

# Master Thesis

Designing a process for procuring biocomposite bridge decks based on  
Technology Readiness Levels

**University of Twente**

Master Construction Management and Engineering

B.P. (Bas) Ebbelaar

15-05-2019

**Project** Designing a process for procuring biocomposite bridge decks based on Technology Readiness Levels  
**Institution** University of Twente

**Author (student number)** B. P. (Bas) Ebbelaar (S1844482)  
**Contact** ebbelaarbas@hotmail.nl  
+316 29 59 77 56  
**Document** Master Thesis  
**Version** 2.0  
**Date** 15-05-2019

**University of Twente:**

**First Supervisor:** Prof. dr. ir. J.I.M. (Joop) Halman  
**Email:** j.i.m.halman@utwente.nl

**Second Supervisor:** Drs. Ing. J. (Hans) Boes  
**Email:** j.boes@utwente.nl

**Third Supervisor:** Ir. B. (Bart) Lenderink  
**Email:** b.lenderink@utwente.nl

**Witteveen+Bos:**

**Supervisor:** Ir. G. (Gerard) Buunk  
**Email:** gerard.buunk@witteveenbos.com  
**Department:** Risicogestuurd Contracteren, Construction Management, Infrastructuur en Mobiliteit

**Supervisor:** Ir. F. (Floris) Oosterhof  
**Email:** floris.oosterhof@witteveenbos.com  
**Department:** Risicogestuurd Contracteren, Construction Management, Infrastructuur en Mobiliteit

## PREFACE

Before you lies the research report "Designing a procurement process for procuring biocomposite bridge decks in the construction industry". Because of the major complex challenges, predominantly climate change, the way infrastructure is constructed and managed must change. Innovation is needed to realize this change and I have been and still am excited to contribute to this transition towards a better future.

This report has been written to fulfill the graduation process of the Construction Management and Engineering (CME) Master at the University of Twente. In addition, this research has been initiated and supervised by Witteveen+Bos, a Dutch engineering and consultancy firm. During the research, I have got to know this great company and many of its professional, inspiring and inspiring employees. By working at the Deventer office of Witteveen+Bos and executing this research I learned a lot about the subject, the construction industry in general and how one of the best companies of the country operates within this industry. Therefore, my first expression of gratitude goes out to this great company and all of its employees who made me feel welcome and supported. Specifically, I want to thank Floris Oosterhof and Gerard Buunk, my supervisors from Witteveen+Bos, for the guidance, feedback and time they have provided me within the last eight months. This helped me greatly in the practical execution of this research and completing my research with a valuable outcome. Furthermore, I have to thank my supervisors from the University: Joop Halman, Hans Boes, and Bart Lenderink. Especially in the last stages, in which the results were analyzed and the report was written, your help was essential for me to be able to finalize the research. All three of you provided me with valuable feedback, which I am very grateful for.

Lastly, I have to thank a few more people who helped and supported me greatly. Wilco ten Buuren en Arlette Nieswaag, not only did you support me during the execution of this research, but we have been studying together for the last seven years. I truly believe I would have never gotten this far in my education without both of you, thank you for all your support and our great friendship. Rosan Klunder, my wonderful girlfriend. Although you don't always feel like you help me as much, you motivate and inspire me every day to work hard and that helps me more than you could ever imagine, thank you. My parents, John Ebbelaar en Marja Beumer, who raised me to be the person I am today and who provide me with the opportunities to create my own future, thank you for everything!

Bas Ebbelaar,  
Wilp, 15-05-2019

# MANAGEMENT SUMMARY

This research was initiated to determine how the designing of procurement processes can be improved when procuring innovations in the construction industry. This is relevant because public clients have to confront several complex challenges, like climate change and the threatening resource scarcity, and need innovations to do so. To increase the adoption of innovations in projects, procurement is often seen as both a potential barrier and a tool to improve the situation. To determine how this aspect of procurement can be managed for the adoption of innovation in Dutch construction projects this research has formulated the following objective:

*Designing a process for determining how to procure construction projects which include an ambition that requires a product innovation to be fulfilled.*

Before the content of the research is discussed, it is important to consider some conditions this research adopted a focus on:

- the Dutch construction industry (the Dutch procurement law is considered);
- the adoption of innovation in singular projects (does not consider programs consisting of multiple projects);
- procurement done by public clients.

The methodology for this research consisted of one theoretical step and two empirical steps. In the theoretical step, a literature review was performed to construct a conceptual framework to use in the empirical steps. Subsequently, the research zoomed in on a specific innovation in the first empirical step, being biocomposite bridge decks, to determine how a procurement process for this specific innovation can be designed. In the second empirical step, the research generalized the findings of the first empirical step from the one specific innovation to innovation in general. In both empirical steps, the information was mainly gathered by conducting interviews. These interviews were supplemented with a case study of a project in the first step and with a workshop in which the findings were discussed and validated in the second step.

In the theoretical conceptual framework three aspects have been considered in regard to the procurement of innovation. The first aspect to consider was operationalizing the client's ambition, which can be done with the use of Technology Readiness Levels (TRLs). By determining the TRL of the required innovation to fulfill the ambition, and with that connecting the ambition to a TRL, an ambition can be differentiated and operationalized. Secondly, from the literature review four determinant factors were determined for successive adoption of innovation in the construction industry; industry relations, procurement systems, regulatory conditions, and organizational resources. However, argued is these factors of influence do not suffice in realizing the desired change. Therefore, the research added an additional aspect: control. This theory of control concerns how a client exerts control over its contractor(s) and is particularly interesting when considering that its content signals that the current way of working within the construction industry appears to not be suited when a project involves innovation. In current practice the construction industry clients control their contractor(s) mainly based on output, which is determined up front. However, the theory describes that if the measurability of the output is low, as is the case with innovation, the more viable option for control is social control. Social control refers to minimizing the divergence of preferences among organizations and/or people by developing shared culture and goals. The third and last aspect of the conceptual model concerns the translation of the prior aspects into a procurement process. Eriksson (2008) presents a model in which a procurement process is divided into seven stages in which a client makes decisions. In this model the concepts of control and procurement are linked but not for innovation specific. Thus, this research took Eriksson's research as a base but looked into the specific characteristics and nuances of innovation.

The conceptual framework was revised to validate its practical applicability prior to the empirical. By reflecting upon the conceptual framework with industry experts determined was how the content of the conceptual model was experienced in practice. Three comments were emphasized in regard to the conceptual model:

- The TRLs can be categorized into two categories:
  - Products (TRLs 7-9), innovations that are almost fully developed and only require integration into the 'system' of a project;

- Research & Development (R&D) (TRLs 1-6), innovations that required R&D before adopting them into a project is possible.
- A main factor obstructing innovation is 'solution space', which is a combination of the factors 'procurement systems' and 'regulatory conditions' from Rose & Manley (2014). Solution space concerns the freedom and flexibility a procurement process and contract offer for the implementation of innovation. This freedom and flexibility is often experienced as too restricted by the demands set by a client for an innovation;
- As expected from the theory, the less an innovation is developed (lower TRL), the more uncertain the innovation's performance is, the more socially based control is suited (not output based).

Because of their major role and influence on procuring innovation, the two aspects of 'solution space' and 'control' were taken from the conceptual model as the two mechanisms to manage when designing a procurement process.

With the revised conceptual model the research looked into the procurement of one specific innovation: biocomposite bridge decks. By specifically focussing on the procurement of one particular innovation this research was able to gain in-depth knowledge of the mechanisms of procuring this innovation. One particular project was analyzed, the biocomposite bridge Ritsumasyl in the Dutch province of Friesland. In this project, the client, general contractor, and producer of the innovation collaborated in developing the innovation, which was required because of the initial TRL of 2/3, and subsequently constructing the project including the innovation. The following conclusions have been drawn regarding the procurement of the innovation biocomposite bridge decks (an innovation from the TRL category R&D):

- **Splitting up the R&D and construction phases.** To facilitate the development of the innovation, the project was organized differently in comparison to regular projects. By splitting the R&D and construction phases it was possible to have suited circumstances for each phase of the project. This is particularly important for managing the specification;
- **Starting with a not contractual binding performance specification.** When an innovation's performance is very uncertain at the moment of procuring (low TRL), development is required. This leads to contractually registering the innovation's performance level not being viable. Doing so would result in contractors only offering more certain innovations, which will also be less innovative and therefore not having the same potential to fulfill the set ambition;
- **Procuring based on the suitability of a contractor for the intended process.** To handle the uncertainties of working with this innovation the client, contractor and/or producer had to collaborate extensively. To ensure such a collaboration runs smoothly during the execution it is not viable to procure a contractor for the project based on his offered approach and performance (the regular way). Instead, the tender process has to focus on procuring a contractor that suits the intended collaborative process and has the skills and know-how of developing the innovation prior to the construction.

The validated and generalized findings for the innovation biocomposite bridge decks are concluded in a diagram for designing a procurement process to procure innovations. This diagram is presented in a diagram at the end of this summary. The base of this final design is the division into two categories of TRLs, Product, and R&D, based on the whether or not R&D of the innovation is required prior to the construction to adopt the innovation in the project. If this is not required the category Product is concerned. If it is, the category R&D is concerned. However, before the design of a procurement process for each of these categories is considered, it is important to look at the two mechanisms and conclude their role in the procurement of innovations. The conclusions for these mechanisms respectively are:

### *Solution space*

Solution space concerns the flexibility and space in the set demands to the innovation within a project. The setting of demands that are too strict by clients in their project is experienced as one of the major obstacles for integrating innovation in projects. In particular, for lesser developed innovations (low TRL) this is problematic, because of the high uncertainty regarding their performance. Meaning, strict demands cannot be met by these innovations and thus these innovations of a lower TRL cannot be integrated into the particular project. For designing a procurement process for a project which aims to integrate an innovation this means that the lower the innovation's TRL is, the more solution space is required for integration of the innovation into a project.

