken gereedschappen vanuit het perspectief van de aannemer.

De genoemde publicaties zijn allemaal vrij beschikbaar op internet.

2.5 GEREEDSCHAPPEN

2.5.1 INLEIDING

In deze paragrafen is een beknopte beschrijving gegeven van de belangrijkste gereedschappen die worden ingezet bij systems engineering. Andere rapporten met uitgebreide beschrijvingen zijn onder andere het CROW Handboek specificeren [7] en de SE-wijzer van BAM [11].

2.5.2 BOOMSTRUCTUREN

Een veel gebruikte manier om informatie hiërarchisch te ordenen, te structureren, is het gebruik van boomstructuren. Informatie die op deze manier wordt geordend is:

- Objecten – objectenboom of object breakdown structure/System breakdown structure
- Werkzaamheden - Work breakdown structure
- Organisatie – organogram of organizational breakdown structure
- Eisen – eisenboom of requirements breakdown structure
- Functies – functieboom of Functional breakdown structure

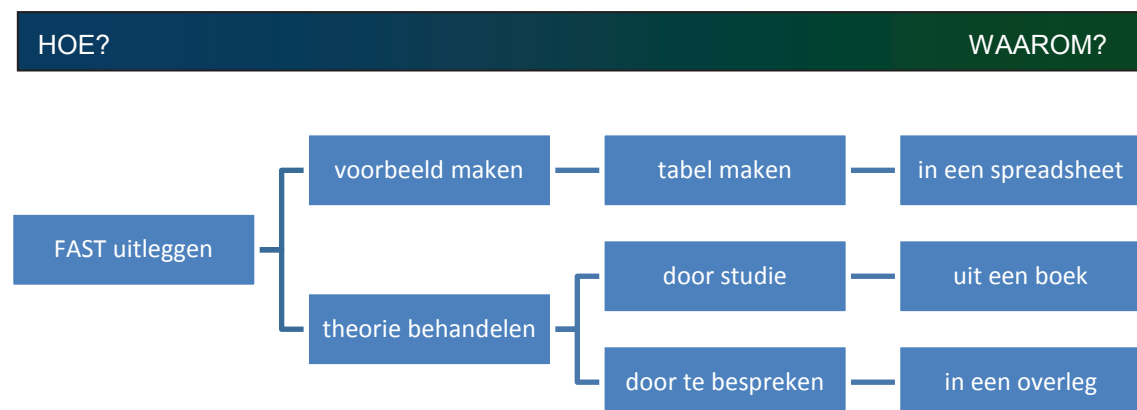
In het voorbeeld dat vanaf het vierde hoofdstuk wordt uitgewerkt, zijn veel voorbeelden te vinden van boomstructuren, bijvoorbeeld de uitgewerkte eisenbomen in bijlage 1.

Stroomdiagrammen hebben een vergelijkbare structuur. Objecten, dingen, worden geordend met boomstructuren, processen worden geordend met stroomdiagrammen.

2.5.3 FAST

Een gereedschap om van een eis tot een oplossing daarvan te komen is de zogenaamde FAST (Function Analysis System Technique). De FAST techniek werkt als volgt: Aan de linkerkant van de tabel komt een gekozen doel of functie te staan. Door vervolgens steeds de vraag “hoe?” te stellen wordt de tabel naar rechts ingevuld totdat er passende oplossingen verschijnen. In de andere richting (uitgaande van de gekozen oplossing) kun je achtereenvolgens de vraag “waarom” stellen tot je weer bij het doel aankomt. Als dat niet goed gaat is er onderweg wat mis gegaan. Dat is een truc om de oplossingsruimte in beeld te brengen. In Figuur 3 is een voorbeeld gegeven.

FIGUUR 3 VOORBEELD VAN EEN FAST-DIAGRAM



Als nu oplossing 1 (in een spreadsheet) gekozen is, kun je terug redeneren naar het doel (FAST uitleggen).

Op deze manier kan bijvoorbeeld ook een FAST diagram worden opgesteld voor het doel: Beschermen van het dijklichaam tegen erosie of voor andere functies die geformuleerd kunnen worden.

2.5.4 STAKEHOLDERSANALYSE

De stakeholderanalyse is de eerste stap in het technisch proces. Deze wordt normaliter uitgevoerd door de opdrachtgever. Bij bouwprojecten zijn veel verschillende partijen betrokken. Dit is een van de oorzaken waarom bouwprojecten complex zijn. Het is voor het project van belang om bij aanvang inzicht te hebben in wie de belanghebbenden zijn bij het project en wat hun belangen zijn. Daarom moeten bij aanvang van het project de belanghebbenden worden geïnventariseerd. Dit kan in tabelvorm of in een eenvoudige boomstructuur gebeuren. Zie bijvoorbeeld Figuur 10 in paragraaf 5.2. De volgende stap is dat wordt nagegaan welke belangen zij hebben. Deze kunnen worden verzameld in een stakeholdertabel. Een voorbeeld hiervan is gegeven in Tabel 4.

TABEL 4 VOORBEELD VAN EEN STAKEHOLDERTABEL

Partij	Aard belang	Invloed	Machtsmiddel
Directie (=financier van het project)	Productiviteit, veiligheid, winst	Besluitnemend, financieel (hoge invloed)	Geld, opdrachtgevend
afdeling Operatie (bedrijfsactiviteiten)	Veiligheid, productiviteit	Informerend (hoge invloed)	Ondernemingsraad, vakbond, media
afdeling Beheer & onderhoud (van het terrein)	Minimaal onderhoud qua tijd en kosten	Consulterend (lage invloed)	Geen

In dit voorbeeld is uitgegaan van een afgesloten bedrijfsterrein en bedrijfsactiviteiten, waar omwonenden, nutsbedrijven, vergunningverleners etc. buiten beschouwing kunnen worden gelaten.

Een ander instrument dat kan worden gebruikt bij de stakeholderanalyse is een macht-belangenmatrix. Hiermee wordt bepaald hoe de verschillende stakeholders bij het project worden betrokken. Ook kunnen en belangen en eisen op basis hiervan worden geprioriteerd en kunnen, indien nodig, keuzes worden gemaakt bij conflicterende belangen. In paragraaf 5.3.2 is een voorbeeld gegeven van een macht-belangenmatrix.

2.5.5 MATRIX

Met een matrix wordt hier een tabel bedoeld waarmee informatie van de aspecten die op de eerste rij en eerste kolom zijn vermeld, wordt gekoppeld. Een voorbeeld hiervan is een trade-off matrix. Deze wordt gebruikt om verschillende ontwerpen met elkaar te vergelijken op grond van de aspecten die in de eerste kolom worden opgenomen. In Figuur 4 is een voorbeeld van een trade-off matrix opgenomen.

FIGUUR 4 VOORBEELD VAN EEN TRADE-OFF MATRIX (UIT [11])

Alternatieven	L-wand van beton	Permanente damwand-constructie	Gewapende grond
Fasering / werkwijze			
	• Ontgraven • Bouw betonnen L-wand • Aanbrengen drainage • Aanvullen met Argex • Aanbrengen voegprofiel	• Ontgraven • Aanbrengen damwand • Aanbrengen drainage • Aanbrengen gording • Aanbrengen ankers • Aanvullen met grond • Aanbrengen betonsloof op damwand • Aanbrengen voegprofiel	• Ontgraven • Aanbrengen stelprofielen • Aanbrengen geotextiel • Aanbrengen Argex
Kritische eisen / kosten bepalende factoren			
Levensduur 50 jaar	voldoet	voldoet	voldoet
Effectiviteit	minder effectief, geen gronddrukken tegen wand, wel hogere belasting ondergrond	effectief, geen gronddrukken tegen wand	zeer effectief, geen gronddrukken tegen wand én grond vervangen door lichte materialen
Ontwerp aantoonbaarheid	voldoende	voldoende	voldoende
Onderhoud	geen	geen	inspectie?
Raakvlakken			
Planning	20 weken	11 weken	10 weken
Logistiek / bereikbaarheid	Opstel mogelijkheden voor kraan te beperkt	Grotendeels via kopse zijde, maar ook via werkstrook	Bijna volledig mogelijk via kopse zijde werkgebied
Ruimtebeslag	Groot, ter plaatse van werkzaamheden en opslag is werkstrook nodig	Gemiddeld	Beperkt
Kostenindicatie			
Raming	€ 1.400.000,--	€ 500.000,--	€ 400.000,--
Procentueel	350%	120%	100%
Bandbreedte: maximaal	€ 1.550.000,--	€ 535.000,--	€ 475.000,--
Bandbreedte: minimaal	€ 1.050.000,--	€ 460.000,--	€ 335.000,--

Risico (tot aan oplevering)				
	Risico Geld		nieuwe of gebruikte damwand	verlies / breuk Argex
	Risico Tijd			
	Risico Kwaliteit		invloed trillingen op wanden	
	Risico Veiligheid	hijswerk boven weg		
	Risico Omgeving			
Oordeel Gegadigde	Voldoet niet	Minder gunstig		Voldoet
Definitieve Variant				Gekozen variant

Legenda:

Voldoet	Beperking / minder gunstig	Voldoet niet
---------	----------------------------	--------------

2.6 CONTRACT

2.6.1 MOGELIJKE CONTRACTVORMEN

Voor de huidige manier van contracteren van uitbestede werkzaamheden wordt meestal de UAV-gc 2005 (uniforme Administratieve Voorwaarden geïntegreerde contracten) [7] toegepast. De meest toegepaste manier van uitbesteden is een aanbesteding volgens het ARW 2012 (Aanbestedingsreglement Werken) [8] en soms het UAV 2012 (Uniforme Administratieve Voorwaarden) [9]. De suggestie in UAV-gc en ARW lijkt dat functioneel specificeren de voorkeur verdient, maar andere wijzen van specificeren zijn zeer wel mogelijk. Het is van belang het verband tussen specificatiewijze en contractinhoud, m.n. deze algemene regelingen, zorgvuldig te beschouwen.

2.6.2 UAV-GC

UAV-gc staat voor geïntegreerde contractvormen.

Geïntegreerde contracten zijn contracten waarbij de opdrachtnemer zowel ontwerp- als uitvoeringswerkzaamheden verricht, zoals bijvoorbeeld design & construct contracten.

Bij een UAV-gc contract verschuift een substantieel deel van de ontwerpbeslissingen naar de opdrachtnemer. Dit heeft direct invloed op de inhoud. Anders dan bij traditionele contracten zal bij een geïntegreerd contract per situatie gekeken moeten worden naar de optimale risicotoedeling.

De opdrachtgever zal er goed over na moeten denken welke werkzaamheden hij aan de opdrachtnemer wil opdragen. De actieve betrokkenheid van de opdrachtgever bij het project brengt hij tot uiting in de vraagspecificatie. Ook voor passieve betrokkenheid biedt de UAV-gc mogelijkheden.

De opdrachtgever bepaalt in welke mate hij betrokken wil blijven bij het werk en legt dat vast in het contract.

Termen als toezichthouder, keuring en dergelijke maken plaats voor toetsen, verifiëren en accepteren. Deze processen vinden plaats in de ontwerpfase, uitvoeringsfase en tijdens de meerjarige onderhouds-periode. De opdrachtgever mag gebruik maken van deze processen, maar hij hoeft dat niet. De opdrachtgever heeft wel een meldingsplicht richting de opdrachtnemer zodra hij een tekortkoming constateert. De UAV-gc regelt dat deze passieve betrokkenheid van de opdrachtgever geen wijzigingen brengt in de verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer.

Afhankelijk van de aard van het project en de behoefte van de opdrachtgever bepaalt de laatste in welke mate hij het ontwerp wenst uit te werken alvorens hij het op de markt brengt. De uitersten zijn aan de ene kant een volledig uitgewerkt (uitvoerings)ontwerp, vergelijkbaar met een traditioneel bestek en aan de andere kant uitbesteding op basis van een programma van eisen.

Dit is tevens afhankelijk van de verantwoordelijkheidsverdeling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. De gekozen taakverdeling hierin wordt vastgelegd in de Basisovereenkomst. Op basis van diverse afwegingen die hierbij gemaakt worden (aard van het project, deskundigheid, doorlooptijd, complexiteit enz.) zal de projectorganisatie worden ingevuld. Hierbij moet de opdrachtgever ook besluiten of hij externe adviseurs inschakelt of dat hij specifieke uitvoeringstaken in het project uitbesteedt aan gespecialiseerde bedrijven.

Een UAV-gc contract bevat de volgende contractdocumenten (*artikel 3*):

- a de Basisovereenkomst met de nota's van inlichtingen en het proces-verbaal van aanwijzing;
- b de Vraagspecificatie;
- c de annexen bij de Vraagspecificatie
onder andere:
 - het acceptatieplan;
 - het toetsingsplan Ontwerpwerkzaamheden;
 - de geschillenregeling Raad van Deskundigen.
- d Uniforme Administratieve Voorwaarden geïntegreerde contractvormen
- e de Aanbieding van de opdrachtnemer;
- f de Documenten die door de opdrachtnemer ter kennis zijn gebracht van de opdrachtgever.

De contractdocumenten omschrijven in onderlinge samenhang de rechten en verplichtingen die de partijen in de overeenkomst tot elkaar hebben.

De gekozen taakverdeling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer wordt vastgelegd in de Basisovereenkomst. In de vraagspecificatie staat het werk beschreven en waar deze aan moet voldoen. De opdrachtgever is verantwoordelijk voor de inhoud van de Vraagspecificatie.

3

WERKWIJZE

3.1 STAPPENPLAN VOOR HET OPSTELLEN VAN EEN VRAAGSPECIFICATIE

In deze paragraaf is stapsgewijs beschreven hoe voor een project een vraagspecificatie wordt opgesteld. In het V-model in Figuur 1 zijn de verschillende stappen schematisch weergegeven. Ook is aangegeven wie de werkzaamheden van de betreffende stap uitvoert.

3.1.1 PROBLEEM/WENS FORMULEREN

Stap 1: Bepalen van het probleem

Het project wordt geïnitieerd doordat er een probleem of wens ontstaat bij de opdrachtgever. In het geval van uitvoeringsprojecten met asfalt dijkbekledingen zal dit vaak worden veroorzaakt doordat bij het uitvoeren van een veiligheidsbeoordeling niet meer aan de eisen voldoet waardoor reconstructie noodzakelijk is. Daardoor ontstaat de wens om een dijkbekleding te realiseren die voor langere tijd (doorgaans 50 jaar) weer voldoet aan de veiligheidseisen.

Stap 2: Bepalen van de systeemgrenzen

Bij het opstellen van een vraagspecificatie wordt het probleem, de verbetering van de bestaande dijkbekleding tot een dijkbekleding die aan een veelheid van eisen voldoet, uitgaande van een tekstuele beschrijving, schematisch beschreven. De algemene naam voor het resultaat van zo'n ordening is 'systeem' (Nederlands: stelsel: een doelmatig geordend geheel van bijeenbehorende dingen en hun onderdelen [10], letterlijker vertaald, maar iets minder juist: samenstel, samenstelling). Het voordeel van deze strakkere omschrijving is dat de volledigheid van de onderdelen en de onderlinge verbanden duidelijker worden. Dit gaat vaak wel ten koste van een prettige leesbaarheid. Dit systeem is begrensd en deze grenzen moeten worden vastgelegd. In de eerste plaats zijn er de ruimtelijke grenzen: de aansluitingen op aangrenzende dijkvakken en hoger- en lagergelegen bekledingen. Ook in de diepte is het systeem begrensd. Naast de ruimtelijke grenzen zijn er grenzen in de tijd en mogelijk andere grenzen zoals het aantal belanghebbenden dat zal worden beschouwd.

Tenslotte moeten de grenzen in het contract duidelijk worden vastgelegd. Welke onderdelen zullen door de opdrachtgever worden uitgevoerd en welke door de opdrachtnemer. Vanwege de inhoudelijke kennis van veel dijkbeheerders en vanwege een vaak gekoesterde wens om invloed te houden op het ontwerp, worden er vaak eisen gesteld die het aantal mogelijkheden bij het ontwerp beperken.

Stap 3: analyse van belanghebbenden

Het aantal belanghebbenden bij grotere projecten in de openbare ruimte is vaak groot. De dijkbeheerder zelf is de voornaamste belanghebbende. Daarnaast zal Rijkswaterstaat als medefinancier vrijwel altijd een belanghebbende partij zijn. En denk daarnaast aan de provincie, dijkbeheerders binnen dezelfde dijkring, de aannemer, bewoners uit de directe omgeving, natuurorganisaties, boeren, enzovoort. Grote organisaties hebben vaak verschillende afdelingen die weer hun deelbelangen kunnen hebben. Denk hierbij aan de afdelingen binnen een waterschap die verantwoordelijk zijn voor uitvoering, de veiligheidsbeoordeling,

beheer en onderhoud, of de legger en het beheerregister. Het is verstandig om deze afdelingen met verschillende belangen in beeld te brengen. Dit kan gedaan worden met behulp van een boomstructuur. In Figuur 10 in paragraaf 5.2 is hiervan een voorbeeld gegeven.

Stap 4: Inventarisatie van belangen

In deze stap worden de belangen van alle belanghebbenden, of stakeholders geïnventariseerd. Vaak zal de opdrachtgever, in dit geval een dijkbeheerder zelf al de nodige belangen kunnen formuleren. Met de meest relevante of wellicht met alle belanghebbenden zullen gesprekken worden gevoerd om de belangen te inventariseren. De inventarisatie kan simpelweg in een lijst worden samengevat, maar er kan ook gebruik worden gemaakt van de stakeholdertabel zoals weergegeven in paragraaf 2.5.4.

Stap 5: Categoriseren van belangen

Na inventarisatie van de belangen worden deze gecategoriseerd. Ten eerste worden de belangen onderverdeeld in drie categorieën:

- Eisen aan de objecten zoals de dijkbekleding
- Eisen aan het proces (van uitvoering), d.w.z. aan de wijze waarop de objecten worden vervaardigd
- Eisen aan de informatie en de wijze waarop relevante informatie wordt vastgelegd. Voorbeelden zijn eisen waarop de keuringen worden uitgevoerd, eisen aan het opleverdosier enz.

Vervolgens worden boomstructuren gebruikt om de belangen te groeperen en te structureren.

Stap 6: prioritering en controle op conflicterende belangen

Als alle belangen zijn geïnventariseerd en gecategoriseerd, moet worden nagegaan of met alle belangen rekening kan worden gehouden. Mogelijk conflicteren bepaalde belangen met elkaar. Daarnaast kan een prioritering in de belangen worden aangebracht. Een mogelijk hulpmiddel hierbij is een macht-belangenmatrix. Een voorbeeld hiervan is gegeven in paragraaf 5.4. Tenslotte moet een controle plaatsvinden op de juistheid en compleetheid van de geformuleerde belangen.

De stappen 1 t/m 6 of ten minste 1 t/m 5 worden door de opdrachtgever zelf uitgevoerd. De navolgende stappen worden uitgevoerd door een systeemingenieur.

3.1.2 VRAAGSPECIFICATIE OPSTELLEN

Stap 7: Opstellen van een objectenboom

In een objectenboom of object of system breakdown structure wordt het complete systeem ontrafeld in elementen. Deze boom wordt gebruikt om eisen aan toe te wijzen. In paragraaf 6.2 is een voorbeeld van een objectenboom opgenomen.

Stap 8: Opstellen van functieboomen

Uit de belangen die zijn geformuleerd, worden de functies van het object bepaald. Deze functies worden verder afgeleid in sub-functies op basis waarvan de eisen aan het object kunnen worden opgesteld. Door de functies te analyseren, kan een koppeling worden gemaakt met vigerende ontwerpkeuzes zoals de Handreiking dijkbekledingen [20]. Functies worden bij voorkeur beschreven met een werkwoord en een zelfstandig naamwoord. Een goed voorbeeld is: dragen belasting.

In paragraaf 6.3 is een voorbeeld van een functieboom voor een asfalt dijkbekleding opgenomen.

Stap 9: Opstellen van eisenbomen

De volgende stap is het analyseren van de eisen, het aanbrengen van structuur in de eisen en indien nodig het anders formuleren van de eisen, zodat deze zoveel mogelijk oplossingsvrij, verifieerbaar en SMART zijn. SMART staat voor: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden. Anders gezegd: “Het is zaak deze eisen zo op te stellen dat de eisen begrijpelijk, ondubbelzinnig, volledig en beknopt zijn.”[11]. De door de stakeholders geformuleerde belangen zijn van uiteenlopende aard en van verschillend detailniveau. Daarnaast kan een eis te globaal geformuleerd zijn en moeten verschillende deeleisen worden geformuleerd. Ook kan het mogelijk zijn dat eisen conflicteren. In dat geval moeten er keuzes worden gemaakt. Het structureren van de eisen wordt gedaan met behulp van boomstructuren. De eisen worden afgeleid vanuit de functies. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Eisen aan het object
- Eisen aan het proces
- Eisen aan de informatie

In de literatuur wordt vaak een onderverdeling gemaakt in een grote aantal eisen te weten:

- Raakvlakeisen, soms onderverdeeld in interne en externe raakvlakeisen
- Aspecteisen. Hiermee worden doorgaans de RAMS-eisen bedoeld
- Functie-eisen

Een dergelijke verdere onderverdeling is mogelijk maar niet noodzakelijk. Uiteindelijk kunnen eisen altijd worden herleid tot de eerder genoemde drie categorieën.

Vanuit de functieboomen en vanuit de belangenboomen, worden eisenbomen opgesteld. De eisen worden afgeleid tot een niveau dat SMART eisen kunnen worden geformuleerd. In bijlage 1 zijn eisenbomen uitgewerkt voor de belangrijkste functies van een asfalt dijkbekleding.

Stap 10: Vastleggen van eisen in de eisentabellen

Nadat alle eisenbomen zijn opgesteld, worden de eisen vastgelegd in eisentabellen. Alle eisen moeten meetbaar en verifieerbaar zijn, of beter gezegd: SMART. In Tabel 5 is een voorbeeld opgenomen van een tabel die hiervoor kan worden gebruikt.

TABEL 5 VOORBEELD VAN EEN EISENTABEL

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belangheb- bende bij de eis	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door

Toelichting:

De objectcode verwijst naar de objectenboom, de eiscode verwijst naar de eisenbomen. Door de tabel volledig in te vullen wordt vanzelf een SMART-eis verkregen. Door de eisenbomen volledig te doorlopen, worden alle eisen geformuleerd.

Stap 11: Controle van de vraagspecificatie

Als alle eisen zijn geformuleerd, moet een controle plaatsvinden. In de volgende paragraaf zijn richtlijnen voor de controle opgenomen.

3.2 BEOORDELEN VAN DE VRAAGSPECIFICATIE

Voordat de vraagspecificatie als onderdeel van een contract de markt op gaat moet deze goed worden gecontroleerd. Als de vraagspecificatie te weinig of foute (ontbreken, strijdig of op zich fout) eisen bevat, snijdt de opdrachtgever zich in de vingers. Als er te veel (dubbele, overlappende, andere eisen overstijgende) eisen worden gesteld, is de vraagspecificatie een rommel en vergt dit onnodig werk. Dit leidt tot ergernis bij de opdrachtnemer. Beide zijn een valse start van het contract.

De eisentabellen en de voorgaande analyses met behulp van boomstructuren moeten in ieder geval worden gecontroleerd op de volgende punten

- 1 Zijn de boomstructuren volledig? (zowel elementen en relaties)
- 2 Zijn de eisen eenduidig en eenmalig? (geen overlap tussen eisen of herhaling)
- 3 Stemmen de tabellen overeen met (boom) structuren?
- 4 eisen zijn tenminste omschreven met:
 - a. een nummer of code
 - b. naam
 - c. goed omschreven (specifiek)
 - d. meetbaarheid
 - i. eenheid
 - ii. kritieke waarden
 - iii. meetmethoden
 - iv. bepalingstijdstip
- 5 Uit de belangen die zijn geformuleerd, zijn functies afgeleid
- 6 er is een risicobeschouwing die aansluit op VS

3.3 TESTEN**3.3.1 SYSTEEMGERICHTE CONTRACTBEHEERSING**

Als een contract is gesloten, moet nagegaan kunnen worden of de afspraken nageleefd worden.

Uit tabel 2 in paragraaf 2.3.1 volgt dat er 3 niveaus zijn waarop zo'n controle kan gebeuren:

- de eigenschappen van het product of de gevolgen van een handeling
- de wijze en tijdstippen van de handelingen
- de wijze van beheersing, d.w.z. de inzameling van informatie, de wijze waarop zij wordt gebruikt om sturing te geven en de vastlegging van informatie ten behoeve van latere naspeurbaarheid

Het derde punt wordt vaak aangeduid met de term 'systeem' en betreft dan bijvoorbeeld het management, de kwaliteit, de boekhouding, de contracten etc. Ook kan de bedrijfsinrichting als geheel of een projectinrichting bedoeld worden. Het gebruik van de term 'systeem' zonder

nadere aanduiding is dus onduidelijk en dient kennelijk vooral om aan te geven dat er enige orde in de beschrijving is gebracht bij gebrek aan materiele tastbaarheid.

Verdere mogelijke verwarring ontstaat door de term ‘Systeemgerichte ContractBeheersing’ (SCB). Zij heeft betrekking op alle 3 genoemde vormen en niet enkel op de derde. Dat laatste geval wordt wel aangeduid met systeemtoezicht, dat in algemenere vorm systeembeheersing zou kunnen worden genoemd.

Tenslotte is de vorm waarin beheersing wordt uitgevoerd vaak zelf een systeem. Dan is er dus sprake van een beheersingssysteem. Eigenlijk is SCB een contractbeheersingssysteem.

De term beheersing impliceert het gebrek aan beheersing. Dat kan bedoeld zijn, bijvoorbeeld om reden van efficiëntie, en onbedoeld zijn. In het eerste geval is er sprake van spreiding (variability). In het tweede van kans (probability). Met kans wordt zowel het positieve (gelegenheid, opportunity) als negatieve (dreiging, threat) bedoeld. Een risico-inventarisatie, -ontwerp en -beoordeling horen dus bij een beheersingssysteem.

Rijkswaterstaat heeft SCB in 2003 ingevoerd en heeft dit ingericht door te toetsen op de volgende wijze:

- systeemtoets – steekproefsgewijs bepalen van de mate van navolging van het kwaliteits-systeem van de aannemer
- procestoets - steekproefsgewijs bepalen van de mate van navolging van de uitvoeringsplannen
- producttoets - steekproefsgewijs bepalen van de mate van navolging van de producteisen

3.3.2 TESTEN OP ONDERDELEN

Voor het testen op bouwstoffenniveau kan gebruik worden gemaakt van de Standaard RAW-bepalingen [28]. Hierin is een groot aantal testmethoden beschreven.

Voor het functioneel testen op materiaal- en constructieniveau zijn verschillende testmethoden ontwikkeld. De belangrijkste zijn hier beknopt genoemd.

Mechanische eigenschappen asfalt

Bij de mechanische eigenschappen van asfalt, de eigenschappen die nodig zijn om ontwerpen en toetsingsberekeningen te kunnen uitvoeren, wordt onderscheid gemaakt in de elasticiteitsmodulus, de buigtreksterkte en de vermoeiingseigenschappen. In Tabel 6 zijn de gebruikelijke testmethoden samengevat.

TABEL 6 TESTMETHODEN VOOR DE MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN VAN VERSCHILLENDE ASFALTSOORTEN

Eigenschap	asfaltsoort		
	waterbouwasfaltbeton	Open steenasfalt	Vol en zat gepenetreerde breuksteen
Elasticiteitsmodulus	3-puntsbuigproef	Indirecte trekproef	-
Buigtreksterkte	3-puntsbuigproef	SCB-proef	-
vermoeiingseigenschappen	3-puntsbuigproef	SCB-proef	-

De testen kunnen worden uitgevoerd in de ontwerpfase om te bepalen met welke eigenschappen het ontwerp kan worden opgesteld, en na uitvoering van het werk als onderdeel van een opleveringscontrole, zie paragraaf 3.3.3.

De testmethoden voor waterbouwasfaltbeton zijn vastgelegd in proefvoorschriften die zijn gepubliceerd als bijlage bij het Stowa-rapport: State of the art asfaltdijkbekledingen [12]. Voor

open steenasfalt zijn op dit moment nog geen officiële proefvoorschriften beschikbaar. In het rapport State of the art open steenasfalt [19] is wel een beschrijving van de genoemde testmethoden opgenomen. Voor vol en zat gepenetreerde breuksteen zijn geen testmethoden beschikbaar om de mechanische eigenschappen te bepalen maar dit is doorgaans ook niet nodig vanwege de overmaat aan sterkte en laagdikte bij dit bekledingstype.

Stijfheid van de ondergrond

De stijfheidsmodulus en beddingsconstante van de ondergrond en een eventuele funderingslaag kunnen, evenals de stijfheid van de asfaltbekleding, na aanleg worden bepaald met behulp van valgewicht-deflectiemetingen. Bij toepassing van een funderingslaag kan de stijfheid hiervan ook vooraf in het laboratorium worden bepaald. Bij het gewenste vochtgehalte en verdichtingsgraad kan het toe te passen materiaal in een testopstelling worden ingebouwd waarna de stijfheidsmodulus met behulp van een handvalgewicht, een Light Weight Deflectometer (LWD) kan worden bepaald, zie Figuur 5.

FIGUUR 5

BEPALEN VAN DE STIJFHEIDSMODULUS VAN EEN FUNDERINGSMATERIAAL IN HET LABORATORIUM



Een LWD kan ook tijdens de uitvoering worden gebruikt om de stijfheid van het aangebrachte zand en funderingsmateriaal te controleren. De resultaten kunnen dan worden vergeleken met de ontwerpwaarden om na te gaan of nog een extra verdichtingsslag nodig is. Ook kan een tekort aan stijfheid worden gecompenseerd door wat extra laagdikte.

Laagdikte

De laagdikte wordt doorgaans gecontroleerd met behulp van boorkernen. De proefmethode is beschreven in de Standaard RAW-bepalingen [28]. Ook Ground penetrating radar (GPR) kan worden ingezet om de laagdikte te controleren. Voordeel hiervan is dat een continue lijnmeting of zelfs een vlakdekkende meting wordt verkregen. Nadeel is de minder grote nauwkeurigheid waardoor ijking en controle van de resultaten met boorkernen noodzakelijk blijft.

Holten en gruisophopingen

Specifiek bij bekledingen van vol en zat gepenetreerde breuksteen worden holten en gruisophopingen in de bekleding als de voornaamste bedreiging van de sterkte gezien. Om de te kunnen detecteren, is een inspectieprotocol ontwikkeld voor passieve radiometrie- of MIRA-metingen [13]. Hiermee kunnen holten en gruisophopingen die bezwaarlijk worden geacht,

worden gedetecteerd. In de onderstaande figuur is een voorbeeld van het resultaat van dit type metingen opgenomen.

FIGUUR 6

EINDRESULTAAT VAN DE PASSIEVE RADIOMETRIEMETINGEN: EEN GEBIEDSDEKKENDE VLEKKENKAART MET VERDACHTE LOCATIES



3.3.3 TESTEN UITGEVOERD WERK

Met het 'testen van het uitgevoerde werk' wordt beoogd de as-built situatie zodanig te bepalen en vast te leggen, dat kan worden beoordeeld of deze voldoet aan het opgestelde ontwerp. Er zullen in de praktijk altijd afwijkingen optreden, op constructie niveau maar ook op het niveau van de vereiste hoeveelheden en eigenschappen van de bouwstoffen. De consequenties van deze afwijkingen moeten duidelijk zijn, het liefst voorafgaande aan de aanleg van het werk.

Het is gewenst om in de vraagspecificatie aan te geven welke methoden, zoals type testen, rekenwijze, monitoring, moeten worden ingezet voor het testen van het uitgevoerde werk. Hierbij kan worden geput uit het vigerende ontwerp instrumentarium (OI 2014, te downloaden onder link:

<http://www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl/Nieuwe+normering/Ontwerpinstrumentarium+2014/default.aspx>)

en de Handreiking Dijkbekledingen deel3: asfaltbekledingen, zie link: https://www.zeewer ingenwiki.nl/images/8/81/Handreiking_Dijkbekledingen_deel_3_-_Asfalt.pdf.

Het OI2014 sluit nauw aan bij het WBI2017. Het verifiëren van het uitgevoerde werk is in feite een veiligheidsbeoordeling, maar wel met een lange horizon van bijvoorbeeld 50 jaren. De hydraulische randvoorwaarden en de minimaal vereiste vermoeiings- en breuksterkte moeten worden geprognostiseerd. Het is de verwachting dat de ondergrondstijfheid na aanleg niet veel zal veranderen, maar dit kan wel het geval zijn als de freatische lijn in de toekomst boven de onderrand van de asfaltbekleding komt te liggen.

In geval de uitvoerde partij meer ontwerpvrijheid wordt gegund, moet aan het testen van het aangelegde werk veel aandacht aan worden geschonken, vooral als het gaat om een nieuw type ontwerp. Ook de uitvoeringsmethoden moeten dan worden gevalideerd. Met het testen

en doorrekenen van prototypen op schaal in bijvoorbeeld de Deltagoot kan het benodigde inzicht in de vereiste specificaties worden verkregen. Het aanleggen van proefvakken incl. testen en monitoring, voorafgaande aan het eigenlijke werk, is een beproefde methode om de uitvoeringstechnieken te optimaliseren.

3.3.4 CONTROLEREN OPLEVERDOSSIER

In het algemeen worden drie soorten eisen aan communicatie, en dus de stukken die daartoe dienen, gesteld:

- Syntax (vorm). De vorm van het dossier, de teksten en figuren moeten eenduidig, herleidbaar, vergelijkbaar etc. zijn. In het geval van een VS vooral om na te gaan of aan de eisen is voldaan.
- Semantiek (inhoud). De inhoud van het dossier moet zonder (te veel) inhoudelijke fouten, voldoende volledig en relevant zijn.
- Pragmatiek. De inhoud moet begrijpelijk voor de beoogde lezer zijn.

De uitwerking van deze eisen is in de regel lastig. De vorm kan wel worden voorgeschreven, maar dat is niet in overeenstemming met de vrijheid van oplossing. Wellicht kan de opsteller van het dossier tot een geschiktere vorm komen.

Het belangrijkste is wel dat het dossier foutloos, volledig en relevant is. De eenvoudigste toetsmethode is steekproefsgewijs het dossier doorlopen.

Voor een oordeel over de begrijpelijkheid moet de toekomstige gebruiker van het dossier bekend zijn. De beschrijvingen moeten op zijn kennisniveau zijn afgestemd.

Naast deze 3 categorieën worden vaak andere geplaatst. Zij kunnen op deze 3 worden teruggevoerd.

3.4 TOT WELK NIVEAU SPECIFICEREN?

De eisen aan de dijkbekleding die volgen uit de belangen en functies die zijn vastgesteld, kunnen worden uitgewerkt tot bouwstoffenniveau. Zie bijvoorbeeld de eisenboom voor het beschermen van een dijklichaam tegen erosie. Hier is een enkele eis uitgewerkt tot het bouwstoffenniveau, andere eisen zijn minder ver uitgewerkt. Tot hoever de eisenboom wordt uitgewerkt en op welk niveau de relevante eisen worden gesteld, mag door de opdrachtgever zelf worden gekozen. Een voorwaarde is uiteraard dat de eisenboom zodanig ver wordt uitgewerkt dat er SMART eisen kunnen worden geformuleerd die verifieerbaar zijn. Hoe verder de eis richting het niveau van bouwstoffen wordt gesteld, hoe minder vrijheid een opdrachtnemer heeft om met eigen oplossingen te komen. Dit kan een bewuste keuze zijn en een manier voor de opdrachtgever om te sturen en het aantal oplossingen te beperken. Het is echter af te raden om dit te doen als het niet noodzakelijk is, omdat hierdoor mogelijk onbedoeld ook passende oplossingen worden uitgesloten. Een onderdeel waarbij het specificeren op bouwstoffenniveau op dit moment nog onvermijdelijk is, is het specificeren van de levensduur. In de volgende paragraaf wordt hier nader op ingegaan.

3.5 SPECIFICEREN VAN LEVENSDUUR

Een dijkbeheerder zal doorgaans willen dat de te bouwen constructie gedurende een bepaalde periode aan de ontwerpisen blijft voldoen. Vaak wordt voor dijkbekledingen een ontwerp-levensduur van ten minste 50 jaar geëist. De vraag is nu welke eisen aan een asfaltbekleding moeten worden gesteld om een ontwerp-levensduur van bijvoorbeeld 50 jaar te realiseren. Het

is de wens om een testmethode op mengselniveau te ontwikkelen waaruit de ontwerplevensduur kan worden afgeleid. Deze wens lijkt echter niet op korte termijn te worden ingevuld omdat het op dit moment niet mogelijk is om de complexe verouderingsprocessen binnen een korte termijn op laboratoriumschaal te realiseren. Daarom zullen eisen die een bepaalde levensduur beogen, op dit moment een andere manier moeten worden gespecificeerd.