## *Control*

Control refers to the way a client controls his contractor(s). In the construction industry, this is traditionally done by specifying the demanded output and process that a contractor has to provide. However, the performance (output) of innovations is too uncertain to specify up front and demand. Therefore, another way of control is required; social control. For designing a procurement process for a project which aims to integrate an innovation this means that the lower the innovation's TRL is, the more control must be socially based instead of output based.

With these mechanisms in mind, for each category of TRL the aspects to consider when designing a procurement process are concluded:

### *Category Product (TRLs 7-9)*

The uncertainty of innovations in this category is not that high. Thus, the influence of this uncertainty on the procurement process is not that substantial. For the mechanism 'solution space' the two important elements are 1) to install some flexibility in relation to the set demands for the innovation. This flexibility can be created by specifying the demands functionally, meaning only the function that the innovation must fulfill is specified and not its specific characteristics. 2) Discussed the performance specification, defined prior to the tender procedure, during the procedure to determine if and why some demands are obstructing the adoption of the required innovation. In regard to the mechanism 'control', no real change has to be made in comparison to the common approach. The innovations in this category are developed sufficiently to predict and demand their performance and put the responsibility for the innovation's performance at the contractor.

### *Category R&D (TRLs 1-6)*

Innovations in this category are more complicated to procure, due to their high uncertainty. Therefore, the procurement process must be modified more. In regard to 'solution space' this results in two advices; 1) separate the R&D phase, required for developing the innovation such that is suited for adoption in the project, from the construction phase. By doing so the R&D phase can be organized to cope with the high uncertainty. 2) Do not adopt a contractual binding performance specification for the R&D phase. Due to the high uncertainty, there is no guarantee of any performance, adopting a contractual binding performance specification will be counter-effective. It will discourage contractors to participate it forces them to take responsibility for the (uncertain) performance of the innovation.

For the mechanism 'control' the main element for this category is that during the R&D phase control cannot be output based. Leaving a combination of process control and social control as the viable option. Social control as the general approach to cope with the high uncertainty and process control to ensure effectiveness and efficiency of the execution by managing planning, personnel management and responsibilities on the operational level. Four practical things to facilitate the establishment of social control are; 1) including an award criterion which scores the suitability of a tenderer for the collaborative approach of the project. 2) Leadership, selecting the most important people for the project based on particular leadership characteristics suited for the collaboration; a focus on collaborating, being communicative strong and making decisions best-for-project. 3) Involve a relationship manager, who objectively helps both parties to start and maintain their collaboration. 4) Organize active collaboration, by setting up a practical agreement about how, when and where both parties will be physically together working on the project. In addition to the general approach of social control, process control must be exerted on the operational level of a project to ensure effectiveness and efficiency. To ensure the functioning of process control on the operational level two things are to be considered; 1) adopting an award criterion which scores a tenderer's knowledge and skills regarding the execution of the R&D process, to make sure the procured party is suited for the execution. 2) Forming a collaboration agreement in which an effort obligation for the R&D phase is included, to ensure the contracted parties put in sufficient effort in developing the innovation.



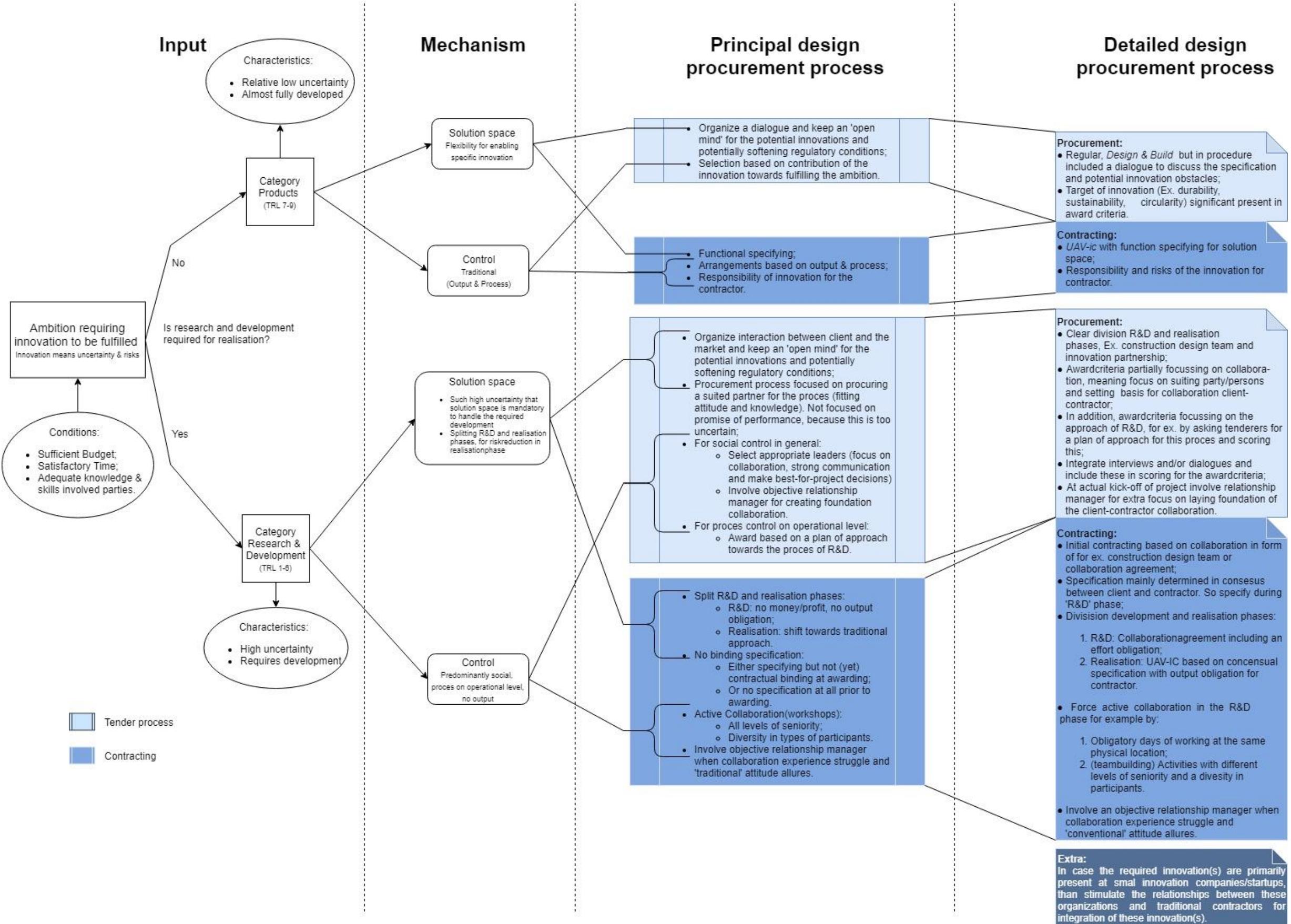


Figure 1, Procurement of Innovation diagram



## SAMENVATTING

Dit onderzoek is uitgevoerd om te bepalen hoe het aanbesteden van innovatie beter ontworpen kan worden in Nederlandse Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) projecten. Publieke opdrachtgevers moeten verschillende complexe problemen aanpakken, zoals klimaatverandering en de dreigende grondstofschaarste, en zij hebben innovaties nodig om dit te kunnen doen. In de afgelopen jaren heeft dit geresulteerd in een groeiende ambitie naar meer en betere innovatie in de GWW sector. Ten aanzien van het verhogen van de hoeveelheid innovatie dat geadopteerd wordt in projecten, wordt de aanbesteding van een project wordt zowel als een kans als een belemmering gezien. Om te bepalen hoe de aanbesteding van Nederlandse GWW-projecten beter kan worden georganiseerd voor adoptie van innovatie is voor dit onderzoek de volgende doelstelling geformuleerd:

*Een proces ontwerpen om te bepalen hoe GWW projecten aanbesteed moeten worden wanneer deze innovatie nodig hebben om hun ambitie te realiseren.*

Voordat er ingegaan wordt op de inhoud van het onderzoek, is het belangrijk om enkele uitgangspunten te benadrukken. Het onderzoek heeft zich gefocust op:

- de Nederlandse GWW sector (het Nederlandse aanbestedingsrecht is van toepassing);
- het adopteren van innovatie in individuele projecten (dus programma's van meerdere projecten worden niet beschouwd);
- aanbestedingen gedaan door publieke opdrachtgevers.

De methodologie voor dit onderzoek bestond uit één theoretische stap en twee empirische stappen. De theoretische stap bestond uit het uitvoeren van een literatuur review om van daaruit een conceptueel raamwerk op te stellen, welke gebruikt is in de empirische stappen. Vervolgens is in de eerste empirische stap van het onderzoek ingezoomd op één specifieke innovatie, zijnde biocomposieten brugdekken, om te bepalen hoe een aanbestedingsproces voor deze specifieke innovatie ontworpen moet worden. In de tweede empirische stap zijn de bevindingen voor de specifieke innovatie gegeneraliseerd voor innovatie in het algemeen. In beide empirische stappen is de informatie voornamelijk verzameld door middel van interviews. Deze interviews zijn aangevuld met een casestudie van een project in de eerste empirische stap, en een workshop waarin de bevindingen bediscussieerd en gevalideerd zijn in de tweede empirische stap.