In de eerste plaats is er in Nederland een ruime ervaring met de asfaltmengsels die vanaf de jaren '50 in Nederland zijn toegepast. Bij het specificeren van de levensduur kan van deze ervaringen gebruik worden gemaakt. In de Handreiking dijkbekledingen [20] is voor de mengsels die volgens de Standaard RAW-bepalingen [28] zijn aangelegd een levensduurverwachting gegeven in paragraaf 11.4.3.

Voor vol en zat gepenetreerde breuksteen kan de ontwerplevensduur niet nader worden gespecificeerd. Omdat het toegepaste gietasfalt een overvuld mengsel is, en omdat de aanlegdikte ruim groter is dan de voor golfbelasting benodigde laagdikte, mogen hier hoge levensduren worden verwacht van ruim boven de 50 jaar. De ervaringen met dit bekledingstype bevestigen deze verwachting.

Voor waterbouwasfaltbeton is een levensduurmodel beschikbaar dat kan worden gebruikt voor het specificeren van de ontwerplevensduur. Deze is onder andere beschreven in paragraaf 5.3.1 van de Schematiseringshandleiding [21]. Met het model kan een prognose van de buigtreksterkte worden opgesteld afhankelijk van de holle ruimte in de bekleding. Dit maakt het mogelijk om op grond van de ontwerp mengselsamenstelling en de beoogde holle ruimte of van de gerealiseerde samenstelling en holle ruimte een prognose te maken van het moment waarop de sterkte van de bekleding niet meer voldoende is om de ontwerpbelasting te weerstaan. Voorwaarde bij de toepassing van dit levensduurmodel is wel dat de bouwstoffen en samenstelling voldoen aan de eisen uit de Standaard RAW-bepalingen [28]. Dit betekent dat voor dit mengseltype eisen aan de holle ruimte en het bitumengehalte moeten worden gesteld om een bepaalde ontwerplevensduur te realiseren.

Voor open steenasfalt is op dit moment geen levensduurmodel beschikbaar en moet dus worden teruggevallen op de hierboven genoemde ervaringsgegevens. De volgende aspecten zijn voor open steenasfalt van belang om een mengsel met voldoende duurzaamheid te realiseren:

- Met behulp van een volumetrische ontwerpmethode kan de mengselsamenstelling worden bepaald waarbij er gestuurd wordt op de omhullingsdikte van de asfaltmortel om de steen.
- Een goede affiniteit tussen de toegepaste steen en het bitumen is van belang. Daarom moet met een affiniteitsproef een goede combinatie van steen en bitumen worden geselecteerd.

In het State of the art rapport open steenasfalt [14] wordt uitgebreid ingegaan op de genoemde volumetrische ontwerpmethode en affiniteitsproef.

3.6 EEN MOOI VOORBEELD VAN SPECIFICEREN: CONTAINERTERMINAL

Een exploitant van een zeecontainer terminal heeft als voornaamste belang dat schepen zonder vertraging kunnen worden gelost. Onderhoud van zijn terreinverharding moet daartoe lang tevoren bekend zijn, ca. een half jaar. In dat geval kan niet beschikbaar zijn worden gepland. Naarmate deze termijn korter wordt, wordt het kostbaarder een schip naar een belendende haven te laten uitwijken. Voor de Rotterdamse haven moet al snel aan Antwerpen of Hamburg worden gedacht. Als enkele dagen voor de aankomst van een schip de kade niet beschikbaar is, is uitwijken niet meer mogelijk en worden de kosten extreem t.o.v.

de prijs van de verharding. Dit is niet acceptabel voor de exploitant en wegens het boetebeding niet voor de aannemer. De verharding functioneert niet als aan de bekende eisen van de losvoertuigen, voornamelijk grote vlakheid, niet wordt voldaan.

De exploitant laat zich bij het beschrijven van deze eis op 3 tijdstippen niet uit over de mechanica van de kade en de verharding (functionele eisen) of over de materialen en laagdikten waaruit de onderdelen moeten worden opgebouwd en de samenhang tussen deze onderdelen (zoals in een bestek). Evenzo bemoeit hij zich niet met de uitvoeringswijze, behoudens het aangeven van een tijdvenster voor de uitvoering. Ook zijn de eisen met betrekking tot de documentatie gering. Zijn belang is niet gelijk krijgen, maar een goed werkende constructie. Een onderhoudscontract met schadeloosstellingsbeding (de zgn. boete) is zijn voornaamste eis op dit vlak.

4

BESCHRIJVING VOORBEELD

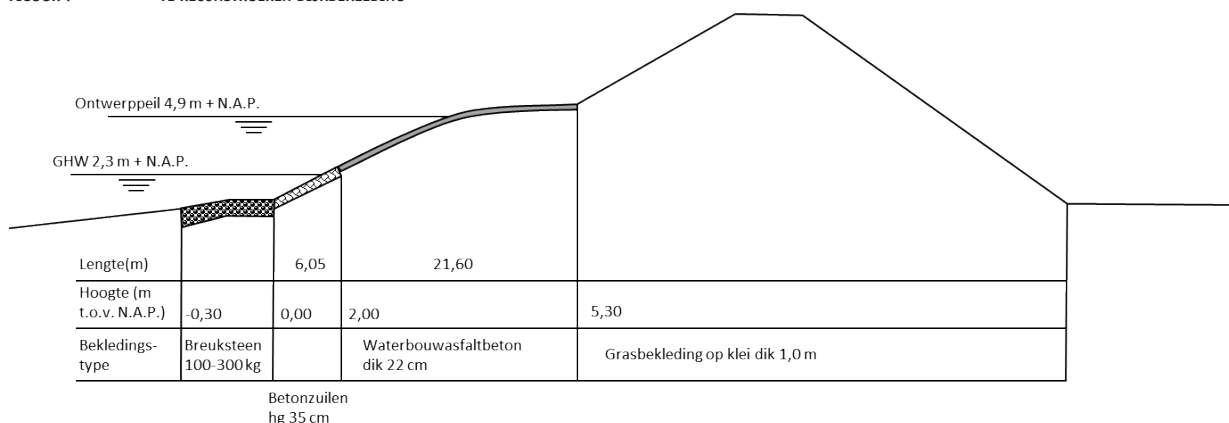
4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de projectomschrijving en de probleemstelling beschreven van het voorbeeld dat in deze handreiking wordt uitgewerkt. Het betreft hier een fictief voorbeeld.

4.2 PROJECTOMSCHRIJVING EN PROBLEEMSTELLING

Een dijkvak langs de Nederlandse kust is afgekeurd bij de veiligheidsbeoordeling omdat de sterkte van de bekleding van waterbouwasfaltbeton (WAB) onvoldoende is. Een dwarsprofiel van de dijk is gegeven in figuur 1.

FIGUUR 7 TE RECONSTRUEREN DIJKBEKLEDING



Er moet een reconstructie van de bekleding van WAB plaatsvinden omdat de waterkering niet meer voldoet aan het wettelijk vastgesteld veiligheidsniveau. De normen zijn vastgelegd in de Waterwet. In paragraaf 5.4 zijn de hydraulische randvoorwaarden opgenomen voor het ontwerp waaraan de nieuwe bekleding moet voldoen.

Het dijkvak heeft een lengte van 4400 m. De asfaltbekleding heeft een gemiddelde taludhelling van 1:4 en een berm op circa 5 m + N.A.P. De laagdikte van de huidige bekleding van waterbouwasfaltbeton bedraagt circa 22 cm. De ondergrond bestaat uit zand dat tijdens de dijkverzwaring in 1964 als buitendijkse verzwaring op een kleikern is aangebracht.

4.3 SYSTEEMGRENZEN

Voor dit project wordt de asfaltbekleding beschouwd als het systeem. De ruimtelijke systeemgrenzen zijn de overgangen op de hoger- en lagergelegen bekledingen en de aansluitingen op de bekledingen aan de randen van het dijkvak. Aan de onderzijde wordt het systeem begrensd door het dijklichaam.

Daarnaast zijn er systeemgrenzen in tijd, hier: De periode van aanbesteding (het opstellen van de aanbestedingsstukken valt er hier buiten) tot en met oplevering werk.

Verder zijn er al impliciet grenzen aangebracht in bijvoorbeeld belanghebbenden. Er zijn partijen denkbaar die hier niet beschouwd zijn.

4.4 HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

De opdrachtgever levert de hydraulische randvoorwaarden aan die dienen als uitgangspunt voor het ontwerp. In de onderstaande tabellen zijn de hydraulische randvoorwaarden voor dit voorbeeldproject gegeven.

Hydraulische randvoorwaarden van het dijkvak voor het zichtjaar 2068

Maximale belasting 1/1000 jaar overschrijdingskans voor zichtjaar 2068

Hydra K 3.6.5_Extra Opties [Locatie 242 (= km 58,6)]

Waterstand	4,90 m + NAP
Golfhoogte	2,31 m
Golfperiode	5,09 s
Golfpiekperiode	6,33 s
Golfrichting	316 graden
Dijknormaal	333 graden
Golfinvalshoek	17 graden

Golfkarakteristieken van het dijkvak voor het zichtjaar 2068.

Q-variant voor asfaltbekledingen 1/1000 jaar overschrijdingskans voor zichtjaar 2068

Hydra K 3.6.5_Extra Opties

Waterstand [m+NAP]	Hs [m]	Tm-1,0 [s]	Tp [s]	Richting [°]	Inval [°]
1,0	0,75	2,38	2,77	271	62
1,5	0,96	2,77	3,33	276	57
2,0	1,18	3,15	3,88	281	52
2,5	1,38	3,49	4,37	285	48
3,0	1,59	3,82	4,84	290	43
3,5	1,79	4,11	5,24	293	40
4,0	1,99	4,39	5,62	296	37
4,5	2,17	4,63	5,92	298	35
5,0	2,32	4,85	6,19	301	32
5,03	2,32	4,85	6,19	301	32

4.5 VASTLEGGING BESTAANDE SITUATIE

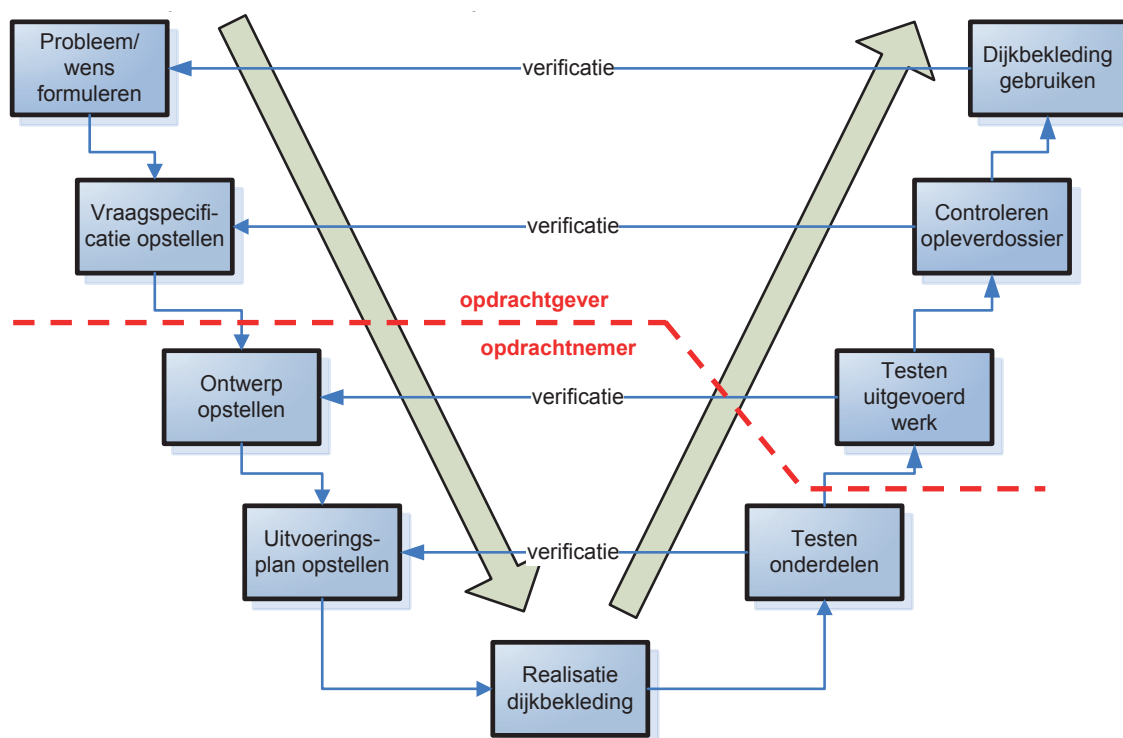
Het nauwkeurig vastleggen van de bestaande situatie is een belangrijk onderdeel. Op basis van de beschikbaar gestelde informatie zullen aannemers een aanbestedingsontwerp opstellen. De kunst is om alle relevante informatie beschikbaar te stellen maar om niet meer informatie beschikbaar te stellen dan noodzakelijk is. Alle aanwezige informatie beschikbaar stellen kan ertoe leiden dat de relevante informatie in de hoeveelheid data over het hoofd wordt gezien. Zo zal een aannemer belang hebben bij informatie over bijvoorbeeld de aanwezigheid van teer in het asfalt, constructieopbouw, laagdikten van de constructie, aanwezigheid van kabels en leidingen enz. Niet relevante informatie is bijvoorbeeld gegevens over de inspectieresultaten van de afgelopen 10 jaar als al vaststaat dat de huidige bekleding volledig moet worden gereconstrueerd. Als er bijvoorbeeld een caisson in het dijklichaam aanwezig is die al jaren

leidt tot scheurvorming in de bekleding, is dit natuurlijk wel relevante informatie en zal in de specificatie moeten worden aangegeven dat hier een oplossing voor moet komen.

4.6 CONTRACTVORM IN DIT VOORBEELD

Besloten is dat het project zal worden uitgevoerd als een design en constructproject (DC). Voor het contract wordt gebruik gemaakt van de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contractvormen (UAV-GC 2005). De Scheiding tussen de werkzaamheden die onder verantwoordelijkheid van de opdrachtgever en opdrachtnemer worden uitgevoerd, is grafisch weergegeven in figuur 4. De opdrachtgever stelt een vraagspecificatie op, op basis waarvan de opdrachtnemer een ontwerp uitwerkt en dit realiseert.

FIGUUR 8 SCHEIDING OPDRACHTGEVER-OPDRACHTNEMER



Omdat de opdrachtgever zekerheid wil hebben dat de te realiseren bekleding voldoet aan de veiligheidsnormen, besluit hij de test van het uitgevoerde werk (= de opleveringscontrole) zelf uit te (laten) voeren. Dit verklaart de sprong in de scheiding tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Een horizontale lijn is meer gebruikelijk.

5

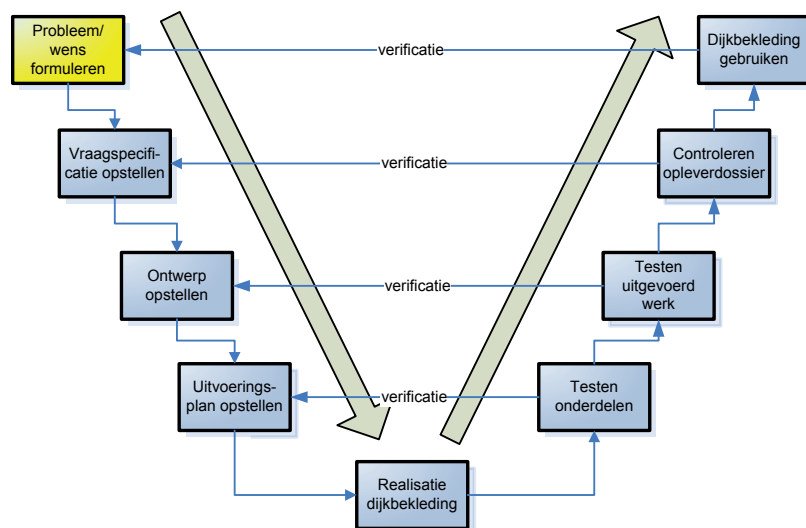
FORMULEREN BELANGEN

5.1 INLEIDING

De eerste stap in het proces zoals hieronder weergegeven is het formuleren van het probleem. Deze processtap wordt uitgevoerd door het beschrijven van de belangen. Het probleem is in het vorige hoofdstuk beschreven. In dit hoofdstuk zal worden nagegaan welke partijen er allemaal betrokken zijn bij het project en welke belangen zij hebben. Deze belangen worden geïnventariseerd en dienen als uitgangspunt voor de vraagspecificatie die moet worden opgesteld. Dit deel van het proces wordt uitgevoerd door de opdrachtgever van het uit te voeren project, in dit geval een waterschap.

FIGUUR 9

EERSTE STAP IN HET PROCES; PROBLEEM FORMULEREN

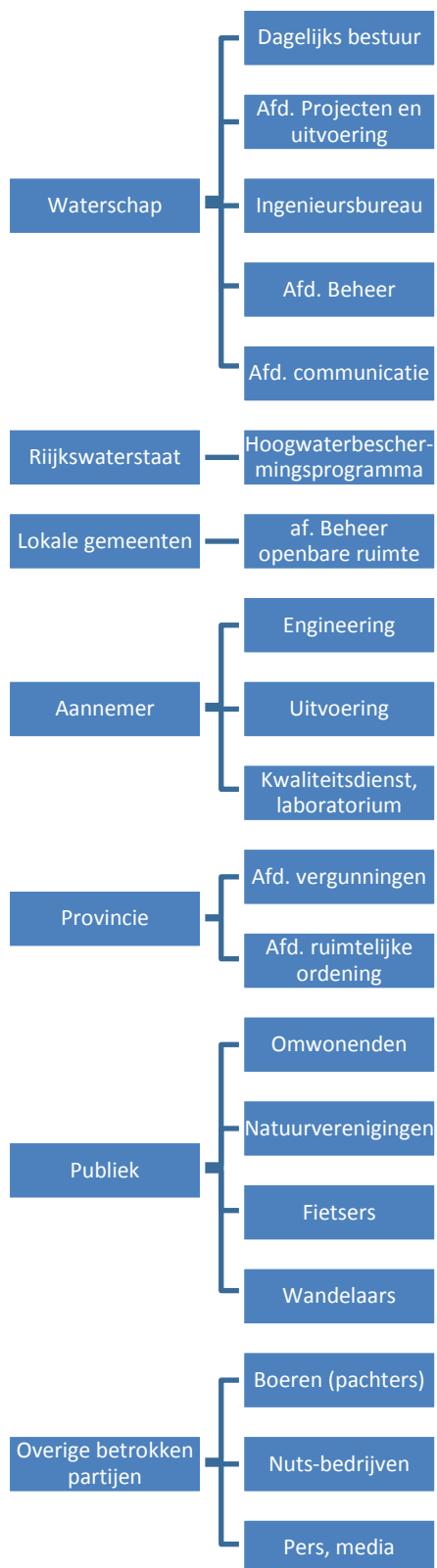


5.2 ANALYSE BELANGHEBBENDEN (STAKEHOLDERANALYSE)

Projecten zoals dijkverzwaringen zijn vooral complex omdat er veel verschillende belanghebbenden (stakeholders) bij betrokken zijn en omdat er dus veel belangen zijn waar rekening mee moet worden gehouden. Om inzicht te krijgen in deze belangen en om de eisen te formuleren die hieruit volgen, wordt een belanghebbenden (stakeholder) analyse uitgevoerd. Voor dit project zijn de volgende belanghebbenden onderkend:

FIGUUR 10

STAKEHOLDERS OF BELANGHEBBENDEN



5.3 BELANGEN STAKEHOLDERS

5.3.1 INVENTARISATIE VAN DE BELANGEN

De volgende stap is het inventariseren van de belangen en wensen van de belanghebbenden. Met enkele van de betrokken partijen zijn gesprekken gevoerd. Van andere partijen zijn de belangen bekend en onderkend. Aangegeven is dat een reconstructie van de bekleding noodzakelijk is. De betreffende partijen hebben aangegeven welke belangen zij hebben bij realisatie van het project. Het is hierbij van belang dat de stakeholders proberen om hun belangen (wensen of behoeften) te benoemen en geen technische eisen gaan formuleren. Een eventuele verwoording in technische eisen wordt in eerste instantie als een belang opgevat en opnieuw geformuleerd; de genoemde technische eis moet niet zonder vermelding worden verworpen en worden nagegaan door een technisch deskundige.

Voorbeelden van deze belangen zoals een beheerder die kan formuleren zijn: betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid, ofwel RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety). De genoemde afkorting wordt ook wel aangevuld, bijvoorbeeld tot RAMSHEEP waarbij het laatste deel van de afkorting staat voor: Health (gezondheid), Environment (omgeving), Economics (economie, kosten) Politics (politiek).

Ook een wens ten aanzien van de optimalisatie van de kosten hoort hier dus thuis. De belangen zoals de stakeholders deze hebben genoemd, zijn hieronder samengevat.

Waterschap

- De dijkbekleding moet het dijklichaam beschermen tegen erosie van materiaal uit het dijklichaam.
- Er mag onder geen enkele omstandigheid verplaatsing van materialen uit, onder of door de bekleding plaatsvinden.
- De dijkbekleding moet voldoen aan de veiligheidsnorm die gesteld is in de Waterwet.
- De bekleding moet een levensduur van ten minste 50 jaar hebben.
- De dijkbekleding moet onderhoudbaar zijn.
- De dijkbekleding moet stabiel op het talud zijn en zijn vorm behouden (blijvend vormvast).
- De dijkbekleding moet berijdbaar zijn voor onderhoudsmaterieel.
- De lager gelegen bekleding moet bereikbaar blijven voor onderhoudsmaterieel.
- Dijkbekledingen moeten ter plaatse van de aansluitings- en overgangsconstructies zonder hoogteverschil op elkaar aansluiten.
- Overgangsconstructies mogen geen doorgaande verticale naad bevatten.
- Wijzigingen aan het dwarsprofiel moeten worden voorkomen of geminimaliseerd.
- Voor het ontwerp moet gebruik worden gemaakt van het wettelijk ontwerpinstrumentarium en de vigerende leidraden, technische rapporten en handreikingen.
- Er dient een beoordelingsmethode beschikbaar te zijn om de bekleding periodiek te beoordelen. Aangetoond moet worden dat de bekleding wordt goedgekeurd volgens de betreffende beoordelingsmethode.
- Werkzaamheden die de waterkering (tijdelijk) verzwakken, mogen niet in het stormseizoen (1 oktober t/m 1 april) plaatsvinden.
- Er moet worden voldaan aan alle geldige wet- en regelgeving.
- De hoogte van de bovenbeëindiging moet zodanig worden gekozen dat de hoger gelegen grasbekleding onder maatgevende omstandigheden voldoende erosiebestendig is en volgens de eenvoudige beoordelingsmethode van het WBI kan worden goedgekeurd.

- Afrasteringen moeten op de bekleding worden geplaatst en mogen niet leiden tot extra naden in de bekleding.
- Er moet door de aannemer een kwaliteits- en keuringsplan worden opgesteld conform UAV-GC 2005.
- Het ontwerp moet zodanig zijn dat medefinanciering uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma plaatsvindt.
- Innovatieve toepassingen moeten door ENW worden beoordeeld en goedgekeurd voordat deze op de waterkering mogen worden toegepast.

Rijkswaterstaat

- De reconstructie dient sober plaats te vinden. Sober betekent dat Rijkswaterstaat alleen die kosten financiert die noodzakelijk zijn om de kering weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen.
- De reconstructie dient doelmatig plaats te vinden. Doelmatig houdt in dat de totale kosten van een primaire kering gedurende de gehele levensduur worden geminimaliseerd.

Provincie

- Voor het afgraven van de bodem moet een ontgrondingsvergunning worden aangevraagd. Ook is de provincie vergunningverlener (voor de omgevingsvergunning en natuurbeschermingswetvergunning) en ze coördineert alle benodigde vergunningen en de ter visie legging ervan.
- Het buitendijkse fietspad over de huidige asfaltbekleding moet worden gehandhaafd.

Lokale gemeenten en omwonenden

- Zwaar verkeer door de dorpskernen moet worden vermeden. Bouwverkeer moet gebruik maken van duidelijk aangegeven transportroutes.

Natuurverenigingen

- Bij een deel van de waterkering ligt buitendijks hoog voorland dat functioneert als vogelrustgebied tijdens de winterperiode (1 oktober t/m 1 april). Tijdens de werkzaamheden dient hier rekening mee te worden gehouden.
- Het buitendijkse gebied dient toegankelijk te blijven voor wandelaars.

Pachters

- De bouwperiode dient zo kort mogelijk te zijn omdat schapen tijdens de bouw niet op de waterkering kunnen grazen. Na de bouw dient de oorspronkelijke situatie weer te zijn hersteld.

Nutsbedrijven

- Een ondergrondse hoogspanningsleiding kruist de waterkering. Deze leiding moet tijdens de werkzaamheden blijven functioneren en mag niet beschadigen tijdens of na de werkzaamheden.

In deze opsomming van belangen is de aannemer niet opgenomen, hoewel hij natuurlijk wel een belanghebbende is. Impliciet wordt wel rekening gehouden met de belangen van de aannemer.

FIGUUR 11

DE HUIDIGE ASFALTBEKLEDING FUNGEERT EVENEENS ALS FIETSPAD



5.3.2 CATEGORISEREN VAN DE BELANGEN

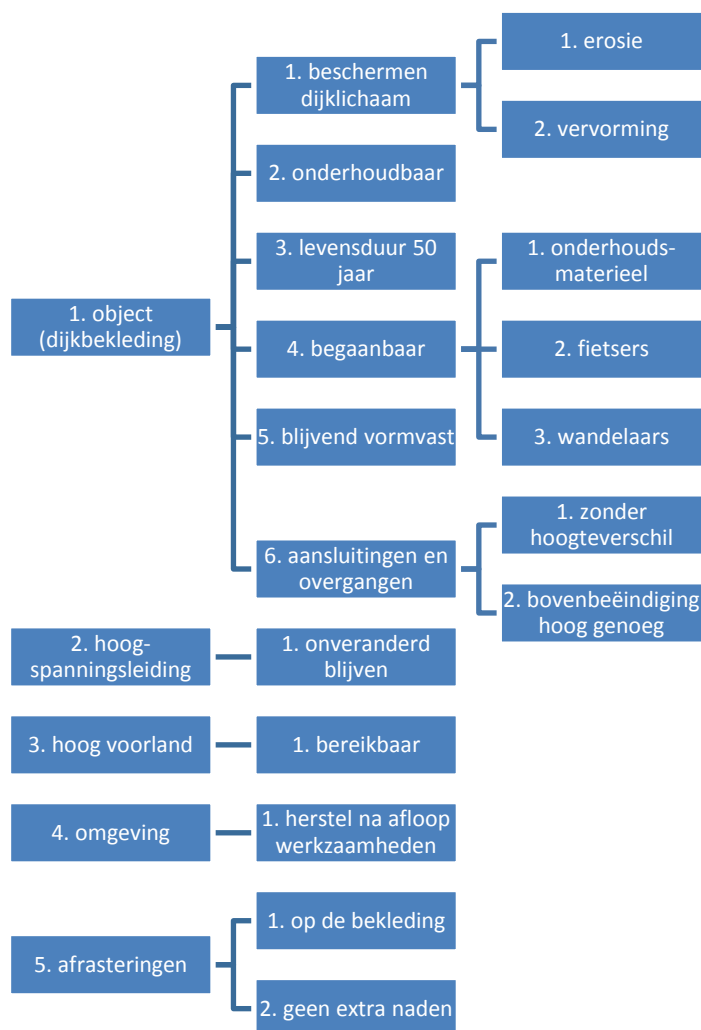
Een eerste stap om te komen tot meer structuur, is het categoriseren van de belangen. Bij de vraagspecificatie zullen er eisen worden gesteld die kunnen worden onderverdeeld in drie categorieën:

- Eisen aan de objecten zoals de dijkbekleding
- Eisen aan het proces (van uitvoering), d.w.z. aan de wijze waarop de objecten worden vervaardigd
- Eisen aan de informatie en de wijze waarop relevante informatie wordt vastgelegd. Voorbeelden zijn eisen waarop de keuringen worden uitgevoerd, eisen aan het opleverdosier enz.

In de figuren 8 t/m 10 zijn de belangen die in de vorige paragraaf geformuleerd zijn, gestructureerd in de vorm van een boom. In deze boom zijn de belanghebbenden niet meer zichtbaar. Zij komen later in de eisenspecificatie (dat is hetzelfde als de vraagspecificatie, het begrip dat in de UAV-gc gebruikt wordt) wel weer terug.

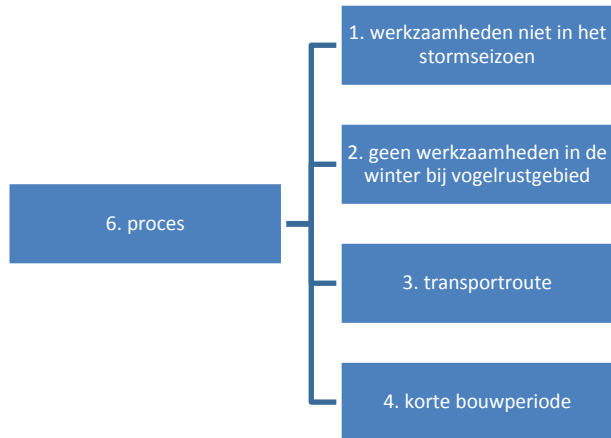
FIGUUR 12

BELANGENBOOM VOOR DE OBJECTEN

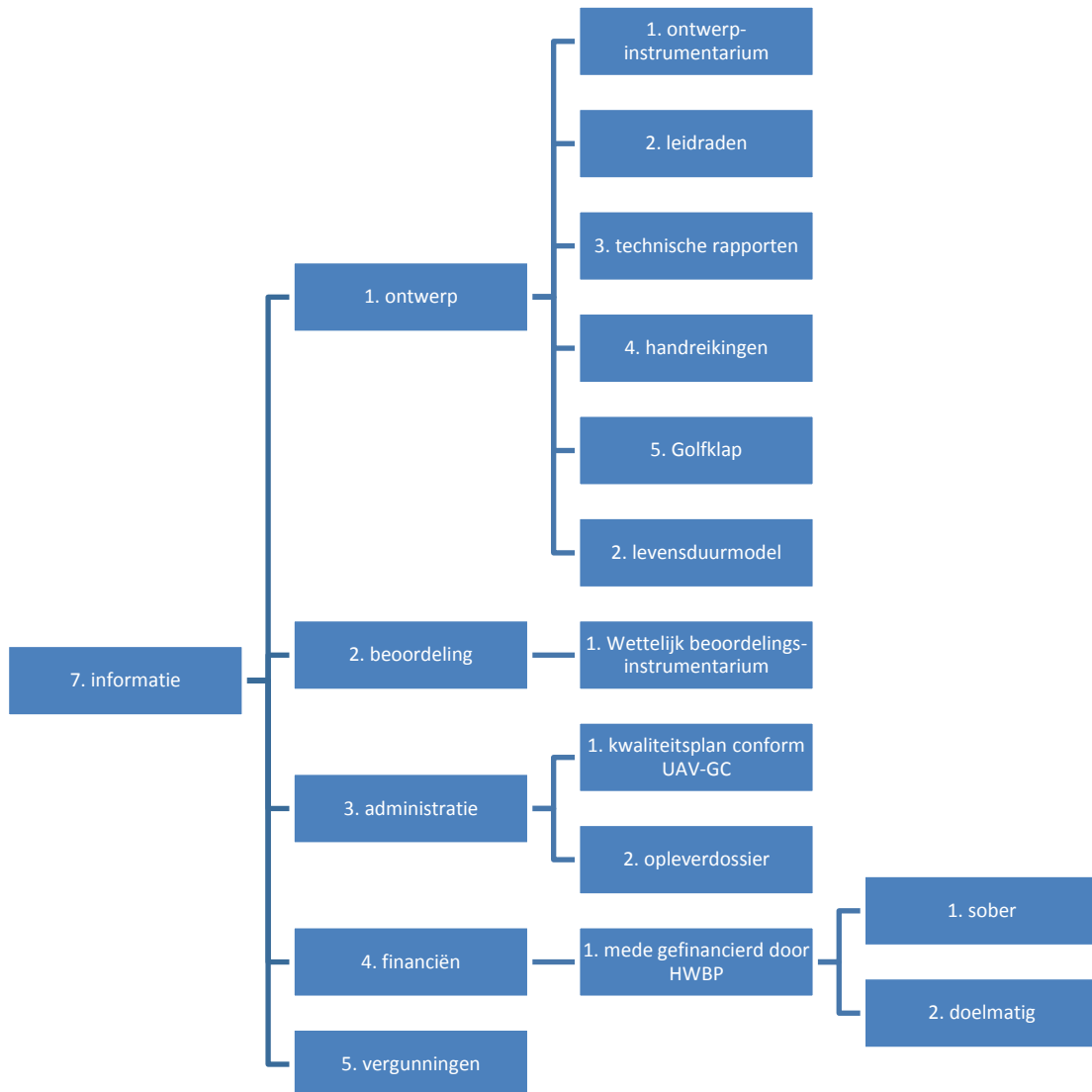


Opmerking: Een van de door het waterschap geformuleerde belangen is niet in de bovenstaande belangenboom opgenomen. Het betreft: Overgangsconstructies mogen geen doorgaande verticale naad bevatten. Dit is in feite geen belang maar een ontwerpeis en deze eis komt voort uit het belang om het dijklichaam te beschermen tegen erosie. Wel zal worden nagegaan of bij het opstellen van de vraagspecificatie hier aandacht aan moet worden geschonken.

FIGUUR 13 BELANGENBOOM VOOR DE PROCESSEN



FIGUUR 14 BELANGENBOOM VOOR DE INFORMATIE

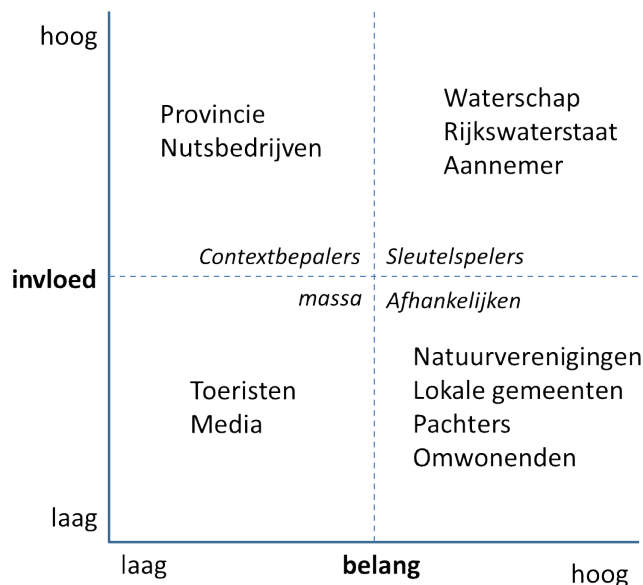


5.4 PRIORITERING EN CONTROLE OP CONFLICTERENDE BELANGEN

Om een goed overzicht te krijgen zijn de stakeholders in een macht-belangmatrix geplaatst. Op basis hiervan wordt bepaald hoe de verschillende stakeholders bij het project worden betrokken. Ook kunnen en belangen en eisen op basis hiervan worden geprioriteerd en kunnen, indien nodig, keuzes worden gemaakt bij conflicterende belangen.

FIGUUR 15

MACHT-BELANGMATRIX VOOR HET PROJECT



Op basis van de positie van de stakeholders zoals weergegeven in figuur 11, wordt de betrokkenheid bij het project bepaald. Met de sleutelspelers worden door het projectteam nauwe contacten onderhouden. Ook met de contextbepalers wordt één op één overleg gevoerd. De afhankelijken worden bij het project betrokken, bijvoorbeeld via een klankbordgroep. De massa wordt geïnformeerd over het project met een flyer en een nieuwsbrief.