In het theoretische conceptuele raamwerk zijn drie aspecten overwogen in verband met het aanbesteden van innovatie. Het eerste aspect om te overwegen was het operationaliseren van een ambitie van een opdrachtgever. Dit kan gedaan worden met Technology Readiness Levels (TRLs). Door de TRL van de innovatie die nodig is om de ambitie waar te maken te bepalen, en de ambitie en TRL te verbinden, kunnen ambities gedifferentieerd en geoperationaliseerd worden. Hierdoor kan voor verschillende ambities onderzocht worden wat hun invloed is op het aanbestedingsproces. Voor het tweede aspect zijn in de literatuur review vier bepalende factoren bepaald voor het succesvol adopteren van innovatie in de GWW sector; industrie relaties, het aanbestedingssysteem, regelgevende condities en organisatorische middelen. Echter, deze factoren van invloed zijn onvoldoende toereikend voor het realiseren van de gewenste verandering. Om bij te dragen aan deze realisatie heeft dit onderzoek een extra aspect beschouwd: beheersing. De theorie over beheersing betreft de wijze waarop een opdrachtgever zijn opdrachtnemer(s) beheert. De huidige aanpak van de GWW sector is dat opdrachtgevers hun opdrachtnemer(s) beheersen op basis van resultaat, welke vooraf is gedefinieerd. Echter, de theorie beschrijft dat wanneer de meetbaarheid van het resultaat laag is, zoals bij innovatie, de geschiktere optie voor beheersing dat van sociale beheersing is. Sociale beheersing wil zeggen dat verschillen in voorkeuren en prioriteiten tussen organisaties en/of mensen worden geminimaliseerd, door een gezamenlijke (project)cultuur te ontwikkelen en gezamenlijk doelen op te stellen. Het derde en laatste aspect van het conceptuele raamwerk gaat om de vertaling van de voorgaande aspecten in een aanbestedingsproces. In het conceptuele raamwerk is dit aspect weergegeven aan de hand van het model gemaakt door Eriksson (2008), waarin zeven stappen zijn omschreven waarin een opdrachtgever keuzes maakt over het aanbestedingsproces. Echter, in zijn onderzoek koppelt Eriksson de concepten van beheersing en aanbesteden, maar niet specifiek voor innovatie. Dit onderzoek neemt daarom Erikssons model als uitgangspunt maar analyseert zelf de invloed en nuances van innovatie op dit model.

Het conceptuele raamwerk is vooraf aan de empirische stappen van het onderzoek herzien en gevalideerd ten aanzien van de praktische toepasbaarheid van het. In deze reflectie met experts uit de sector is bepaald hoe de aspecten van het conceptuele raamwerk in de praktijk worden ervaren. Uit deze herziening en validatie zijn drie punten naar voren gekomen:

- Het categoriseren van de TRLs in twee categorieën:
  - Product (TRLs 7-9), innovaties die al bijna uitontwikkeld zijn en die enkel nog in het 'systeem' van een project moeten worden geïntegreerd;
  - Research & Development (R&D) (TRLs 1-6), innovaties die nog R&D nodig hebben voordat adoptie en realisatie in een project mogelijk is.
- Een voornaamste factor die innovatie belemmerd is 'oplossingsruimte'. Deze factor is een combinatie van de factoren 'het aanbestedingssysteem' en 'regelgevende condities' van Rose & Manley (2014). Oplossingsruimte betreft de vrijheid en flexibiliteit die een innovatie krijgt binnen een aanbesteding en contract. Deze vrijheid en flexibiliteit wordt regelmatig ervaren als te beperkt, door de eisen die een opdrachtgever stelt aan de innovatie;
- Zoals verwacht vanuit de theorie, hoe minder een innovatie ontwikkeld is (lagere TRL), hoe onzekerder de innovaties prestaties zijn, hoe meer beheersing gebaseerd moet worden op sociale beheersing en niet op voorgeschreven resultaat.

Vanwege de grote rol en invloed op het aanbesteden van innovatie van deze twee aspecten 'oplossingsruimte' en 'beheersing', zijn deze overgenomen uit het conceptuele raamwerk als de twee mechanismen om te managen bij het ontwerpen van een aanbestedingsproces. Een mechanisme is in deze context een bestuurbaar onderdeel van een systeem waarmee de uitkomst beïnvloed kan worden.

Met het herziende conceptuele raamwerk heeft het onderzoek zich vervolgens gefocust op het aanbesteden van één specifieke innovatie: biocomposieten brugdekken. Door specifiek te focussen op het aanbesteden van één innovatie heeft dit onderzoek diepgaande kennis kunnen opdoen van de mechanismen van het aanbesteden van deze specifieke innovatie. Voor dit onderdeel van het onderzoek is één project geanalyseerd, de biocomposieten brug Ritsumasyl in de provincie Friesland. In dit project hebben de betrokken partijen gezamenlijk de innovatie (verder) ontwikkeld, wat nodig was vanwege de lage TRL van 2 à 3, en vervolgens het project gerealiseerd inclusief de innovatie. De volgende conclusies zijn getrokken aan de hand van deze innovatie en het geanalyseerde project:

- **Splits de R&D en realisatie fase.** Om de ontwikkeling van de innovatie te faciliteren moest het project anders georganiseerd worden in vergelijking met reguliere projecten. Door een duidelijke splitsing te maken tussen de R&D- en realisatiefase is het mogelijk om de geschikte omstandigheden te creëren voor elke respectieve fase. Dit is voornamelijk belangrijk bij het managen van de specificatie;
- **Begin zonder een contractueel bindende (prestatie)specificatie.** Het contractueel vastleggen van de beoogde prestatie van een nog te ontwikkelen innovatie is niet geschikt. Namelijk, wanneer dit wel gedaan wordt, zullen opdrachtnemers enkel innovaties aanbieden met een zekere prestaties. Dit betekent dat de aangeboden innovaties minder innovatief zijn, en dus ook niet dezelfde potentie hebben om de gestelde ambitie waar te maken. Om dit te voorkomen moet de R&D-fase geïnitieerd worden zonder een contractueel bindende (prestatie)specificatie;
- **Aanbesteden op basis van de geschiktheid van opdrachtnemers voor het beoogde proces.** Om te kunnen omgaan met de onzekerheid die de innovatie met zich mee brengt moeten een opdrachtgever, opdrachtnemer en/of producent intensief samenwerken (basis van sociale beheersing). Om er zeker van te zijn dat deze samenwerking goed verloopt gedurende de uitvoering is het niet geschikt om in de aanbesteding een opdrachtnemer te selecteren op basis van de aangeboden aanpak en beloofde prestatie (de reguliere aanpak). In plaats daarvan moet het aanbestedingsproces zich focussen op het aanbesteden op basis van de geschiktheid van een opdrachtnemer voor het beoogde samenwerkingsproces en of hij de kennis en kunde heeft voor het ontwikkelen van de innovatie vooraf aan de realisatie.

In de tweede empirische stap zijn deze bevindingen voor de innovatie 'biocomposieten brugdekken' gevalideerd en gegeneraliseerd. De gevalideerde en gegeneraliseerde bevindingen zijn samengevat in een diagram voor het ontwerpen van een aanbestedingsproces voor het aanbesteden van innovaties. Dit uiteindelijke ontwerp is weergegeven in een diagram, zie Figure 1. De basis van dit ontwerp is de verdeling tussen de twee categorieën van TRLs, product en R&D, gebaseerd op de vraag of er wel of geen ontwikkeling (R&D) van de innovatie nodig is vooraf aan de realisatie. Als deze ontwikkeling niet nodig is

betreft het de categorie product. Als deze ontwikkeling wel nodig is betreft het de categorie R&D. Echter, voordat het ontwerp van een aanbestedingsproces voor ieder van deze categorieën bekeken wordt, is het belangrijk een conclusie te trekken ten aanzien van de twee mechanismen en hun rol op het aanbesteden van innovatie. De conclusie voor ieder mechanisme is:

### *Oplossingsruimte*

Oplossingsruimte betreft de vrijheid en flexibiliteit in de eisen die worden gesteld aan de innovatie in een project. Het stellen van te strenge eisen, door een opdrachtgever, wordt ervaren als één van de voornaamste obstakels voor het integreren van innovatie in GWW projecten. Vooral voor minder ontwikkelde innovaties (lage TRL) is dit problematisch vanwege de hoge onzekerheid van hun prestatie. In dit geval kan niet aan de strenge eisen worden voldaan en dus kunnen de innovaties van een lage TRL niet worden geïntegreerd in het desbetreffende project. Voor het ontwerpen van een aanbestedingsproces voor een project, welke beoogd innovatie te integreren, betekent dit dat hoe lager de TRL van de innovatie is, hoe meer oplossingsruimte er nodig is voor de integratie van die innovatie.

### *Beheersing*

Beheersing refereert naar de wijze waarop een opdrachtgever zijn opdrachtnemer(s) beheert. In de GWW sector wordt dit normaliter gedaan door het geëiste resultaat en proces dat geleverd moet worden vooraf te specificeren. Echter, de prestatie (resultaat) van innovaties is te onzeker om vooraf te specificeren en vervolgens te eisen. Daarom is een andere wijze van beheersing nodig; sociale beheersing. Sociale beheersing betreft het minimaliseren van de verschillen in voorkeuren en prioriteiten tussen organisaties en/of mensen door het ontwikkelen van gezamenlijk normen, waarden en doelen. Dit resulteert vervolgens in een hogere toewijding en een lagere noodzakelijkheid voor beheersing en monitoring. Voor het ontwerpen van een aanbestedingsproces voor een project, welke beoogd innovatie te integreren, betekent dit dat hoe lager de TRL van de innovatie is, hoe meer beheersing gefocust moet zijn op sociale beheersing in plaats van resultaatsbeheersing.