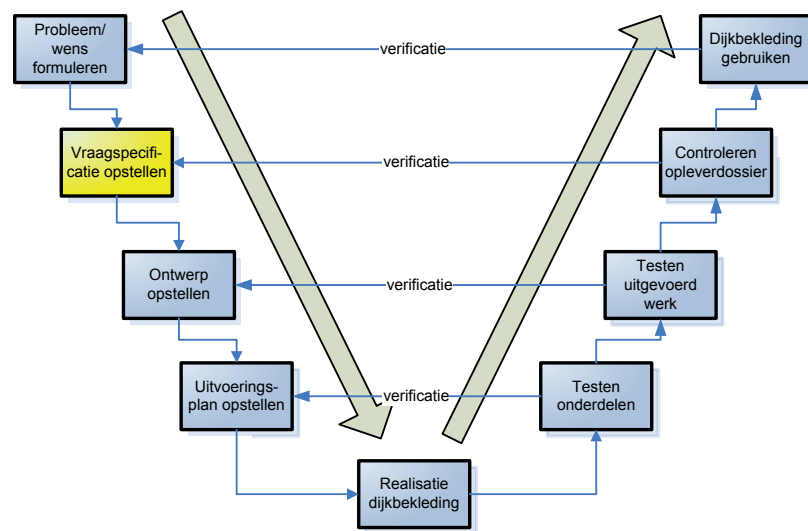
6

OPSTELLEN VRAAGSPECIFICATIE

6.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het opstellen van de vraagspecificatie beschreven. De term vraagspecificatie wordt gebruikt in de UAV-gc [12]. Andere termen die ook wel gebruikt worden zijn eisenspecificatie of programma van eisen. Doel van deze stap is het systematisch ordenen van alle relevante informatie om vervolgens eisen te kunnen formuleren. Aangevallen wordt met het systematisch ordenen.

FIGUUR 16 DE TWEEDE STAP: OPSTELLEN VAN EEN VRAAGSPECIFICATIE

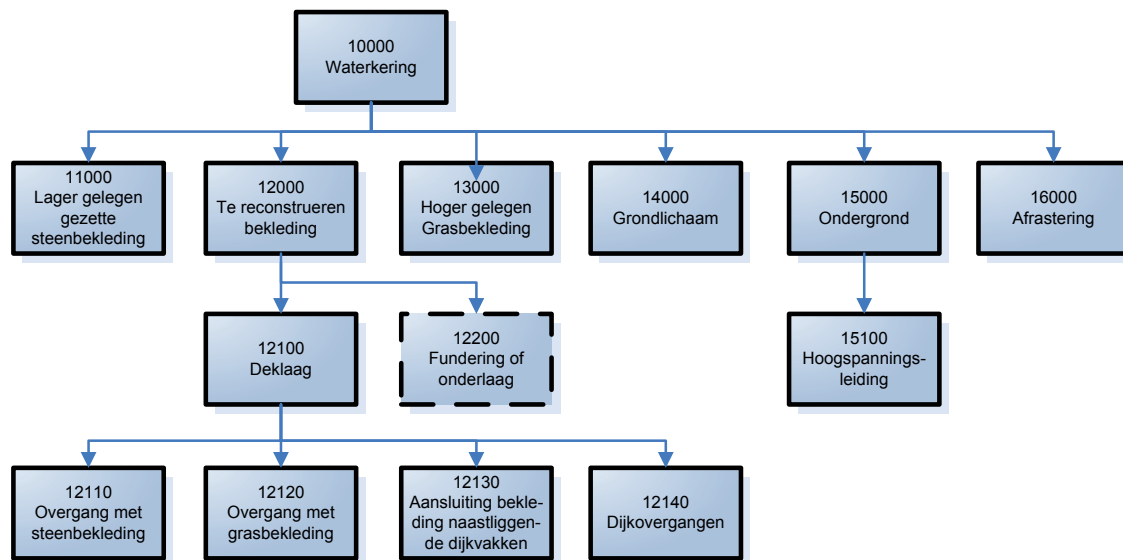


6.2 ONDERDELEN VAN HET SYSTEEM

In een objectenboom of system breakdown structure wordt het complete systeem ontrafeld in elementen. Voor de waterkering waar reconstructie moet plaatsvinden is de objectenboom gegeven in de onderstaande figuur.

FIGUUR 17

OBJECTENBOOM VOOR DE TE RECONSTRUEREN DIJKBEKLEDING



De fundering of onderlaag is hier met een stippellijn aangegeven omdat het afhankelijk is van het uiteindelijke ontwerp of deze in de constructie wordt toegepast.

Deze objectenboom zal worden gebruikt om structuur in de werkzaamheden en de informatie te behouden. Zo zullen de eisen die in een later stadium worden geformuleerd, door middel van de codes die in de bovenstaande figuur zijn opgenomen, gekoppeld aan de objecten of objectonderdelen.

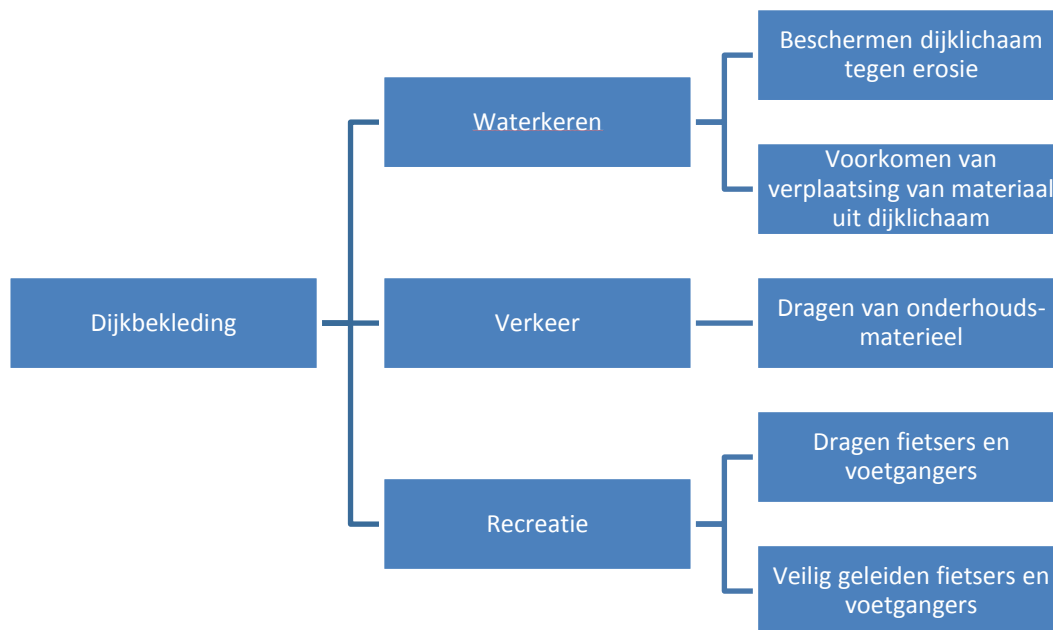
6.3 STRUCTUUR IN EISEN

In het voorgaande hoofdstuk zijn de belangen van de verschillende stakeholders m.b.t. de objecten (de bestaande objecten en de te leveren producten), de werkwijzen (die gebruikt gaan worden) en de informatie die ze willen ontvangen, samengevat.

Aangevangen wordt met het opstellen van een functieboom voor het object dijkbekleding op basis van de functies zoals deze zijn beschreven in de Handreiking dijkbekledingen [15]. Hiermee wordt een koppeling gemaakt tussen (een deel van) de belangen zoals die zijn geformuleerd en de functies en daaruit volgende eisen in de Handreiking dijkbekledingen.

FIGUUR 18

FUNCTIEBOOM VAN DE DIJKBEKLEDING



In de Handreiking dijkbekledingen zijn de functies van een dijkbekleding beschreven met zelfstandige naamwoorden, te weten: Waterkeren, verkeer, recreatie (het tweede niveau in de bovenstaande figuur). Volgens de richtlijnen van Systems Engineering wordt een functie beschreven door een actief werkwoord, gevolgd door een zelfstandig naamwoord. Het derde niveau in de figuur kan dus worden gezien als functies die de waterkering vervult. Vanuit deze functies volgen de eisen die aan de waterkering worden gesteld. In bijlage 1 zijn vanuit de functies zoals hierboven genoemd de eisen afgeleid.

6.4 EISEN AAN HET OBJECT

Vanuit de functies worden de eisen afgeleid tot een niveau dat er SMART eisen kunnen worden geformuleerd. In de eisenbomen in bijlage 1 is dat uitgewerkt voor de verschillende functies die de bekleding moet vervullen.

In bijlage 1 zijn alleen de eisen uitgewerkt die volgen uit de genoemde functies: Waterkeren, verkeer en recreatie. Daarnaast zijn er nog andere eisen die aan de objecten moeten worden gesteld zoals blijkt uit de belangen die zijn geformuleerd in hoofdstuk 4. Een voorbeeld hiervan is dat de bekleding onderhoudbaar moet zijn. Omdat dit een voorbeeld betreft, zijn in verband met de leesbaarheid niet alle genoemde eisen verder uitgewerkt maar blijft de uitwerking beperkt tot de eisen die betrekking hebben op het bieden van weerstand tegen erosie van het dijklichaam en eisen die betrekking hebben op de duurzaamheid van de bekleding.

De objectcode verwijst naar de objectenboom (zie figuur 13), de eiscode naar de belangenbomen in de figuren 10 t/m 12. De belangenbomen en de eisenbomen uit bijlage 1 zijn aan elkaar gerelateerd. De eisen worden opgesteld met behulp van de eisenbomen in bijlage 1. Uit het belang om het dijklichaam te beschermen tegen erosie volgen meerdere eisen, zie bijlage 1.

Het aantal tabellen in dit rapport is beperkt omdat niet alle eisen zijn uitgewerkt. Bij een volledig uitgewerkte vraagspecificatie zorgen de objectenboom en de belangenbomen voor structuur in de grote hoeveelheid tabellen.

Eis				
Code object	Code eis	Omschrijving	belanghebbende bij de eis	
12000	1.1.1.1	De dijkbekleding moet in staat zijn om de golfbelastingen die optreden tijdens een maatgevende storm, zoals gespecificeerd in paragraaf 5.4, te weerstaan zonder te bezwijken.	waterschap	
Ontwerpverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Conform Handreiking dijkbekledingen [20]. Bij afwijkende opbouw, materialen of afwijkende mengsamenstelling: eigenschappen bepalen in een vooronderzoek. Aangehouden moet worden dat de constructie minimaal een gelijkwaardige sterkte heeft als standaard WAB met een dikte conform de ontwerpgrafiek in [20].	Zie ontwerp-grafiek	Laagdikten (m). Elasticiteitsmodulus lagen (MPa) Beddingsconstante ondergrond (MPa/m) Buigtreksterkte bekleding (MPa)	Bij oplevering voorlopig ontwerp	Ingenieursbureau waterschap
Productverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Aantonen dat de aangebrachte bekleding voor wat betreft opbouw, laagdikten, en toegepaste materialen overeenstemt met het ontwerp door middel van een opleveringscontrole zoals beschreven in hoofdstuk 8.	Zie ontwerp	Laagdikten (m) Elasticiteitsmodulus lagen (MPa) Beddingsconstante ondergrond (MPa/m) Buigtreksterkte bekleding (MPa)	Voor oplevering werk	Ingenieursbureau waterschap

Toelichting: Bovenstaande eis moet worden gezien in samenhang met eis 1.3 waarin wordt geëist dat de bekleding een levensduur moet hebben van ten minste 50 jaar.

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving	belanghebbende bij de eis		
12000	1.1.1.2	De dijkbekleding moet in staat zijn om de zettingsverschillen te overbruggen zonder te bezwijken.	waterschap		
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
geen scheurgevoelige materialen toepassen		250	Breukrek (µm/m)	Bij oplevering	Ingenieursbureau
Minimaliseren verplaatsen grond dijklichaam		1	m³/m waterkering	voorlopig ontwerp	waterschap
			Uitvoeringsplan		
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
geen		-	-	-	-

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belanghebbende bij de eis	
12000	1.1.1.3	In de dijkbekleding mag 15 jaar na aanleg geen scheurvorming optreden		waterschap	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
geen		-	-	-	-
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Visuele inspectie		1	Aanwezigheid scheuren (stuks)	Voor oplevering en vervolgens jaarlijks in maart	Waterschap afd. beheer

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belanghebbende bij de eis	
12000	1.1.1.4	De bekleding moet in staat zijn om de wateroverdrukken die ontstaan door waterstandsverschillen tijdens een maatgevende storm, te weerstaan zonder te bezwijken.		waterschap	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Conform Handreiking dijkbekledingen [20].		Volgt uit ontwerp 1.10 ⁻⁴	Laagdikte asfalt (m) dichtheid bekleding (kg/m³) doorlatendheid fundering (m/s)	Bij oplevering voorlopig ontwerp	Ingenieursbureau waterschap
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Aantonen dat de aangebrachte bekleding voor wat betreft opbouw, laagdikten, en toegepaste materialen overeenstemt met het ontwerp door middel van een opleveringscontrole zoals beschreven in hoofdstuk 8		Zie ontwerp	Laagdikte asfalt (m) dichtheid bekleding (kg/m³) doorlatendheid fundering (m/s)	Voor oplevering werk	Waterschap afd. beheer

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving	belanghebbende bij de eis		
12000	1.1.1.5	De ondergrond moet in staat zijn om de golfbelastingen die optreden tijdens een maatgevende storm, zoals gespecificeerd in paragraaf 3.3, te weerstaan zonder te bezwijken of permanent te vervormen gedurende een periode van ten minste 50 jaar.	waterschap		
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Conform Handreiking dijkbekledingen [20].		Volgt uit Golfklap-berekening	Laagdikte fundering (m)	Bij oplevering voorlopig ontwerp	Ingenieursbureau waterschap
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Aantonen dat de aangebrachte bekleding voor wat betreft opbouw, laagdikten, en toegepaste materialen overeenstemt met het ontwerp door middel van een opleveringscontrole zoals beschreven in hoofdstuk 8.		0,55 Zie ontwerp	Relatieve dichtheid grond Laagdikte fundering (indien aanwezig)	Voor oplevering werk	Waterschap

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belanghebbende bij de eis	
12000	1.1.1.6	De bekleding moet voldoende weerstand bieden tegen stripping		waterschap	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
geen		-	-	-	-
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
WAB en OSA: Watergevoeligheid bepalen op proefstukken uit het op te leveren werk (1 proefstuk per vak van 250 m) op basis van de splijtsterkte conform NEN-EN 12697-12 Vol en zat gepenetreerde breuksteen: geen eis.		ITSR ₈₀	Watergevoeligheids-index (-)	Voor oplevering werk	Waterschap

Toelichting: Er is op dit moment geen proef bekend waarmee de strippinggevoeligheid van mengsels kan worden getest. In het algemeen wordt wel gesteld dat de watergevoeligheid een indicator is voor de strippinggevoeligheid. Om meer zekerheid te verkrijgen kunnen er eisen worden gesteld op mengsel of bouwstofniveau zoals de holle ruimte, de affiniteit tussen steen en bitumen, het bitumengehalte en de vulstofsoort.

Eis				
Code object	Code eis	Omschrijving	belanghebbende bij de eis	
12000	1.1.1.7	Een bekleding van waterbouwasfaltbeton moet worden voorzien van een bitumineuzeoppervlakbehandeling om deze te beschermen tegen directe invloeden van buitenaf.	waterschap	
Ontwerpverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Geen	-	-	-	-
Productverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Aantonen dat de aangebrachte oppervlakbehandeling is aangebracht conform de eisen uit de standaard RAW-bepalingen	1,2 kg/m² Conform specificatie leverancier	Hoeveelheid (kg/m²) Temperatuur bij aanbrengen (°C)	Tijdens verwerking	Aannemer

Eis				
Code object	Code eis	Omschrijving	belanghebben- de bij de eis	
12000	1.3	Aannemelijk moet worden gemaakt dat de dijkbekleding een levensduur van ten minste 50 jaar heeft	Waterschap	
Ontwerpverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Waterbouwasfaltbeton: Met behulp van het levensduur-model wordt de buigtreksterkte na 50 jaar geprognos-ticeerd. Gerekend wordt met de holle ruimte die naar verwachting door 95% van de waarnemingen wordt overschreden. Met Golfklap wordt aangetoond dat de bekleding met de geprognoseerde ontwerpparameters op t= 50 jaar niet zal bezwijken t.g.v. de ontwerpstorm. Overige bekledingen: tabel 11-2 van de Handreiking dijkbekledingen en/of aantonen door de aannemer.	Holle ruimte Buigtreksterkte	(%) (MPa)	Vooronderzoek (ontwerpfase)	Aannemer
Productverificatie				
bepalingsmethode	kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Waterbouwasfaltbeton: Met behulp van het levensduur-model wordt de buigtreksterkte na 50 jaar geprognos-ticeerd. Gerekend wordt met de holle ruimte die door 95% van de waarnemingen wordt overschreden zoals bepaald bij de opleveringscontrole. Met Golfklap wordt aangetoond dat de bekleding met de geprognoseerde ontwerpparameters op t= 50 jaar niet zal bezwijken t.g.v. de ontwerpstorm. Overige bekledingen: tabel 11-2 van de Handreiking dijkbekledingen en/of aantonen door de aannemer.	Holle ruimte Buigtreksterkte	(%) (MPa)	Oplevering	Waterschap

6.5 EISEN AAN HET PROCES

In deze paragraaf wordt een voorbeeld gegeven van eisen die aan het proces worden gesteld.

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belanghebbende bij de eis	
10000	6.2	Er mogen in de winterperiode geen werkzaamheden nabij het vogelrust-gebied plaatsvinden die de vogels kunnen verstoren		natuurvereniging	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Geen		-	-	-	-
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Visuele inspectie		1 oktober t/m 1 april	Periode (dag)	1 oktober t/m 1 april	Waterschap, derden

6.6 EISEN AAN DE INFORMATIE

In deze paragraaf wordt een voorbeeld gegeven van eisen die aan de informatie worden gesteld.