Met deze mechanismen in gedachte is voor iedere TRL categorie bepaald welke aspecten overwogen moeten worden bij het ontwerpen van een aanbestedingsproces:

### *Categorie Product (TRLs 7-9)*

De onzekerheid van de innovaties in deze categorie is relatief laag, omdat deze innovaties bijna uit ontwikkeld zijn. De invloed van deze onzekerheid op het aanbestedingsproces is dan ook matig. Voor het mechanisme 'oplossingsruimte' is het belangrijkste element het creëren van enige flexibiliteit in de gestelde eisen. Dit kan worden gedaan door de eisen functioneel te omschrijven, dat wil zeggen dat enkel de functie wordt omschreven die de innovatie moet vervullen en niet de specifieke eigenschappen (zoals te gebruiken materiaal of afmetingen). Daarnaast is het belangrijk om de vooraf opgestelde (prestatie)specificatie gedurende het aanbestedingsproces te bespreken om te bepalen of en waarom bepaalde eisen de adoptie van de benodigde innovatie belemmerd. Ten aanzien van het mechanisme 'beheersing' is er geen substantiële verandering nodig in vergelijking met de huidige aanpak. De innovaties in deze categorie zijn voldoende ontwikkeld om hun prestatie te voorspellen en eisen, en daarmee ook de verantwoordelijkheid over deze prestatie bij de opdrachtnemer(s) neer te leggen.

### *Categorie R&D (TRLs 1-6)*

Innovaties in deze categorie zijn lastiger om aan te besteden, door de hoge onzekerheid wat betreft hun prestatie. Het aanbestedingsproces moet daarom meer aangepast worden. In relatie tot de 'oplossingsruimte' betekent dit twee dingen: 1) de R&D-fase, die nodig is voor het dermate ontwikkelen van de innovatie zodat deze geadopteerd kan worden in het project, moet worden gesplitst van de realisatie fase. Hierdoor kan de R&D-fase anders worden georganiseerd zodat deze om kan gaan met de hoge onzekerheid. Bijvoorbeeld, kunnen partijen in deze fase betaald worden op uurbasis (in tegenstelling tot een totale som of vaste prijs). 2) Voor de R&D-fase moet geen contractueel bindende specificatie worden opgenomen. Vanwege de hoge onzekerheid is er geen garantie voor een bepaalde prestatie. Het opnemen van een contractueel bindende (prestatie)specificatie zal dan ineffectief zijn. Het zal opdrachtnemers ontmoedigen om deel te nemen doordat een contractueel bindende (prestatie)specificatie hun zal dwingen verantwoordelijkheid op zich te nemen ten aanzien van de (onzekere) prestatie van de innovatie.

Ten aanzien van het mechanisme ‘beheersing’ is het voornaamste element voor deze categorie dat gedurende de R&D-fase beheersing niet gebaseerd kan zijn op resultaat. Hierdoor blijft een combinatie tussen proces en sociale beheersing over als de geschikte aanpak. Hierin is sociale beheersing de algemene aanpak om te kunnen omgaan met de hoge onzekerheid en proces beheersing door op operationeel niveau afspraken te maken over planning, inzet personeel en verantwoordelijkheden om effectiviteit en efficiëntie van de uitvoering te waarborgen. Vier praktische elementen voor het faciliteren en tot stand brengen van sociale beheersing zijn; 1) het opnemen van een gunningscriterium welke de geschiktheid van aanbieders ten aanzien van de samenwerkingsaanpak van het project scoort. 2) Leiderschap, dat wil zeggen dat de sleutelfunctionarissen voor het project (van alle betrokken partijen) geselecteerd worden op bepaalde (leiderschaps)eigenschappen geschikt voor de samenwerking; een focus op samenwerking, communicatief sterk zijn en het maken van best-for-project keuzes. 3) Het betrekken van een relatiemanager, welke de betrokken partijen objectief helpt en faciliteert bij het opstarten en onderhouden van hun samenwerking. 4) Organiseer actieve samenwerking, door praktische afspraken te maken over hoe, waar en wanneer de partijen gezamenlijk aan het project werken. Naast de algemene aanpak van sociale beheersing moet proces beheersing worden gebruikt op operationele niveau van het project. Om er zeker van te zijn dat dit goed zal functioneren zijn twee aspecten belangrijk; 1) het opnemen van een gunningscriterium in de aanbesteding welke inschrijvers scoort ten aanzien van hun kennis en kunde voor het uitvoeren van het beoogde (R&D) proces. En 2) het afsluiten van een samenwerkingsovereenkomst waarin een inspanningsverplichting wordt opgenomen voor de marktpartij(en), om te borgen dat gecontracteerde partij(en) voldoende inspanning leveren voor het ontwikkelen van de innovatie.

# INDEX

Definitions

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	Reading guide	2
<b>2</b>	<b>RESEARCH DESIGN</b>	<b>3</b>
2.1	Research Setup & Questions	3
2.1.1	Step I	3
2.1.2	Step II	4
2.1.3	Step III	4
2.1.4	Step IV	4
2.1.5	Step V	4
<b>3</b>	<b>LITERATURE REVIEW &amp; A CONCEPTUAL FRAMEWORK</b>	<b>5</b>
3.1	Operationalization of ambitions	5
3.2	Influential factors on the success of innovation	7
3.3	Control	10
3.4	Design procurement process	12
3.5	Conclusion and Conceptual framework	13
<b>4</b>	<b>VALIDATION OF THE CONCEPTUAL MODEL</b>	<b>16</b>
4.1	Technology Readiness Levels	16
4.2	Factors of influence	16
4.3	Control	17
4.4	Design of the procurement process	18
4.5	Conclusion	18
<b>5</b>	<b>PROCURING BIOPOLYMER BRIDGE DECKS</b>	<b>20</b>
5.1	The current state of biocomposite bridge decks	20
5.2	Specific characteristics for procurement	22
5.3	Biocomposite bridge Ritsumasyl	23
5.4	Conclusion	29

<b>6</b>	<b>GENERALISATION OF FINDINGS</b>	<b>31</b>
6.1	Operationalization of the client ambition	33
6.2	Category product (TRL 7-9)	33
6.3	Category R&D (TRL 1-6)	34
6.4	Additional considerations	37
6.5	Conclusion	38
<b>7</b>	<b>DISCUSSION</b>	<b>40</b>
7.1	Implications	41
<b>8</b>	<b>FINAL CONCLUSION</b>	<b>42</b>
8.1	Limitations	44
8.2	Future research	44
<b>9</b>	<b>REFERENCES</b>	<b>46</b>
<b>APPENDICES</b>		<b>49</b>
Appendix 1, Interview Report 1		49
Appendix 2, Interview Report 2		51
Appendix 3, Interview Report 3		53
Appendix 4, Interview Report 4		55
Appendix 5, Interview Report 5		57
Appendix 6, Interview Report 6		59
Appendix 7, Interview Report 7		61
Appendix 8, Interview Report 8		64
Appendix 9, Interview Report 9		66
Appendix 10, Interview Report 10		68
Appendix 11, Interview Report 11		70
Appendix 12, Interview Report 12		72
Appendix 13, Interview Report 13		74
Appendix 14, Interview Report 14		76
Appendix 15, Workshop Results		77
Appendix 16, Documentation literature search		80
Appendix 17, Details regarding the interviews		82
Appendix 18, Agenda workshop		83

## Definitions

Term	Definition
<b>Ambition</b>	A need to achieve a certain level of realization in a certain project. This can be both a demand for a certain minimal performance or a desire for extra performance on top of the minimal demanded performance.
<b>Awarding</b>	The final step of a procurement process in which the project gets granted to the best-scoring company in the assessment.
<b>Bid solicitation</b>	The act of inviting market businesses to submit a proposal of their approach to the project at hand that is in line with the procurement dossier.
<b>Biocomposite</b>	A material made from two natural components: a fiber and a biopolymer.
<b>Biocomposite bridge</b>	A bridge including a bridge deck constructed from biocomposite.
<b>Client</b>	A public organization initiating the construction projects. In the construction industry this is almost always a (public) governmental organization, which means the organization has to comply to the European (procurement) laws.
<b>Construction design team</b>	A Dutch procurement process in which not the project is procured but 'a role in the construction design team' which will initiate into a close collaboration to further specify how the project can be realized best, often including specifying the conditions and making the design. The Dutch term for this process is construction design team.
<b>Construction industry</b>	Defined as the civil engineering industry, which includes coastal, infrastructure, structural and geotechnical engineering. It excludes residential and utility engineering.
<b>Factors of influence on innovation</b>	Factors that are of influence on the successful realization of innovation in construction projects.
<b>Innovation ambition</b>	A need to achieve a certain level of realization in a certain project, in which innovation is required to be able to achieve this level.
<b>Innovation</b>	The development and application of a new solution that improves the current situation.
<b>Performance specification</b>	A document in which the client specifies its demands to a product, object or innovation to ensure its performance in a particular project.
<b>Procurement dossier</b>	This dossier contains the contract documents and tendering instructions on basis of which the tendering procedure is executed.
<b>Procurement process</b>	The total procedure for procuring goods, services or works.
<b>Project goals</b>	The wording of an intended result a certain project is set to achieve as determined by the client.
<b>Tender strategy</b>	The translation of the project goals into a clear plan in which the strategy of tendering is described. Making this translation is part of the procurement process.
<b>Tenderer</b>	The person or organization trying to obtain a project through participating in the procurement procedure.

**Tendering**

A procedure for selecting and acquiring goods, services or works, which is part of the procurement process.

**UAV-gc**

Dutch standard for integrated construction contractual conditions. Full translation being Uniform Administrative Conditions Integrated Contracts (UAC-ic).



# 1

## INTRODUCTION

This research focusses on how procurement processes of a publically procured project in the construction industry can be designed when a high innovation ambition is set for this project.

Public clients have to confront several complex challenges, like climate change and the threatening resource scarcity, and have adopted these challenges into their policies to do so (Transitieteam Bouw, 2018). However, to accomplish their policies the challenges must be integrated into actual projects as well. This is realized by translating the policy ambitions into project goals. When these project goals concern complex challenges it often occurs that conventional solutions do not suffice: innovation is required. To stimulate, develop and adopt these required innovations, clients have more commonly set high innovation ambitions:

Michèle Blom, Director General at Rijkswaterstaat: "The rate of innovation must rise. At the market as well as at Rijkswaterstaat." (Koenen, 2018)

Coalition agreement 2018-2022 Municipality Enschede: "Concerning urban development we have a clear emphasis on innovation in construction (circularity, ICT-application, healthcare & technology, etc.)." (Gemeente Enschede, 2018).

An example of the translation of policy to project is: 'being the development region of the Netherlands regarding circularity', a policy ambition of the province Friesland (Provincie Fryslân, 2018). To realize this ambition the province has started a project: the biocomposite bridge in Ritsumasyl (Circulair Friesland, 2017). Never before has a biocomposite moveable bridge of this size been constructed and thus a development has to be made, an innovation.

Innovation is defined as the development and implementation of a new idea which improves the current situation (Blayse & Manley, 2004; Kulatunga, Kulatunga, Amaralunga, & Haigh, 2011). 'New' implies that there still is a chance that the innovation will not (completely) function as intended, due to the limited experience with the application of the innovation. Because of this innovations are undoubtedly connected to uncertainty and risks (Hartmann, 2006). To be able to cope with this uncertainty and these risks an innovation requires a certain degree of freedom during development and implementation to be modified in case the innovation does not function properly (yet). However, this required degree of freedom is often in conflict with the tendency of clients to strive for maximal certainty (Edquist & Zabala-Iturriagoitia, 2012). Clients desire maximal certainty mostly to validate their expense of tax money to the taxpayers and politicians. Maximal certainty is achieved by demanding guarantees of contractors and setting strict consequences for dysfunctioning of the solution applied. The consequence, of procurement processes that strive for such certainty, is that contractors barely get the freedom that is required to implement innovation without taking on all uncertainties and risks involved. The contractors do not want or cannot bare these risks or the way the tendering makes application of innovation unprofitable, which results in contractors not offering innovations in projects. This ultimately results in the initial high innovation ambitions of clients not being realized (Gambatese & Hallowell, 2011). To prevent this situation the procurement process has to be designed such that it suits high innovation ambitions. The problem statement for this situation is defined as:

*No clear and unambiguously design available for procurement processes of publically procured construction projects, to stimulate the development and application of innovation and ultimately realize the innovation ambitions.*

To explain how procurement processes exactly are defined, the general phases of a construction project are shown and clarified, as stated by the expertise centrum of procurement PIANOo (2018).

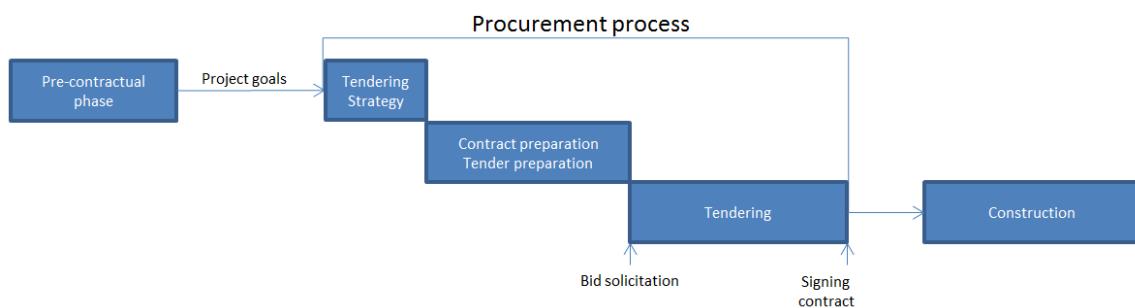


Figure 2, Procurement process

The first step of the procurement process is determining the tendering strategy. The tendering strategy is a translation of the project goals into a clear plan in which the strategy of tendering is described. The next step is the elaboration of the tendering strategy. This elaboration constitutes of two separate parts; the contract preparation in which a concept version of the contract is written and the tender preparation in which the actual tender procedure is prepared. This step is concluded by the bid solicitation towards the market, inviting contractors to submit an offer in line with the included procurement dossier. The last step of the procurement process is the tendering procedure to determine which contractor wins the tender and is rewarded with the project. The procurement process is concluded by the client and contractor signing a contract for the construction of the project.

To research this problem thoroughly and with sufficient depth, this research will primarily focus on one specific innovation. This enables the research in understanding the specific context of a specific innovation and the procurement of that specific innovation. Subsequently, can this innovation case be generalized to make it relevant for innovation in general. The innovation that will be focused on is biocomposite bridge decks. This innovation is suiting because it aligns well with the current client ambitions regarding sustainability and circularity, it is currently in the midst of its development and Witteveen+Bos is involved in the primary project in which this innovation is developed and implemented, allowing for sufficient access for this research.

The research goal focusses on the knowledge gap put forward in the problem statement. Verschuren & Doorewaard (2010) state that a research goal consists of two parts: a) the goal of the research, which is strongly connected to the problem statement and b) the goal in the research which states how this research will contribute to tackling the problem statement. The research goals for this research are formulated as:

a) The goal of the research

*Facilitating improved procurement of projects, which require product innovations to fulfill the set project goal(s).*

b) The goal in the research

*Designing a procurement process for procuring one singular innovation in a construction project, being a biocomposite bridge deck, and subsequently generalizing this for innovation in general.*

## 1.1 Reading guide

This report consists of 8 chapters, of which this introduction is the first. The second chapter regards the research design, presenting what steps have been taken to perform this research. Chapter three presents the literature review, in which a conceptual model is constructed. Next up, in chapter four, this conceptual model is validated and revised to ensure it is practically valid and applicable. In chapter five this research zooms in on the specific innovation of biocomposite bridge decks and determines how this innovation can be procured. In chapter six the findings of chapter five are generalized to make the findings applicable for innovation in general to increase the research's applicability and value. In chapter seven the findings are discussed regarding their contribution to solving the problem statement and the overall knowledge of the subject. Lastly, in chapter eight the conclusion is presented on how a procurement process for procuring innovation in a construction project can be designed. Furthermore, this chapter presents the research's limitations and suggestions for future research.

## 2 RESEARCH DESIGN

This chapter presents the setup of the research in order to provide insight into the way the research is executed. The design of this research is based upon the book 'Designing a research project' by Verschuren & Doorewaard (2010).

### 2.1 Research setup & questions

The problem statement is translated into a research process framework that shows the steps that have been taken to achieve the stated research objective. The research model is:

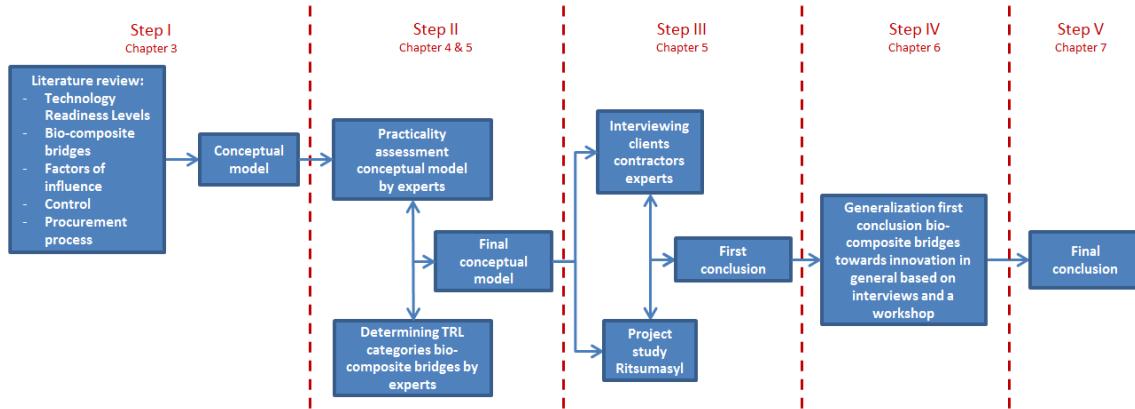


Figure 3, Research process framework

Related to this research process framework is the main research question of this research, which is a derivative of the research objective in the research:

*How can a procurement process be designed for the procurement of biocomposite bridge decks?*

Within the research design, each step has its own subquestion to be answered in that step. These subquestions reflect the knowledge and/or information that had to be collected in this step to be able to achieve the research objective.

For step II, III and IV interviews have been conducted. In appendix 17 an overview is presented of how many interviews have been held for each step, with whom, and what their expertise was in regard to this research.