Eis					
Code object	Code eis	Omschrijving		belanghebbende bij de eis	
12000	7.2.1	Voor oplevering van het werk moet een veiligheidsbeoordeling hebben plaatsgevonden conform de gedetailleerde methode van het Wettelijk beoordelingsinstrumentarium (WBI) ^[16]		Waterschap	
Ontwerpverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Geen		-	-	-	-
Productverificatie					
bepalingsmethode		kritieke waarde	variabele en eenheid	tijdstip bepaling	meting door
Grondradar en boorkernen Valgewicht deflectiemeter Laboratorium Golfklap		Conform Waterwet	Laagdikte (m) Elasticiteitsmodulus asfalt (MPa) Beddingsconstante ondergrond (MPa/m) Vermoeiingseigenschappen asfalt Buigtreksterkte asfalt (MPa) Faalkanseis	Oplevering	Waterschap

7

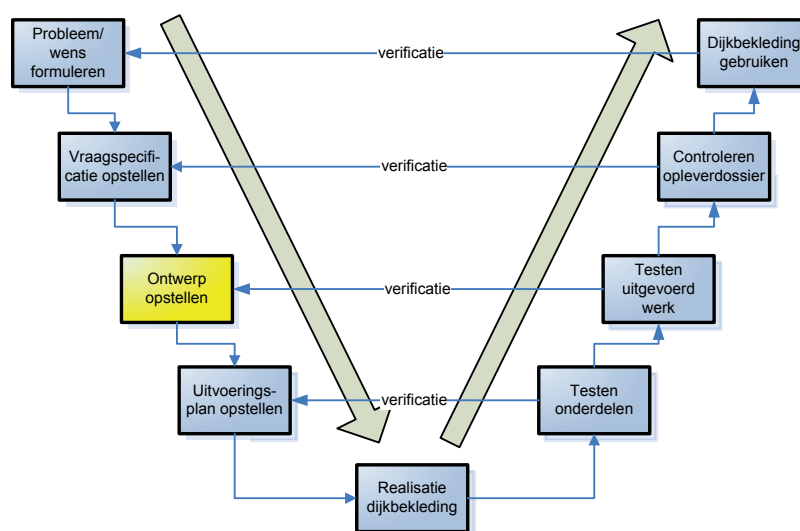
ONTWERP VAN DE BEKLEDING

7.1 INLEIDING

Door het waterschap is een vraagspecificatie opgesteld. Op basis van deze informatie gaan aannemers een aanbiedingsontwerp opstellen op grond waarvan het project wordt aanbesteed. In dit hoofdstuk zijn drie ontwerpvarianten gepresenteerd die alle drie voldoen aan de eisen zoals gesteld in de vraagspecificatie. Deze ontwerpvarianten zouden door drie verschillende aannemers kunnen zijn ingediend als aanbiedingsontwerp.

FIGUUR 19

DE DERDE STAP: OPSTELLEN VAN EEN ONTWERP



7.2 WATERBOUWASFALTBETON OP ZAND

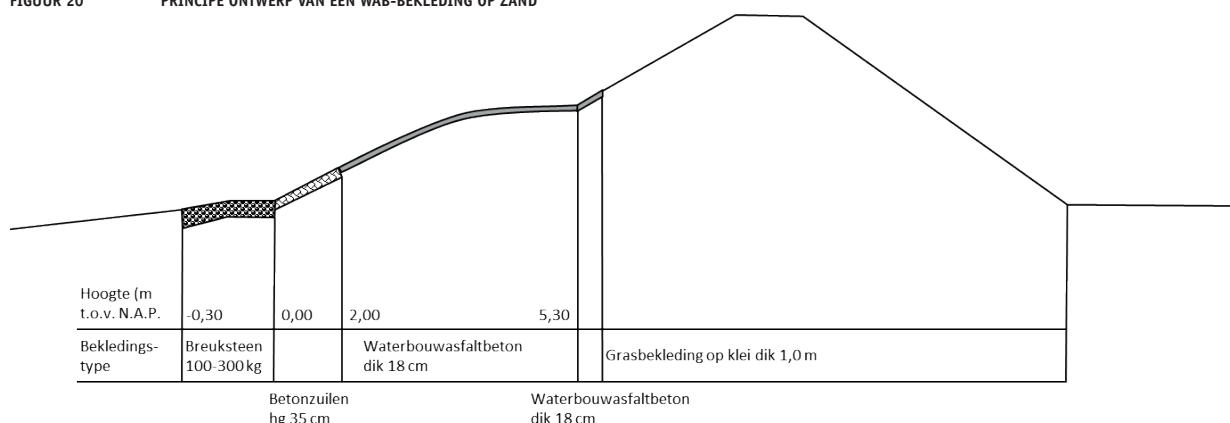
De eerste variant is een kopie van de oude constructie. Het waterbouwasfaltbeton wordt direct op zand aangelegd. Het enige verschil is dat in het mengselontwerp keuzes worden gemaakt om de weerstand van het asfalt tegen stripping te verhogen.

De aannemer heeft met de ontwerpgrafiek bepaald dat bij de gegeven golfbelasting een laagdikte van 15 cm toereikend is. Omdat bij de opleveringscontrole de $d_{5\%}$ -waarde (= de laagdikte die door 5% van de waarnemingen wordt overschreden) wordt getoetst aan de ontwerpwaarden (zie hoofdstuk 8) besluit de aannemer een gemiddelde laagdikte van 18 cm te hanteren omdat de ervaring leert dat een variatiecoëfficiënt van 0,1 gebruikelijk is bij het aanleggen van asfalt op zand.

In verband met ongunstiger hydraulische randvoorwaarden moet het asfalt een halve meter hoger worden doorgetrokken. Dit wordt gerealiseerd door het waterbouwasfaltbeton in dezelfde dikte direct op klei aan te brengen.

FIGUUR 20

PRINCIPE ONTWERP VAN EEN WAB-BEKLEDING OP ZAND



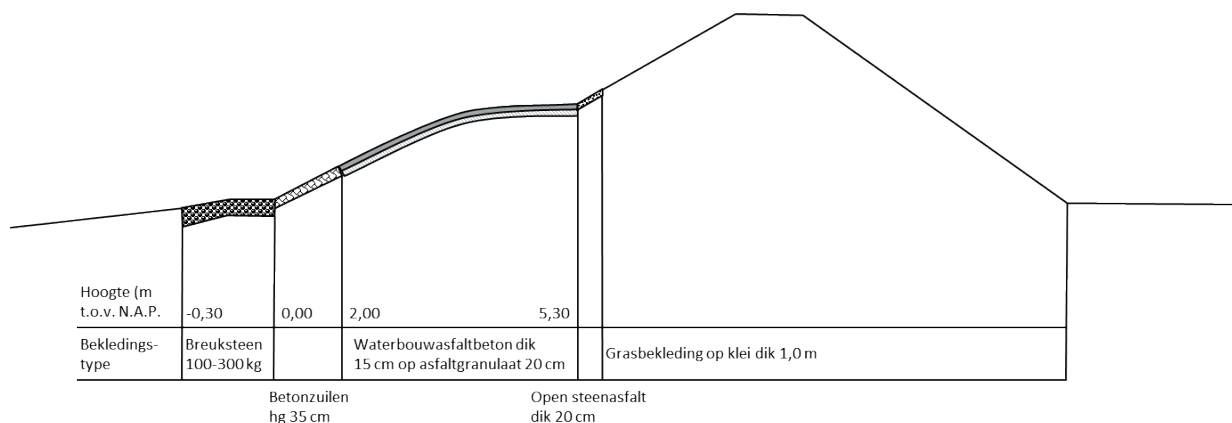
7.3 WATERBOUWASFALTBETON OP EEN FUNDERING

Bij de tweede variant wordt een fundering van asfaltgranulaat onder het waterbouwasfaltbeton toegepast. De bekledingsdikte kan worden gereduceerd door de hogere stijfheid van de fundering. Voor het ontwerpen van een bekleding op een fundering is in de Handreiking dijkbekledingen geen standaard ontwerpmethode opgenomen. De aannemer besluit om de volgende werkwijze te hanteren om aan te tonen dat zijn ontwerp voldoet aan de eisen.

- 1 De stijfheid van het asfaltgranulaat wordt op basis van ervaring gesteld op 200 MPa, conform het Handboek Funderingsmaterialen [17]. Tijdens de uitvoering zal de stijfheid worden gecontroleerd met een Light Weight Deflectometer (LWD) en tenslotte zal de stijfheid in de eindsituatie worden gecontroleerd tijdens de oplevering met behulp van een valgewicht-deflectiemeter. Uitgangspunt is dat het asfaltgranulaat tijdens het frezen wordt doorgemengd met circa 10 cm zand om een goede korrelopbouw te verkrijgen.
- 2 De laagdikte van de fundering wordt gesteld op 20 cm. Met de nomogram in bijlage 2 uit het collegedictaat betonverhardingen [18] wordt een beddingsconstante voor de ondergrond berekend waarin de stijfheid van de fundering is verdisconteerd. Dit leidt tot een beddingsconstante van 80 MPa/m.
- 3 Met Golfklap zijn ontwerpberekeningen uitgevoerd. Eerst is als referentie de Minersom bepaald van de standaardconstructie van WAB met (een dikte volgens de ontwerpgrafiek) op zand. Vervolgens is gerekend met de hogere beddingsconstante en is iteratief gezocht naar een laagdikte die eenzelfde Minersom oplevert als de referentie. Dit levert een laagdikte op van 13 cm. Een reductie dus van 2 cm asfalt.
- 4 Omdat het asfalt wordt aangelegd op een fundering, zal de laagdikte minder variëren dan wanneer de bekleding direct op zand wordt aangelegd. Daarom besluit deze aannemer een uitvoeringstolerantie (zie ook de vorige paragraaf) van 2 cm te hanteren. De bekleding zal dus met een gemiddelde dikte van 15 cm worden aangelegd.

De strook op het boventalud die in asfalt moet worden uitgevoerd in verband met de zwaardere hydraulische randvoorwaarden, wordt gerealiseerd in open steenasfalt.

FIGUUR 21 PRINCIPE ONTWERP VAN EEN WAB-BEKLEDING OP EEN FUNDERING VAN ASFALTGRANULAAT



Door de oude te bekleding te verwerken tot asfaltgranulaat zijn minder transportgangen nodig. Dit zorgt zowel voor lagere kosten als minder overlast.

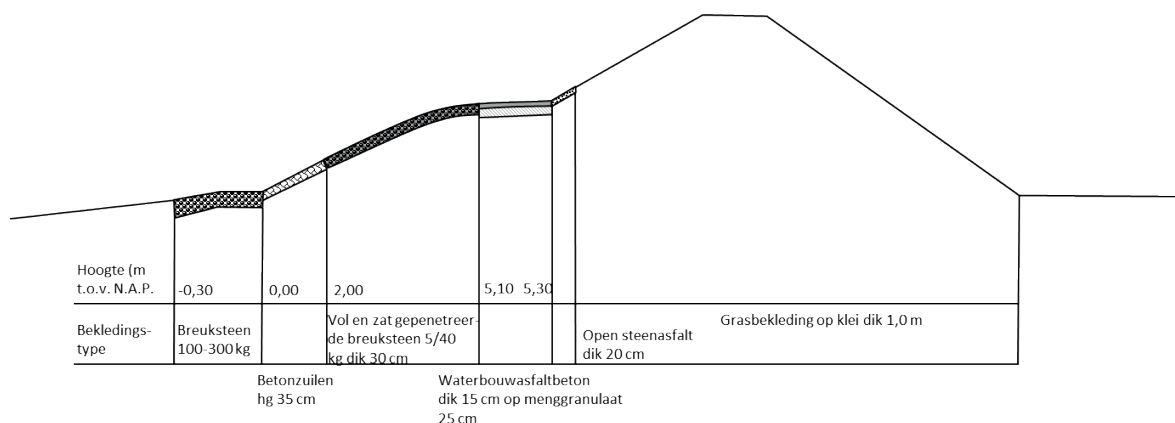
Daarnaast betoogt de aannemer dat zijn ontwerp ten opzichte van de huidige constructie extra veiligheid biedt omdat bij scheurvorming van de asfaltbekleding de aanwezige fundering van menggranulaat erosie van zand uit het dijklichaam voorkomt.

7.4 VOL EN ZAT GEOPENETREERDE BREUKSTEEN MET EEN BERM VAN WATERBOUWASFALTBETON

Bij de derde variant worden een bekleding van vol en zat gepenetreerde breuksteen direct op zand neergelegd. De berm wordt voorzien van een 5 m brede bekleding van waterbouwasfaltbeton op een fundering van menggranulaat in verband met de eis om een fietspad op de dijk te realiseren. Ook de dijkovergangen worden in waterbouwasfaltbeton uitgevoerd in verband met de bereikbaarheid van het buitendijkse gebied.

De strook op het boventalud die in asfalt moet worden uitgevoerd in verband met de zwaardere hydraulische randvoorwaarden, wordt bij deze variant eveneens gerealiseerd in open steenasfalt.

FIGUUR 22 DERDE PRINCIPE ONTWERP: VOL EN ZAT GEOPENETREERDE BREUKSTEEN EN EEN BERM VAN WATERBOUWASFALTBETON



Ten opzichte van de huidige constructie heeft dit ontwerp de volgende voordelen:

- Vol en zat gepenetreerde breuksteen is nagenoeg onderhoudsvrij.
- Vanwege het viskeuze karakter van gietasfalt is er geen kans op scheurvorming en dus minder kans op erosie van het dijklichaam.

7.5 KIEZEN VAN EEN ONTWERP

Bij traditionele bestekken werd doorgaans gegund op basis van de laagste prijs. Tegenwoordig worden meestal ook andere aspecten betrokken bij de gunning door middel van aanbesteding op basis van EMVI (economisch meest voordelige inschrijving) of BVP (best value procurement).

Sinds de invoering van de Gewijzigde Aanbestedingswet 2012 op 1 juli 2016 heeft het begrip EMVI een andere betekenis gekregen[19]. EMVI is een overkoepelende term om te gunnen, en kan op drie manieren worden bepaald:

- beste prijs-kwaliteitverhouding (beste PKV): dit betreft het gunningscriterium ‘economisch meest voordelige inschrijving’ zoals dat was opgenomen in de Aanbestedingswet 2012. Hier kan ook een waarde worden toegekend aan andere gunningscriteria zoals: kwaliteit, duurzaamheid, tijd/planning enz.
- laagste kosten op basis van kosteneffectiviteit (laagste KBK): naast de aanschafprijs van een product wordt ook een ander kostencriterium meegewogen, zoals de kosten die zijn verbonden aan de gehele levenscyclus van een product. Dit wordt gedaan op basis van een LCC-analyse (life cycle cost).
- laagste prijs (LP): alleen de aanschafprijs is bepalend.

Prestatie-inkoop (of Best Value Procurement) is een inkoopmethodiek waarbij de inschrijvingen worden gewaardeerd volgens het principe dat de meeste waarde moet worden verkregen voor de laagste prijs. Op deze manier wordt de opdrachtnemer geselecteerd die de beste prijs-kwaliteitverhouding levert. De methode is in dat opzicht vergelijkbaar met de beste prijs-kwaliteitverhouding volgens de EMVI-methode.

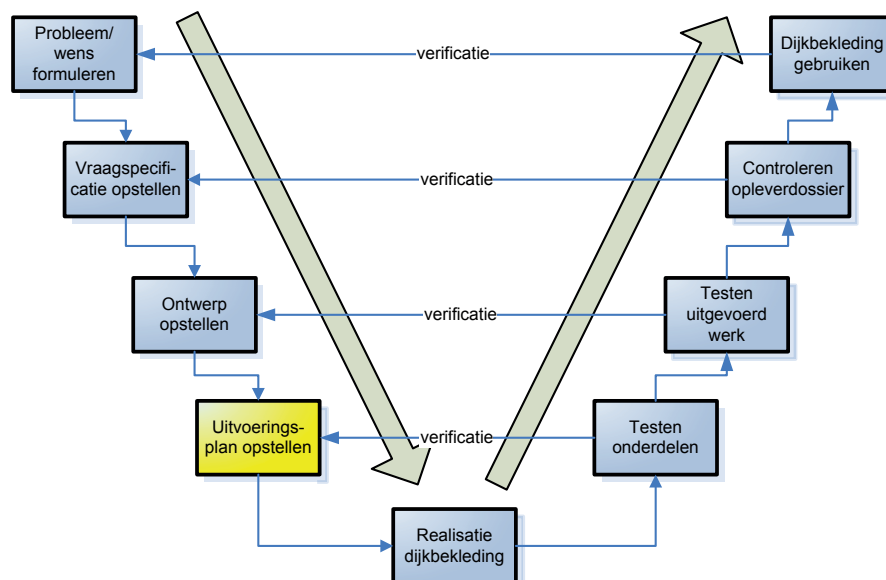
8

OPSTELLEN VAN EEN UITVOERINGSPLAN

8.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk is beschreven welke handelingen er dienen te gebeuren wanneer een asfaltbekleding opnieuw wordt aangelegd op een funderingslaag. Per werkstap wordt kort beschreven wat deze inhoudt, hoe lang de werkstap duurt, de welke hoeveelheden worden verwerkt en hoeveel transportgangen per werkstap benodigd zijn.

FIGUUR 23 DE VIERDE STAP: OPSTELLEN VAN EEN UITVOERINGSPLAN



Dit hoofdstuk is grotendeels overgenomen uit een afstudeeropdracht van T. van Meurs en J. van den Berk [20] en enigszins aangepast.

8.2 UITVOERINGSPLAN

8.2.1 VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

Zoals weergegeven in de stakeholderanalyse zijn er diverse betrokkenen die tijdens de uitvoering overlast kunnen ondervinden van de werkzaamheden. Daarom worden er voorzieningen getroffen om de overlast te beperken. Deze voorzieningen zijn:

- Aan- en afvoerroute voor bouwverkeer, zo min mogelijk door drukke en kleine wegen;
- Rijplaten aanbrengen om lokale wegen te beschermen;
- Omleidingsroutes plaatsen.

Ook van belang tijdens de uitvoering, is dat de dijk niet onnodig wordt beschadigd door werkzaamheden. Het plaatsen van rijplaten en overige voorzieningen zijn noodzakelijk om de dijk te beschermen.

- Aantal transportgangen: 20

8.2.2 FREZEN BOVENSTE DEEL BEKLEDING

De oude asfaltbekleding heeft een dikte van gemiddeld 22 cm. De nieuw aan te leggen constructie heeft een totale dikte van 35 cm. Om een 20 cm dikke funderingslaag van asfaltgranulaat te creëren, dient een 13 cm van de asfaltbekleding cm gefreesd te worden waarin 7 cm zand gemengd wordt. Om dit te bewerkstelligen dient de bovenste 4 cm van de asfaltbekleding door middel van een asfaltfrees gefreesd te worden. Het freesasfalt wat vrij komt, kan deels worden verwerkt in de verhoging van de bovenbeëindiging. Het resterende deel zal door middel van vrachtwagens afgevoerd worden naar een erkende verwerker.

- Aantal transportgangen: 27

8.2.3 ONTGRAVEN TALUD T.B.V. VERHOGEN BOVENBEÏNDIGING

Als gevolg van een hogere significante golfhoogte en ontwerppeil dient de bovenbeëindiging van de asfaltbekleding 50 cm horizontaal verhoogd te worden. Hiervoor dient ~2,00m klei boven de bekleding tot een diepte van 0,2 m ontgraven te worden. Door middel van een hydraulische kraan zal ongeveer 1.760 m² klei ontgraven en afgevoerd worden.