#### 2.1.1 Step I

In the first step of this research process, the literature of five concepts is reviewed. These five concepts are:

- Technology Readiness Levels (TRLs), a framework for assessing the technological maturity of innovations;
- Bio-composite bridges, the specific innovation this research focusses on;
- Factors of influence, factors determining the success of innovation in the construction industry;
- Control, a theory regarding the control a client exerts over its contractor(s);
- Procurement process, the part of a construction project this research focusses on.

The content of these concepts and why they are part of this research is elaborated upon in the next chapter which regards the literature review. For this literature review the material, produced by others, is reviewed and mutually confronted to come to new insights. The result of this literature study is a conceptual model in which all aspects and their mutual relationships are included. The subquestion that is answered in this step is: *What is the theoretically optimal design of a procurement process for biocomposite bridge decks for each category of TRL's in which control and the factors of influences are managed successfully?*

## 2.1.2 Step II

In this step two activities take place. Firstly, the conceptual model is assessed regarding its practicality. This is required to ensure that the conceptual model is actually applicable in the steps to come in which practice is researched. This is done by performing semi-structured interviews with experts from different parties, both a client and a contractor. Secondly, the connection between biocomposite bridge decks and TRLs is made, meaning that for biocomposite bridge decks is determined what the current state of development is and what the connection to TRLs looks like for this innovation. The research method utilized to make this connection is interviewing professionals and experts regarding the current state of development of biocomposite bridge decks. The subquestion answered in this step is:

*What are the experiences and situations in practice regarding the conceptual model and what is the current state of biocomposite bridge decks in relation to the TRL categories?*

## 2.1.3 Step III

Step III regards the core of the research in which the suitable design of a procurement process for biocomposite bridge decks is determined. The concepts of factors of influence and control are taken as the determinants of how this design can be formed. The first action for this step has been interviewing experts involved in the development and application of biocomposite bridge decks to gain an insight into their perspective on how the procurement process can be designed. Next up the project 'biobased bridge Ritsumasyl' has been studied to provide additional, and more specific, information. In the analysis of this project assessed is how the procurement process was for it, why it was designed as such and how the results and experiences were. The subquestion to answer in this step is:

*How is a procurement process designed for procuring biocomposite bridge decks in practice and how was this experienced by the involved parties?*

## 2.1.4 Step IV

In the fourth step, the results of step III are generalized from the biocomposite bridge decks towards innovation in general. This is done to make the findings of this research more widely applicable. To perform this generalization it is important to keep in mind the specific characteristics of biocomposite bridge decks and the market these products are part of. The strategy for executing this step has been interviewing experts who are involved in the application and/or procurement of innovations different than biocomposite bridge decks. This was subsequently supplemented and validated within a workshop in which multiple experts of different organizations discussed the researcher's findings. The subquestion related to this is:

*How can, for each TRL category, the procurement process be designed for successfully procuring innovation, keeping in mind the factors of influence and control of the client-contractor relationship?*

## 2.1.5 Step V

The last step of this research concerns processing the result into a final conclusion that answers the main research question, therefore the subquestion of this step is equal to the main research question:

*How can the procurement process be designed for successful procurement of biocomposite bridge decks from each category of TRL, keeping in mind the factors of influence and control regarding the client-contractor relationship, and which lessons can there be learned from this for procurement of innovation in general for each category of TRL?*

# 3

## LITERATURE REVIEW & A CONCEPTUAL FRAMEWORK

In this chapter, the literature concerning the designing of procurement processes for innovation is discussed.

In the literature study three literature questions are sought to be answered:

1. How can client ambitions concerning innovation be operationalized?
2. What factors determine the success of procuring innovation in the construction industry?
3. How can the procurement process be designed in such a way that it enables procuring innovations?

In the introduction discussed is that a clients' ambition(s) regarding innovation in a project is the input for determining the procurement process of that project. These ambition(s) can range from making an incremental improvement to, so-called, 'aiming for the sky' and setting the ambitions very high. Being aware of the context of the ambition at hand within a project is crucial for integrating it accordingly in the procurement process. To be able to do so the different ambitions have to be differentiated and operationalized. How this can be done is what the first literature question concerns. To enable the designing of a procurement process in line with the innovation ambition, it is important to know what factors have to be considered when procuring innovation. Therefore, the second literature question will focus on determining what influences the success of procuring innovation. With the factors known the focus can be shifted towards the last research question which concerns the design of procurement processes. With the ambitions operationalized and the main determinants of innovation success known the last part of this research regards designing the procurement process such that it is in line with the ambitions and determinants. Only by all three components being in line will the procurement process actually result in the desired innovation in the project.

Subsequent to answering the three literature questions the findings are translated into a conceptual model that synthesizes the information and explains the phenomenon of procurement of innovation.

How the literature that is used is found and selected as well as how the study of this literature is performed is discussed in appendix 15.

### 3.1 Operationalization of ambitions

Client ambitions regarding innovation can range from low to high ambition, each with its own specific influence on how the procurement process can be designed. For example the relative low ambition of a CO<sub>2</sub>-emission reduction of 10% requiring a very different procurement process in comparison to that of the relative high ambition of reduced CO<sub>2</sub>-emission of 90%. The latter requires a more innovative solution to be realized, due to it presumably being a less mature innovation and therefore having a different risk-profile and market position. How can these ambitions be differentiated such that it becomes clearer what their respective influence is on the procurement process?

This can be done with the framework of Technology Readiness Levels (TRLs). The framework of Technology Readiness Levels is developed for assessing the technological maturity of innovations (Mai, 2012). Maturity is defined as the degree to which an innovation is ready to be applied (Uflewska, Wong, & Ward, 2017). The development of the TRL framework is started by NASA with the first scale being conceived in 1974 (Banke, 2010). Since then the framework has been applied by a variety of organizations operating in various industries, such as the US Department of Health and Human Services, US Department of Energy and Rolls Royce (EARTO, 2014; Uflewska e.a., 2017). Regarding the nine levels does level 1 display the lowest maturity and level 9 the highest, see Table 1 (Mai, 2012; Mankins, 2009; Rybicka, Tiwari, & Leek, 2016; Uflewska e.a., 2017). Because of its contribution to the development of technologies, it is likely to gain an increased role in future technology development. Even more so for the construction industry, because of the framework becoming more and more widespread and already being used by several public organizations such as Rijkswaterstaat and the province Gelderland (Provincie Gelderland, 2016; Rijkswaterstaat, 2018a). For example, has Rijkswaterstaat used TRLs in the procurement 'Prijsvraag: Duurzaam Asfalt' in which Rijkswaterstaat aimed to stimulate the development of sustainable asphalt mixtures. Within this project, they used TRLs to determine the current development stage of the innovations and to make a differentiation

between innovations ready for outdoors testing and those requiring (more) laboratory testing (Rijkswaterstaat, 2018b). So, due to Technology Readiness Levels becoming more widespread and used it appears to be the appropriate framework for operationalizing innovation ambitions (Mankins, 2009).

The TRL framework consists of a scale of nine levels, each level representing a stage of the development process of an innovation (Uflewska e.a., 2017). When used in different industries the wording, definitions and criteria applied within the framework are modified to suit the development of innovations in that particular industry (EARTO, 2014). This is required since the initial framework is developed by NASA and thus aimed specifically at aeronautic technological development, for example, level 8 being stated as 'actual system complete and 'flight qualified'(Mai, 2012). The most suited modified TRL-scale for this research, as shown in Table 1, is the one that is adopted by the US Department of Energy. This scale suits the Construction industry best due to its similarities of known steps to follow, specifically the inclusion of a 'pilot' test (at TRL 6) which is absent in other TRL-scales (EARTO, 2014).

Table 1, Description TRL's (EARTO, 2014; Mankins, 2009)

<b>TRL</b>	<b>Description</b>
<b>1 Basic principles observed</b>	The lowest level of technological maturity an innovation can be at during its development cycle. This level implicates that basic scientific research is done, resulting in observation and reporting of the basic principles.
<b>2 Technology concept/application formulated</b>	At this level, the practical application of the basic principles can be identified. This application is still speculative as no experimental proof or detailed analysis is available yet.
<b>3 Proof of concept</b>	This step includes both the analytical studies and laboratory studies required to physically validate the predictions of separate elements of the technology. The aim is to proof the concept will work as intended and expected.
<b>4 Component/ system validation in lab environment</b>	Subsequently to the proof of concept in this step, all separate components will be integrated to validate the complete technology in a laboratory. In comparison to the eventual system, this validation is relatively 'low fidelity'.
<b>5 Validation in relevant environment</b>	For this step, the basic technological element must be integrated with reasonably realistic supporting elements so that the total application can be tested and validated in a 'simulated' or somewhat realistic environment (relevant environment).
<b>6 Plot scale validated in relevant environment</b>	The next step is testing a representative pilot or prototype in a relevant environment. This step is effective for assuring management confidence in the technology.
<b>7 Full scale demonstration in relevant environment</b>	A significant maturity step beyond TRL 6, demonstration in the expected operational system. The aim of this step is fixing any engineering and/or manufacturing risks that occur in the operational environment.
<b>8 System complete and qualified (test and demonstration)</b>	The final product in its final configuration is tested and demonstrated in its expected operational environment. In this step, the product is also integrated into all existing systems.
<b>9 Actual system operated in full range conditions</b>	In its final form the technology is operated and proved successful for the intended application. The product is now technologically and commercially ready for application.

However, for the practical applicability of this model, the nine levels are often categorized, which makes the overall process clearer and more simplified. Nine levels is often found to granular for applicability in practice (EARTO, 2014). This statement also applies to this research, having nine different approaches to integrating innovation in procurement processes is practically not viable. The categories for this research are derived from the US Department of Energy because the scale they adopted aligns best with the characteristics of innovation development in the construction industry (EARTO, 2014), see Table 2. Just as the construction industry the US Department of Energy follows the following steps; new innovations are firstly developed indoors in laboratories. Subsequently, a pilot version of the innovation will be tested outdoors but not under the ultimate circumstances (relevant environment), e.g. testing a new asphalt mixture on a bicycle path. Once these tests are successful the innovation will proceed to be tested in the operational environment, e.g. a real road for all vehicles. During this stage, the innovation will be optimized in order to proceed to the last category. The last category being, the innovation is ready to be commercialized and marketed.

Table 2, TRL categories

Category	TRLs	Description
1	1 till 4	Feasibility and laboratory study
2	5 and 6	Validation and development in relevant environment
3	7 and 8	Demonstration and optimization in operational environment
4	9	Innovation complete and ready for market

Thus, for this research, the TRL framework is used by connecting client ambitions to the TRL category the innovation that is required to fulfill the ambition is currently at. By doing so ambitions can be differentiated and operationalized to enable research into the influence of these ambitions on the procurement process.

### 3.2 Influential factors on the success of innovation

To determine how innovation can be facilitated and stimulated, the factors crucial for the success of innovation must be known. Knowing these factors will help to determine the context on which procurement processes has to focus, to ensure that the required innovations are offered by contractors.

Extensive research has been done into the factors that are influential on the success of innovation (e.g. Blayse & Manley, 2004; Bossink, 2004; Gambatese & Hallowell, 2011; Hartmann, 2006; Kulatunga, Kulatunga, Amarasinghe, & Haigh, 2011; Loosmore, 2015). In this literature, different factors are discussed which have considerable overlap. For example, Kulatunga *et al.* (2011) states that a client's characteristics are crucial, Bossink (2004) considers technical capability and Hartmann (2008) states the importance of cooperative behavior. Each of these three researches provide new insight into what is needed for successive innovation, while simultaneously all three researches state already known aspects but in different terms. Rose & Manley (2014) also noticed this and decided to analyze the literature and come up with a concluding list of determinants that influence the decision to adopt innovative products in the construction industry. They concluded four contextual determinants which are the main influencers:

- Industry relationships;
- Procurement systems;
- Regulatory conditions;
- Organizational resources.

These four determinants are rather general, in order to make them cover all previously performed research, and therefore appear to be more like categories of factors to which all (sub) factors stated by other more specific researches can be linked. Because the determinants of Rose & Manley (2014) are based on over 10 years of research argued is that they are profound and do cover the relevant factors for innovation adoption. Blayse & Rose (2004) initially determined six determinants, based on a large-scale review of international literature on construction innovation. Manley (2008) developed these determinants further, narrowing it down to five by integrating two determinants into one. Finally, Rose & Manley (2014) determined that one of the five determinants, being 'structure of production', was not experienced to give rise to any obstacles in practice. This appeared to be a result of 'structure of production' being an underlying factor for the other four categories. Therefore this determinant is excluded by Rose & Manley (2014), leaving us with contextual determinants.

So for this research, the four determinants of Rose & Manley (2014) are accepted as the four general categories of factors to which every singular specific subfactor can be linked. Because of the generality of these four categories next up, they are each discussed along with statements of the most influential specific subfactors.

#### *Industry relationships*

Industry relationships, in every form possible, between organizations and people, have a significant influence on the success of innovation (Hartmann, 2006; Valence, 2010). When relationships improve within the industry they promote trust in the integrity of the innovation and therefore decrease the need for a conservative approach to approval of the innovation and setting strict specifications (Rose & Manley, 2014). This influence appears to be mostly due to its capacity to facilitate knowledge flows and its connection with

cooperative behavior, both subfactors that occur frequently in literature (Blayse & Manley, 2004; Bossink, 2004; Kulatunga e.a., 2011; Miozzo & Dewick, 2005).

*Knowledge exchange*, the capacity to facilitate knowledge flows by means of interactions and transactions between individuals and firms. These interactions and transactions concern amongst other things processes related to product integration, project organization, and coordination, diffusion of technologies and information flows (Blayse & Manley, 2004). The significance of these processes stems from industry-specific characteristics such as; individual project focus, lack of uniformity between projects and temporary nature of project-specific collaborations (Dubois & Gadde, 2002). Due to these characteristics, all involved organizations are dependent on other organizations for the realization of an innovation (Miozzo & Dewick, 2005). This dependency makes knowledge exchange crucial and therefore industry relationships too.

*Cooperative Behaviour*, the underlying factor that ensures industry relationships to be constructive and effective for realizing innovation. Cooperative behavior concerns 'the ability and willingness of a firm's staff members to contribute to the development of an innovative solution and to share knowledge with other participants of the development process' (Hartmann, 2006, p. 574). From the already described importance of knowledge exchange, are the ability and willingness to do so obviously crucial to enable the actual sharing of knowledge. This subfactor is one of those factors that is stated often in literature but in different terms. Kulatunga *et al.* (2011) describe the importance of the skill to be a team player and initiate fruitful relationships, while Bossink (2004) arguments on the importance of programs that promote collaboration. To summarize, cooperative behavior is an underlying factor that facilitates knowledge exchange and enables good industry relationships thereby facilitating innovation.

### *Procurement systems*

'The procurement form determines to a great extent if a project provides incentives for construction firms to innovate and supports commitment between involved parties' (Hartmann, 2006, p. 572). This influence of the procurement system stems from the procurement form being able to both encourage or discourage contractors to adopt innovative processes and/or products in the project (Blayse & Manley, 2004). For example, when a procurement system focusses highly on price and/or time, establishes rigid role responsibilities or promotes adversarial and self-protective behavior it does not facilitate innovation (Kumaraswamy & Dulaimi, 2001). In contrast, certain aspects of procurement can encourage contractors to adopt innovations in their offers:

*Functional specification*, by specifying functional instead of prescribing what a contractor has to do, contractors gain the opportunities to propose innovative products (Rose & Manley, 2012). This is also acknowledged by Uyarra *et al.* (2014), who state that the use of rigid specification as one of the main barriers for innovation while outcome-based specification would be more suited.

*Performance-based procurement*, this focus on performance (like durability or CO<sub>2</sub>-emission reduction), instead of a focus on price, enables contractors to utilize the benefits of an innovation (Blayse & Manley, 2004).

*Early contractor involvement*, from the contractor's perspective early involvement in a project is a stimulant to innovate (Hartmann, 2006). By being involved earlier, contractors have a chance to modify an innovation for the specific characteristics of a project and to convince the client of the innovation's value. To this point does overlap of the design and construction phases also contributes to the development and successful implementation of innovation (Gambatese & Hallowell, 2011).

*Creation of well-integrated team*, the presence of a well-integrated team improves communication, learning and innovation outcomes (Blayse & Manley, 2004). This also ties in with the importance of being a team player, personal involvement and open communication among the project team members (Gambatese & Hallowell, 2011; Kulatunga e.a., 2011).

## *Regulatory conditions*

Traditionally regulatory conditions are experienced as strongly negatively influencing innovation and hampering its adoption (Dubois & Gadde, 2002). However, in some cases regulatory conditions can also stimulate innovation by regulating less restrictively, thus creating opportunities for innovations that perform superior in comparison to the traditional solutions (Blayse & Manley, 2004; Hartmann, 2006). The most influential sub-factors that appear to determine whether regulatory conditions have a positive or negative influence on innovation adoption are:

*Strictness of regulation*, by setting standards that are progressive and too strict for current technology contractors can be forced to develop and adopt new innovations to be able to comply to these standards (Blayse & Manley, 2004). The downside to this tactic is that setting too strict regulations will hinder the diffusion of innovative solutions, due to their binding nature (Gambatese & Hallowell, 2011; Hartmann, 2006; Kumaraswamy & Dulaimi, 2001). The difficulty regarding this tension is that regulators operate set regulations according to their own knowledge. Obviously, their knowledge is limited regarding innovation developments at contractors, leading to fossilization of practices by setting requirement based on conservative technologies (Blayse & Manley, 2004; Bossink, 2004).

*Complexity regulatory policy*, clarity, and simplicity in the regulatory policies are required to encourage innovation and enable the adoption of innovations. In direct opposition does complexity hinder the encouragement and adoption of innovations (Gann, Wang, & Hawkins, 1998).

## *Organizational resources*

Besides all prior determinants do organizations require resources to enable them in actually developing and implementing innovation. The studied literature divides these resources into three subfactors: skills, money and time.

*Skills*, many of the prior stated factors influencing innovation success in Construction projects require skills of client, contractor or both. Organizations need to be flexible, proactive and communicative whilst the suited (innovative) organizational culture and the presence of innovation-champions also strongly contribute toward innovating (Blayse & Manley, 2004; Gambatese & Hallowell, 2011; Kulatunga e.a., 2011).

*Money*, to cope with investing and development costs an innovation requires financial power. Adopting innovations is inherently connected to accepting some risks, including financial risks, and dealing with unforeseen modifications and adjustments (Hartmann, 2006). To manage these aspects money is required.

*Time*, just like money time is required for the development and adoption of innovations. Developing, modifying and adjusting an innovation takes time, without this time innovating gets really difficult (Gambatese & Hallowell, 2011; Hartmann, 2006).

Besides these four factors, Rose & Manley (2014) also identified three primary obstacles to the diffusion of innovative products. These obstacles are intertwined with all prior stated determinants but are valuable to highlight as they are experienced as the most common reasons why innovation is hampered.