- Oppervlakte: 8.800 m²
- Dikte: 0,20 m
- Soortelijke massa: 1.700 kg/m³
- Tonnages: 3.000 ton
- Aantal transportgangen: 95

8.2.4 FREZEN ONDERSTE DEEL BEKLEDING

De fundering wordt gerealiseerd door de aanwezige asfaltconstructie van 16 cm met een stabilisatiefrees volledig te frezen en te gebruiken als funderingsmateriaal. Een laag onder het waterbouwasfaltbeton met een hoge doorlatendheid is niet gewenst; dit kan leiden tot extra wateroverdrukken onder de asfaltbekleding. Om dit te voorkomen, wordt het asfaltgranulaat tijdens het frezen gemengd met 20 tot 25% zand uit de onderbaan (zie Figuur 25). Zo ontstaat er een goede korrelverdeling, waardoor het vervolgens goed verdicht kan worden.

- Oppervlakte: 66.000 m²
- Dikte: 0,20 m

8.2.5 VERDICHTEN

Na het frezen van de oude asfaltbekleding dient het asfaltgranulaat verdicht te worden. Het verdichten van de fundering zal door middel van een wals worden uitgevoerd. Indien het materiaal te droog is, wordt dit met water besproeid om een betere verdichting te behalen.

- Oppervlakte: 66.000 m²

8.2.6 PROFILEREN

Wanneer de constructie is verwijderd en de ondergrond opnieuw verdicht is, dient de onderlaag geprofileerd te worden. Dit gebeurt door middel van een grader of shovel met GPS-ondersteuning. Door middel van een model, waarin alle hoogtematen zijn aangegeven, kan de machinist met een afwijking van ~1 cm de ondergrond profileren.

- Oppervlakte: 66.000 m²

FIGUUR 24: STABILISATIEFREES



FIGUUR 25: GEFREESDE ASFALTBEKLEDING INCLUSIEF 20 Á 25 % ZAND



8.2.7 ASFALTVERWERKING

Asfaltproductie

In de asfaltcentrale wordt de asfaltspecie homogeen gemengd bij de juiste mengtemperatuur.

Asfalttransport

Het asfalt wordt vanuit de asfaltcentrale door middel van vrachtauto's met geïsoleerde laadbakken aangevoerd. De laadbakken zijn aan de bovenzijde afgedicht met kleppen om afkoelen te voorkomen. Op het werk worden inrijbakken gebruikt als tussenopslag. Vanuit de inrijbak wordt het mengsel met een hydraulische kraan aangebracht. Het temperatuurverschil in een lading asfalt tijdens transport moet kleiner zijn dan 25°C.

Aanbrengen asfaltbekleding

Het waterbouwasfalt wordt bij aankomst gelost in trailers en met shovels naar de plaats van verwerking gereden om door de hydraulische kraan onder profiel te worden gebracht. De machines kunnen ongeveer 300 ton waterbouwasfaltbeton per dag aanbrengen [26].

De verwerkingstemperatuur moet tussen de 130 en 190 °C liggen. Bij waterbouwasfaltbeton met een lagere temperatuur dan 130 °C is het niet goed mogelijk het mengsel onder profiel te brengen en met relatief lichte walsen voor te verdichten. Hierdoor kan de verdichting niet behaald worden en heeft de asfaltbekleding een te grote hoeveelheid holle ruimtes. Voor een goede verdichting wordt direct na het aanbrengen van het asfalt gestart met walsen. Op deze manier wordt het snelst de optimale dichtheid bereikt. Vervolgens vindt het nawalsen plaats, dit heeft vooral effect op de vlakheid van de bekleding [20].

- Oppervlakte: 66.000 m²
- Dikte: 0,15 m
- Soortelijke massa: 2.300 kg/m³
- Tonnages: 22.770 ton
- Aantal transportgangen: 710

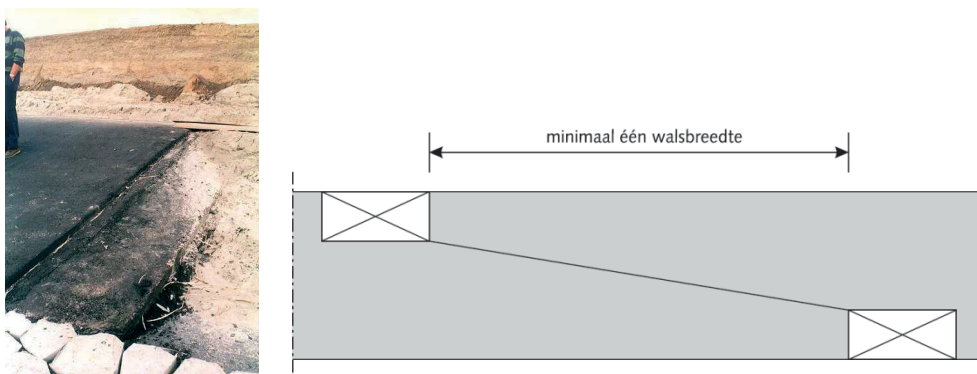
Naden en overgangen

Naden vormen in het beginsel zwakke plekken in een bekleding. Een naad of ook wel daglas genoemd, wordt uitgevoerd als schuine liplas, zoals weergegeven in de onderstaande figuur. Wanneer de volgende dag wordt aangesloten op de daglas wordt de las goed schoongemaakt

en gekleefd en wordt vervolgens het warme asfalt met overhoogte tegen de koude las aangebracht. Op deze manier ontstaat er geen naad die tot de ondergrond door treedt.

FIGUUR 26

SCHUINE LIPLAS



De overgangsconstructie met de lager gelegen gezette steenbekleding wordt over de meter steenbekleding ingegoten met asfaltmastiek. Zo wordt een water- en grondondoorlatende overgang gecreëerd, zodat materiaaltransport uit het dijklichaam niet op kan treden.

- Oppervlakte: 4.400 m²

8.2.8 AANBRENGEN OPPERVLAKBEHANDELING

Om aantasting van de asfaltbekleding te voorkomen wordt er een oppervlakbehandeling aangebracht van bitumenemulsie, die wordt afgestrooid met een steenslag. Dit heeft naast zijn conserverende werking ook een esthetische functie. Een dichtingslaag wordt direct na aanleg van de bekleding aangebracht. Zo worden eventuele walsscheurtjes of een open structuur dicht gevloeid.

- Hoeveelheid: 1,3 kg/m³
- Oppervlakte: 66.000 m²

9

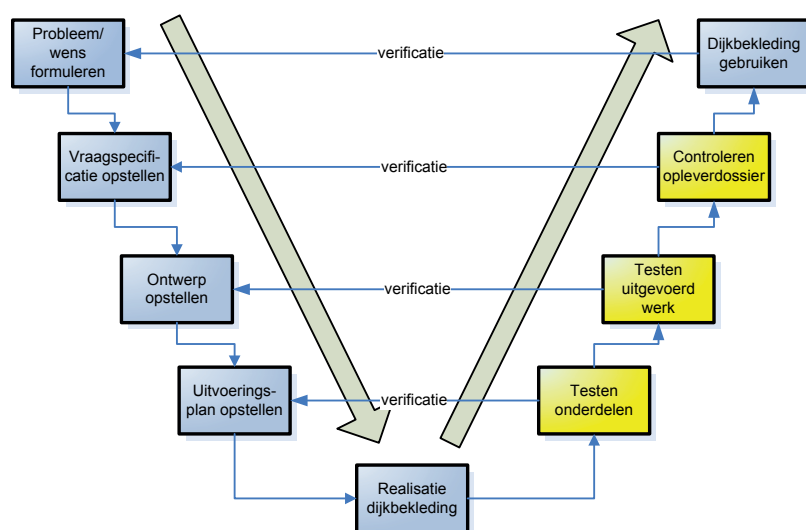
KEUREN VAN HET WERK

9.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het keuren en testen van het werk tijdens de verschillende fasen van het project besproken.

FIGUUR 27

STAP 6 T/M 8: TESTEN



9.2 ACCEPTATIEPLAN, KWALITEITSPLAN EN KEURINGSPLAN

Volgens een UAV-gc contract wordt door de opdrachtgever een acceptatieplan opgesteld. In een acceptatieplan wordt vastgelegd welke stukken door de opdrachtnemer aan de opdrachtgever worden vastgelegd. Denk hierbij aan de planning, het V&G-plan en het kwaliteitsplan inclusief keuringsplannen. Ook wordt vastgelegd of en voor welke onderdelen de opdrachtnemer een onafhankelijke derde partij (bij UAV-gc een zelfstandig hulppersoon genoemd) moet inhuren voor het uitvoeren van keuringen. In de praktijk komt het nog al eens voor dat van de opdrachtnemer wel wordt gevraagd een kwaliteitsplan inclusief keuringsplannen op te stellen maar dat er geen acceptatieplan wordt opgesteld. Toch is dit een belangrijk onderdeel van de kwaliteitsborging en om deze reden is het noodzakelijk dat een acceptatieplan wordt opgesteld.

Aanbevolen wordt om het acceptatieplan goed voor te bereiden. Onderdelen die bijvoorbeeld ter acceptatie kunnen worden voorgelegd aan de opdrachtgever zijn; het voorlopig ontwerp (inclusief achterliggende ontwerpuitgangspunten en formules, maar ook de certificaten van het asfalt dat wordt toegepast met hun functionele eigenschappen), het kwaliteits- en keuringsplan, de in te zetten zelfstandig hulppersoon (onderaannemer, extern laboratorium, extern (ingenieurs)bureau). Maar hierbij kan ook worden gedacht aan het voorschrijven van het uitvoeren van een vooronderzoek en een geschiktheidsonderzoek zoals dit ook binnen

een RAW-bestek aan de orde is. Daarbij zal ook goed moeten worden vastgelegd aan welke minimumeisen deze onderdelen moeten voldoen.

In het keuringsplan wordt beschreven hoe de bouwstoffen worden gekeurd. Ook andere testen, zoals het bepalen van mechanische eigenschappen, watergevoeligheid of controle van de funderingslaag door dichtheidsmetingen en LWD-metingen kunnen in het keuringsplan worden opgenomen. Uitgangspunt bij de kwaliteitsbegeleiding van een werk in uitvoering is, dat de aannemer met zijn werkwijze en rapportage aantoont dat het geleverde werk voldoet aan de voorgeschreven eisen. Hij hanteert hierbij een keuringsplan en voert activiteiten in het kader van zijn bedrijfscontrole uit.

Er kan ervoor worden gekozen om de kwaliteit te borgen door middel van verificatieonderzoeken. Bij een verificatieonderzoek beoordeelt een onafhankelijke derde de werkwijze van de aannemer en toetst de onderzoeksresultaten van de bedrijfscontrole op juistheid. Het verificatieonderzoek is dus geen dubbeling van de controlewerkzaamheden van de aannemer maar een steekproef. Controlewerkzaamheden moeten op het juiste moment in het proces worden uitgevoerd, zodat bijsturing nog kan plaatsvinden.

9.3 KEUREN OP ONDERDELEN

Volgens Rijkswaterstaat [27] moet in een keuringsplan voor een object per eis tenminste het volgende te zijn geïdentificeerd en vastgelegd:

- Eis (met eisnummer);
- Welke waarden moeten worden waargenomen;
- Van toepassing zijnde bindende, informatieve en overige documenten;
- Beschrijving van de keurings- of testmethode, keurings- of testtraject, de keurings- of testmeetmiddelen, de geldende nauwkeurigheidseisen alsmede de calibratiemethoden, -frequentie en -registratie;
- Wanneer is aangetoond dat aan de eis is voldaan;
- Applicatie / raakvlakken van geteste item;
- Betrokkenen bij keuring of test (incl. bevoegdheden en verantwoordelijkheden);
- Validatie van de keurings- en testmethode;
- De aanvaardingscriteria voor de keuring;
- De formulieren die worden gebruikt tijdens de test.

Door de aannemer wordt in het keuringsplan per object vastgelegd aan welke eisen deze moet voldoen en hoe hij gaat aantonen dat het object aan de eis voldoet. Hier moeten in ieder geval de eisen worden opgenomen die volgen uit de vraagspecificatie. Daarnaast stelt de aannemer zelf mogelijk aanvullende eisen. Zo kan hij bijvoorbeeld als eis opnemen dat de verdichtingsgraad van de fundering minstens 98% moet bedragen om een voldoende stijve fundering te realiseren.

Fundering

Voor de fundering zal er een eis worden opgesteld ten aanzien van de stijfheidsmodulus. De waarde waaraan de fundering moet voldoen, volgt uit het ontwerp. Daarnaast worden er eisen gesteld aan de verdichtingsgraad en korrelverdeling en waterdoorlatendheid. Dit laatste in verband met de eis dat de waterdoorlatendheid van de fundering kleiner moet zijn dan 1.10^{-4} m/s.

Waterbouwasfaltbeton

Voor het waterbouwasfaltbeton moet een vooronderzoek en een geschiktheidsonderzoek zoals

beschreven in de Standaard RAW-bepalingen [28] worden uitgevoerd. Uit het vooronderzoek volgt de ontwerpsamenstelling van het mengsel. Daarnaast selecteert de aannemer de juiste bouwstoffen om te voldoen aan de duurzaamheidseisen die worden gesteld aan het mengsel. Om de juiste steen en bitumen te selecteren, voert de aannemer een Queenslandtest uit. Bij het geschiktheidsonderzoek toont de aannemer in een proefvak aan dat hij in staat is het asfalt met de gekozen uitvoeringsmethode in de gewenste kwaliteit aan te leggen. In zijn bedrijfscontrole boort de aannemer regelmatig kernen uit het uitgevoerde werk en controleert de laagdikte, mengselsamenstelling en holle ruimte. De mengselsamenstelling van de specie uit de molen wordt eveneens regelmatig gecontroleerd. De temperatuur van het asfalt dat wordt aangevoerd en de temperatuur bij verwerking worden continu gecontroleerd met behulp van een infrarood thermometer.

9.4 KEUREN UITGEVOERD WERK

Als eis is opgenomen dat een gedetailleerde veiligheidsbeoordeling moet worden uitgevoerd bij oplevering van het werk. Daarnaast moeten de watergevoeligheid, de holle ruimte en een prognose van de Minersom 50 jaar na aanleg met behulp van het levensduurmodel worden bepaald.

Bij de veiligheidsbeoordeling worden de volgende eigenschappen bepaald:

- Laagdikte: vlakdekkend met grondradar of ten minste 10 langsgaaian waar bij de locatie van elk meetpunt met een nauwkeurigheid van +/- 10 cm wordt vastgelegd.
- Stijfheid van de asfaltbekleding, fundering en ondergrond met behulp van valgewicht-deflectiometingen op 2 meettraaien. Meetpunten met een h.o.h. afstand van 25 m.
- Buigtreksterkte en vermoeiingseigenschappen op proefstukken uit een kern met een diameter van 250 mm. Op het werk moeten 18 kernen worden geboord en de genoemde eigenschappen moeten even zo vaak worden bepaald.

De veiligheidsbeoordeling moet worden uitgevoerd zoals beschreven in de schematiseringshandleiding [21].

Om de duurzaamheid van het aangebrachte asfalt aan te tonen moeten 18 kernen worden geboord met een diameter van 150 mm. Op schijven uit de onder- en bovenzijde van de kern wordt de splijtsterkte bepaald ten behoeve van het bepalen van de watergevoeligheid conform NEN-EN 12697-12. De gevonden watergevoeligheid moet worden getoetst aan de eis uit de vraagspecificatie. Daarnaast moet van elk proefstuk de holle ruimte worden bepaald. Met de holle ruimte en de buigtreksterkte uit de veiligheidsbeoordeling moet het verloop van de buigtreksterkte in de tijd worden bepaald. Hiermee moet een prognose worden opgesteld van de Minersom op 50 jaar na aanleg. Deze Minersom moet kleiner zijn dan 1.

Ook het voorlopig ontwerp en definitief ontwerp kunnen worden gezien als uitgevoerd werk en moeten doorgaans ter goedkeuring aan de opdrachtgever worden voorgelegd.

9.5 CONTROLEREN OPLEVERDOSSIER

Het opleverdossier wordt deels door de aannemer opgesteld en deels door het waterschap. Het waterschap heeft immers zelf de veiligheidsbeoordeling laten uitvoeren als opleveringscontrole. De relevante informatie zal binnen het waterschap aan andere afdelingen moeten worden overgedragen en moet daarom compleet en gecontroleerd zijn.

10

REFERENTIELIJST

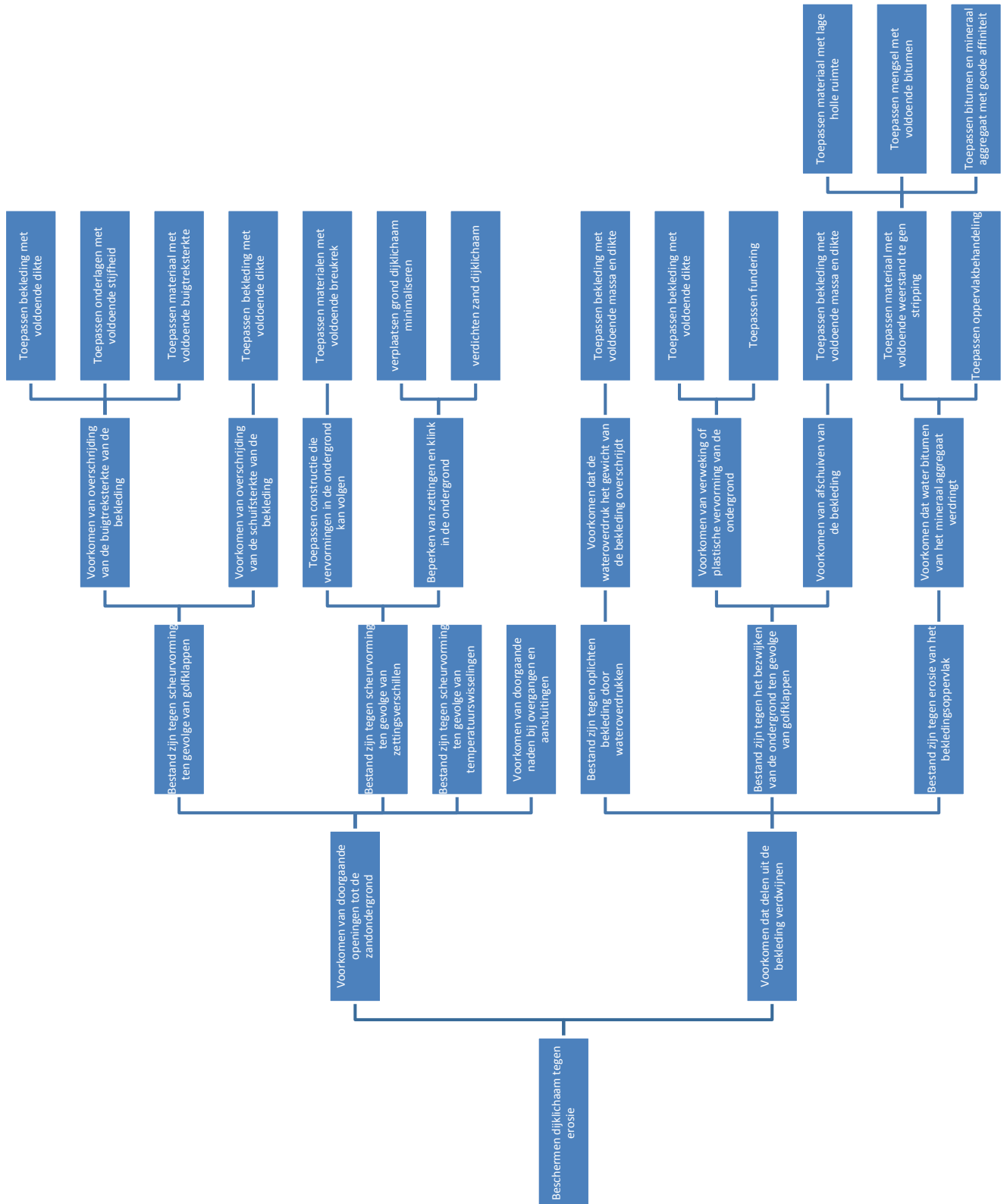
- 1 Functioneel Specificeren van Asfaltdijkbekledingen, Verkennende studie, Definitief rapport, Rapport nr. 7-12-133-15, Ir. M.F.C. van de Ven en Ing. C.C. Montauban, mei 2013
- 2 Vilsteren, I.H.B.; Uitbreiding verkennende studie Functioneel Specificeren asfaltdijkbekledingen - 1e fase; KOAC-NPC e130297101; oktober 2014
- 3 Davidse, M.P.; Vilsteren, I.H.B.; Uitbreiding verkennende studie Functioneel Specificeren asfaltdijkbekledingen - 2e fase; KOAC-NPC e140025001; december 2014
- 4 Tolman, F., Functioneel specificeren dijkbekledingen in asfalt, systeem en eisen, KOAC-NPC, e150001501-2, 16 juni 2016
- 5 <https://nl.wikipedia.org/wiki/Systeemkunde>
- 6 Leidraad voor Systems engineering binnen de GWW-sector, versie 2.0, 27 november 2009
- 7 UAVgc 2005, Uniforme Administratieve Voorwaarden geïntegreerde contracten, 2005
- 8 ARW 2012, Aanbestedingsreglement Werken, 2012
- 9 UAV, Uniforme Administratieve Voorwaarden, 2012
- 10 Koenen', Verklarend Handwoordenboek der Nederlandse Taal
- 11 IEEE1220 Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process, IEEE, 2005
- 12 State of the art asfaltdijkbekledingen, M.P. Davidse, R. 't Hart, A.K. de Looff, C.C. Montauban, M.F.C. van de Ven, B.G.H.M. Wichman. STOWA Rapport 2010-W06, Amersfoort, december 2010.
- 13 Inspectieprotocol voor het bepalen van holle ruimten in dijkbekledingen van vol en zat gepenetreerde breuksteen met behulp van MIRA, Opgesteld door: MIRAMAP, HWBP, KOAC-NPC en HHNK, Eindversie 1 juli 2016
- 14 State of the art rapport open steenasfalt, Davidse, M.P. e.a., Stowa rapport 2016-02, Stowa, Amersfoort, 2016
- 15 Handreiking dijkbekledingen, deel 3: asfaltbekledingen, Deltares, januari 2015.

- 16 Schematiseringshandleiding asfaltbekleding, WBI 2017, versie 1.0, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1 september 2016
- 17 van Gurp, C. A. P. M., van Vilsteren, I. H. B., van der Wegen, G. J. L., & Hofstra, U. (2014). Publicatie 341: Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw. CROW
- 18 Houben, L.J.M., Collegedictaat betonverhardingen, TU-Delft, Delft
- 19 <http://www.crow.nl/vakgebieden/aanbesteden/emvi-gunnen-op-waarde>
- 20 Van den Berk, J. en van Meurs, T. Onderzoek naar een funderingslaag onder asfaltdijkbekledingen, adviesrapport in het kader van afstudeeropdracht, Avans Hogeschool, 's-Hertogenbosch, januari 2017.

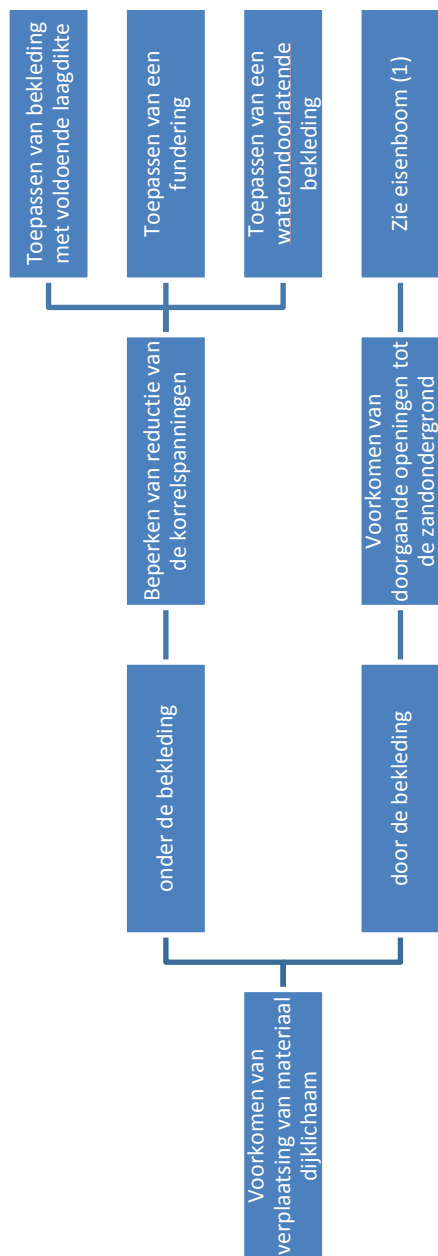
BIJLAGE 1

EISENBOMEN

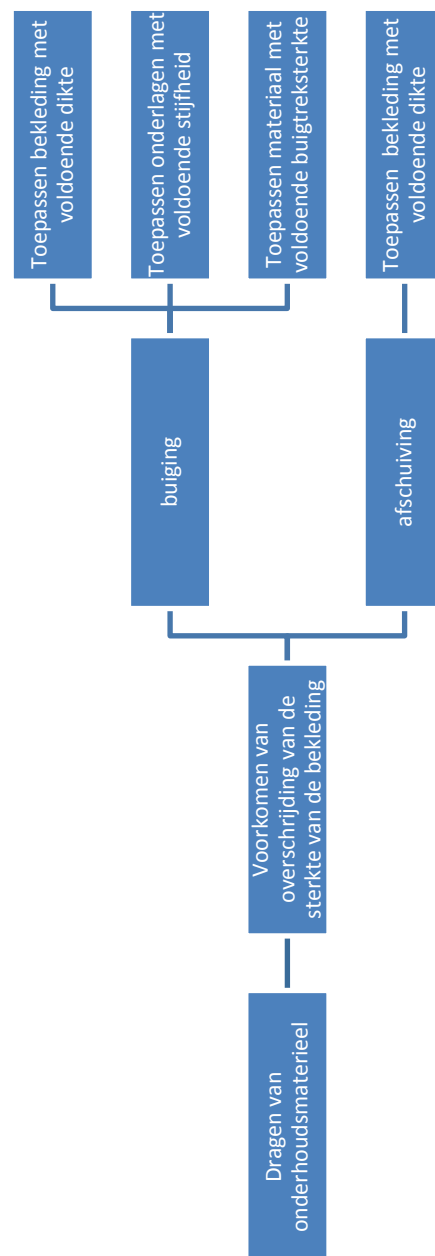
EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: BESCHERMEN DIJKLICHAAM TEGEN EROSIE



EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: VOORKOMEN VAN VERPLAATSIING MATERIAAL DIJKLICHAAM



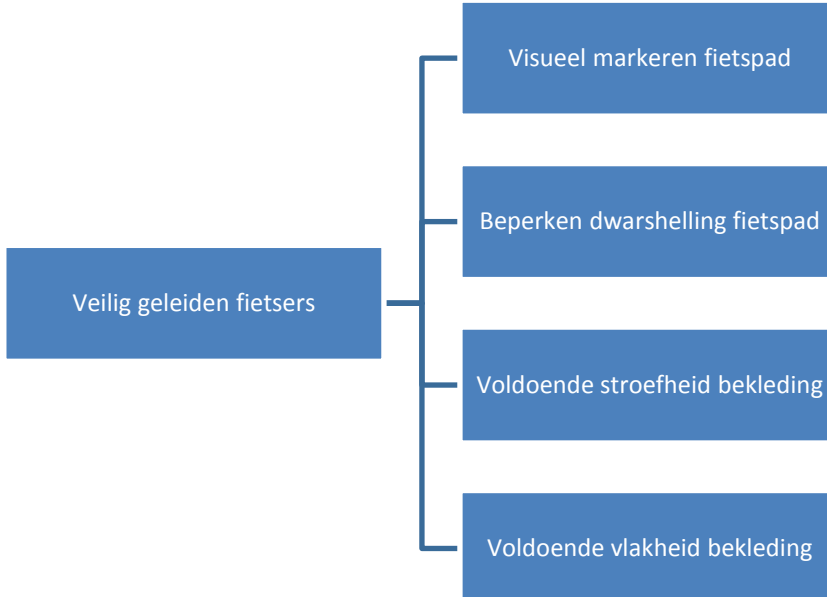
EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: DRAGEN VAN ONDERHOUDSMATERIEEL



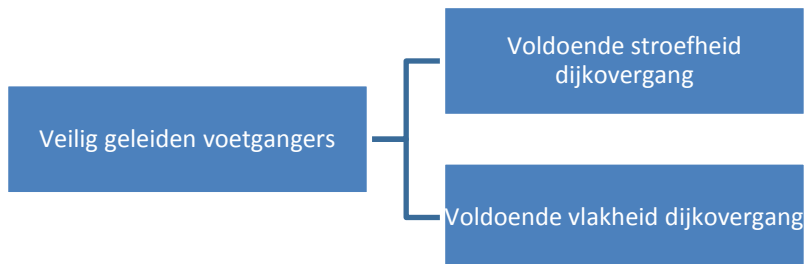
EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: DRAGEN VAN FIETTERS EN VOETGANGERS



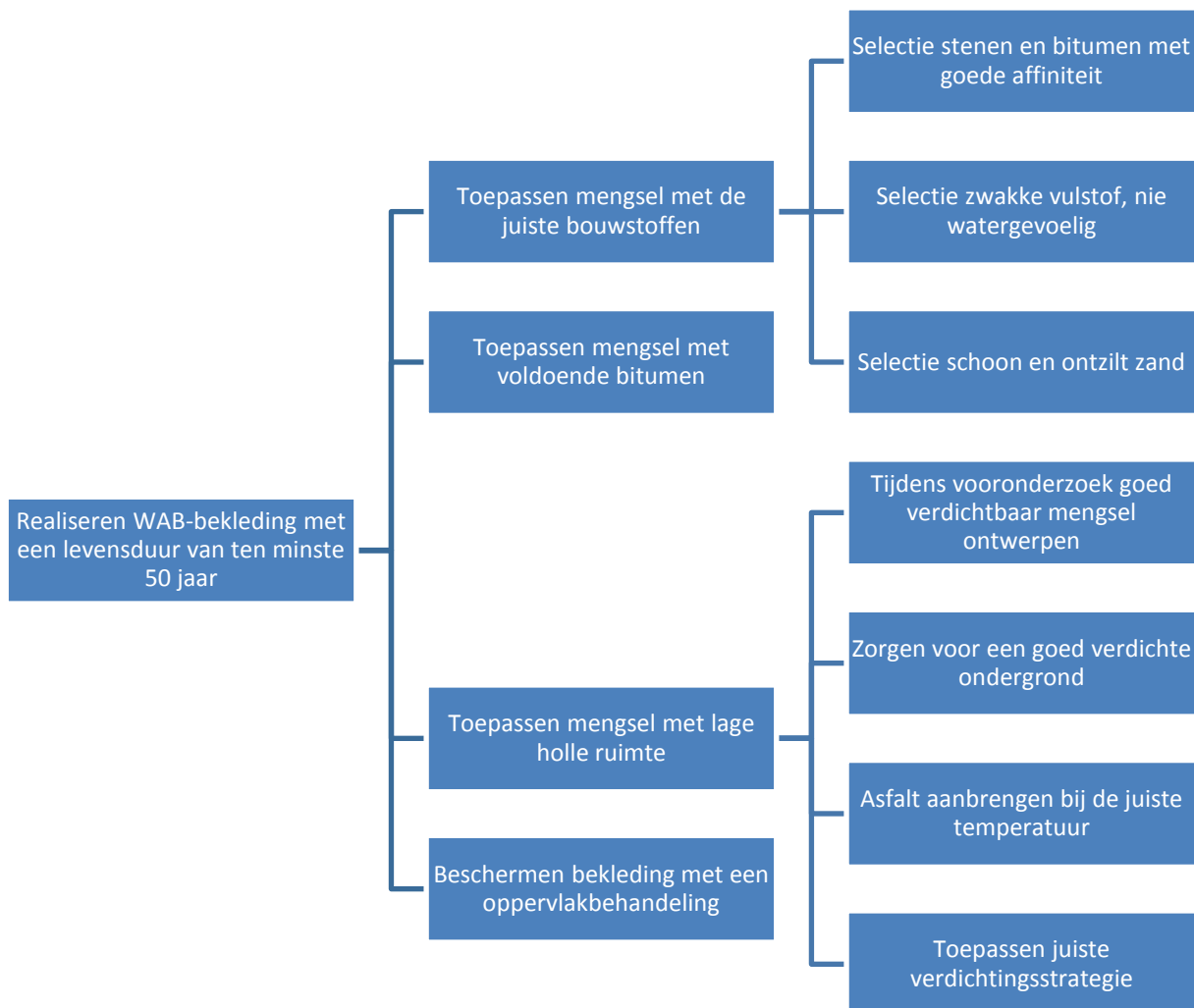
EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: GELEIDEN VAN FIETTERS



EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: VEILIG GELEIDEN VAN VOETGANGERS



EISENBOOM VOOR DE FUNCTIE: REALISEREN VAN EEN WAB-BEKLEDING MET EEN LEVENSDUUR VAN TEN MINSTE 50 JAAR



BIJLAGE 2

BEREKENING VAN DE BEDDINGSCONSTANTE IN EEN MEERLAGENSYSTEEM

FIGURE 3.3 NOMOGRAPH FOR THE DETERMINATION OF THE K-VALUE ON TOP OF A (SUB-)BASE LAYER (1).

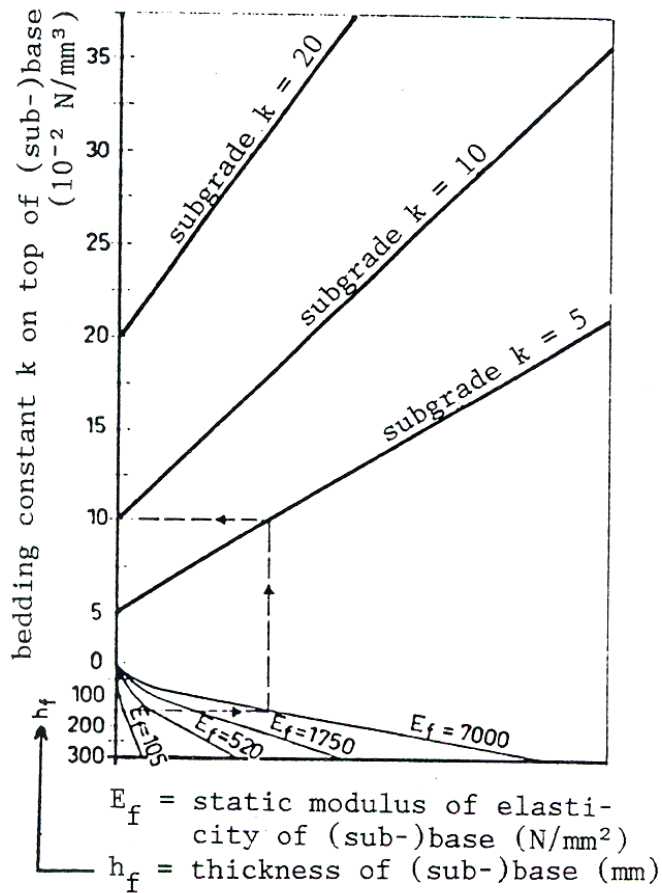


Figure 3.3 is the graphical representation of Equation 3.4:

$$k = 2.7145 \cdot 10^{-4} (C_1 + C_2 \cdot e^{C_3} + C_4 \cdot e^{C_5}) \quad (3.4)$$

with: $C_1 = 30 + 3360 \cdot k_o$
 $C_2 = 0.3778 (h_f - 43.2)$
 $C_3 = 0.5654 \ln(k_o) + 0.4139 \ln(E_f)$
 $C_4 = -283$
 $C_5 = 0.5654 \ln(k_o)$
 k_o = modulus of subgrade/substructure reaction at top of underlying layer (N/mm³)
 h_f = thickness of layer under consideration (mm)
 E_f = dynamic modulus of elasticity of layer under consideration (N/mm²)
 k = modulus of substructure reaction at top of layer under consideration (N/mm³)

The boundary conditions for equation 3.4 are:

- $h_f \geq 150$ mm (bound material) and $h_f \geq 200$ mm (unbound material)
- every layer under consideration has an E_f -value that is greater than the E_f -value of the underlying layer
- $\log k \leq 0.73688 \log(E_f) - 2.82055$
- $k \leq 0.16$ N/mm³

EXAMPLE

Sand subgrade: $k_o = 0.045$ N/mm³ (i.e. $E_o = 100$ N/mm²).

Sand sub-base, $h_f = 500$ mm, $E_f = 100$ N/mm²: at top of sub-base also $k = 0.045$ N/mm³ (as $E_f = E_o$).

Lean concrete base, $h_f = 150$ mm, $E_f = 7500$ N/mm² (cracked): at top of base $k = 0.112$ N/mm³.

In the structural design of concrete pavements for motorways the Dutch State Highway Authorities use a k -value of 0.105 N/mm³ (10). This k -value is obtained for a 150 mm thick lean concrete base, with $E_f = 6000$ N/mm², on a sand sub-base and sand subgrade.