*Restrictive tender assessment*, assessing tenders only on price, meaning the tender with the lowest price wins, is experienced to be the most restrictive for the adoption of innovation (Hartmann, 2006). For clients, this results in difficulty of assessing alternative tender options, while contractors become unwilling to propose alternative (innovative) options due to the low return on investment that comes from the price-only focus (Gambatese & Hallowell, 2011; Rose & Manley, 2014). This obstacle highlights the importance of the prior discussed factor of procurement systems.

*Disagreements about risk allocation*, the development, and adoption of innovations are inherently connected to uncertainty and risks about the innovations functioning (Hartmann, 2006). Because both the client and the contractor are generally risk-averse from a financial standpoint, a disagreement about these risks is experienced as hindering for innovation (Rose & Manley, 2014). Especially when claims, disputes, and litigation are seen as potential outcomes of (further) disagreement (Kumaraswamy & Dulaimi, 2001). This

obstacle also indicates the tension between contractors being expected to test and warrant the performance of their innovations and clients being required to be more flexible with their expectation and acceptance of risks when desiring innovations (Rose & Manley, 2014). This obstacle highlights the importance of the prior discusses factor of industry relationships.

*Adversarial contract relationships*, when the contractual terms within a governing relationship are adversarial they can have a direct negative impact on innovation. When mistrust and opportunistic behavior occur it makes contractors less inclined to propose innovative options and clients reluctant to redefine project specifications to enable innovative options (Rose & Manley, 2014). This obstacle has strong ties with the factor of industry relationships and emphasizes the relevance of initiating relationships and creating mutual trust (Kulatunga e.a., 2011).

Thus, the contextual determinants which influence the success of innovation within Construction projects are known. Also, in practice these determinants are increasingly taken into account as can be noticed in the industry. Clients and contractors are aware of their skills, attitude, and behavior being very influential on innovation success in their projects and in recent years various new procurement forms have been developed and adopted (Lenderink, Voordijk, Halman, & Dorée, 2018; Rutten, Dorée, & Halman, 2014). However, an argument can be made that in general, this effort has not resulted in the desired outcome. There still is a desire for more and better innovation in the Construction industry, as discussed in the introduction (Koenen, 2018; Vissers, 2018). So although the industry is aware of the determinants that influence innovation success and how these have to be managed, this awareness has not resulted in the innovative reality that is desired. To enable making a next step towards the realization of this desire a new approach is needed.

*Adversarial contract relationships*, when the contractual terms within a governing relationship are adversarial they can have a direct negative impact on innovation. When mistrust and opportunistic behavior occur it makes contractors less inclined to propose innovative options and clients reluctant to redefine project specifications to enable innovative options (Rose & Manley, 2014). This obstacle has strong ties with the factor of industry relationships and emphasizes the relevance of initiating relationships and creating mutual trust (Kulatunga e.a., 2011).

Thus, the contextual determinants which influence the success of innovation within Construction projects are known. Also, in practice these determinants are increasingly taken into account as can be noticed in the industry. Clients and contractors are aware of their skills, attitude, and behavior being very influential on innovation success in their projects and in recent years various new procurement forms have been developed and adopted (Lenderink, Voordijk, Halman, & Dorée, 2018; Rutten, Dorée, & Halman, 2014). However, an argument can be made that in general, this effort has not resulted in the desired outcome. There still is a desire for more and better innovation in the Construction industry, as discussed in the introduction (Koenen, 2018; Vissers, 2018). So although the industry is aware of the determinants that influence innovation success and how these have to be managed, this awareness has not resulted in the innovative reality that is desired. To enable making a next step towards the realization of this desire a new approach is needed.

### 3.3 Control

The theory of 'control' could be the required new perspective/approach, as 'control has long been recognized as an important aspect of an organization's management of exchange relationships' (Aulakh & Gencturk, 2000, p. 521). As is stated in the previous section, (industry) relationships is one of the factors that has a prominent influence on innovation success. Also, exchange between organizations regarding information, knowledge, and skills is exactly what procurement is about and what concerns an organization's resources (two other factors). By taking the perspective of control this research will focus on the control of the exchange relationship between a client and contractor in construction projects. From this perspective should the client establish an appropriate governance form to enable a client-contractor relationship that facilitates innovation (Eriksson, 2008). This theory of control is particularly interesting when considering that its content signals that the current way of working within the construction industry appears to not be suited when it involves innovation. This will show from the content explanation of the theory.

Literature regarding control suggests that there are two main control mechanisms (Das & Teng, 2001; Eisenhardt, 1985; Ouchi, 1979):

- Formal control;
- Informal control.

### 3.3.1 Formal control

Formal control is about establishing and utilizing formal rules, procedures, and policies to monitor and reward desirable performance (Das & Teng, 2001). This form of control emphasizes the information aspects of control (Eisenhardt, 1985), this suggests that there is 'something' to measure and check. This 'something' can be one of two things within an organization: either an output or a process (Ouchi, 1979). Examples of documents that enforce formal control are policy plans, standard procedures, contracts, budgets and schedules (Vlaar, Bosch, & Volberda, 2006). In line with this explanation of formal control, it can be divided into output control and process control.

#### *Output control*

Output control focusses on accurately and reliably assessing performance by measuring the output (Eisenhardt, 1985). To enable this kind of control the desired output and the way this will be measured are determined up front, for example a certain turnover that has to be achieved. This form of control gives executing individuals and/or organizations autonomy regarding the way the outcome is achieved since they will only have to account for the actual output (Claes, 2008). This also makes clients not needing to have any knowledge about the process followed to realize the output, resulting in simplifying the management task of the client (Lagemaat, 2015; Ouchi, 1979).

#### *Process control*

Process control refers to the extent to which behavior or the means used to achieve the desired output is controlled (Eriksson, 2006). In practice, this results in for example upfront approval of methods used or monitoring of execution. This way of control is appropriate when the desired output is not measurable due to high complexity and involves close personal surveillance and direction by the client (Ouchi, 1979). The disadvantages of process control are that it stems creativity and innovation in practice, oppresses commitment and trust building and requires the client to have extensive knowledge of the process (Claes, 2008; Eriksson, 2008).

### 3.3.2 Informal control

Informal control, also known as social control, refers to minimizing the divergence of preferences among organizations and/or people (Eisenhardt, 1985) by developing shared culture and goals (Das & Teng, 2001). By developing shared culture and goals the involvement and commitment rises and the need for control and monitoring decreases (Ouchi, 1979). Due to this focus on abstract themes (e.g. beliefs, commitment, and trust), informal control is not easily measurable and difficult to register in a contract. Practical examples of ways informal control can be performed are joint goal setting, team building activities and sharing an office (Eriksson, 2006). Chen *et al.* (2018) argue in regard to adopting social control in a project that five non-contractual mechanisms improve the governance of highly uncertain projects. These five mechanisms are:

- Leadership, selecting project leaders based on their capability to make best-for-project decisions, them having strong communication skills and actively encourage collaboration among parties;
- Team workshops, organizing workshops to facilitate organizational alignment. To be effective these should include all levels of seniority, a broad range of participant types and an independent facilitator;
- Communication systems, a shared information technology to facilitate information flow within the collaboration;
- Relationship management, including a relationship manager to put a focus on aligning expectations and maintaining relationships among team members;
- Design integration, involving contractors and suppliers in the early stages of a project to ensure the constructability of the infrastructure.

Which of the three control mechanisms suits a situation best depends on two variables; output measurability and knowledge of the transformation process (Ouchi, 1979), see Figure 4.

*Output measurability* regards to what extent the desired output is actually measurable and is therefore mostly applicable to standardized products and/or processes (Eriksson, 2006). For example, the output measurability of a planning is high since time is perfectly measurable. However, for the required structural strength of a bridge output measurability is low since it is very complex and dependent on many not measurable variables, such as the quality of consolidation of concrete. When output measurability is high output control the viable way of controlling. *Knowledge of the transformation process* regards the knowledge and understanding of the process to achieve the desired outcome and how this process will be executed (Das & Teng, 2001). For example, the process of constructing a steel-reinforced concrete pillar with certain structural strength can be managed step-by-step based upon the pre-made design. With high knowledge of the transformation process, the viable way of controlling is process control. Lastly, when both variables are low the only viable control mechanism is that of social control. In which the focus is on maintaining a deep commitment from the contractor, reducing the need for explicit control (Ouchi, 1979).

		Knowledge of the transformation process	
		High	Low
Measurability output	High	Output control And Process control	Output control
	Low	Process control	Social control

Figure 4, Types of control and their applicability (Das & Teng, 2001)

As stated in the introduction of this section does the current way of working within the construction industry appears to not be suited when it involves innovation. Currently, nearly every Construction project is controlled by a combination of output and process control, usually both the desired output as the means to achieve that output is determined and registered up front (Eriksson, 2008). Traditional procurement created this situation due to its approach of prescribing outputs and processes required to achieve the desired goal (Blayse & Manley, 2004). But because this assumes high measurability of the output as well as a high knowledge of the transformation process, it can be argued that this way of exercising control is not suited for all construction processes, especially when a project involves innovation. When innovations are concerned it is often the case that the end result is not completely clear up front and the (transformation) process of developing and implementing an innovation is very seldom a process that is totally predictable and plannable (Sexton & Barrett, 2003). Therefore a change towards more social control as the form of the utilized control mechanism appears, in theory, to be a better form of control when innovation is regarded.

### 3.4 Design procurement process

To establish a certain control mechanism it has to be integrated into the procurement process prior to the actual construction phase. This step of integration into the procurement process has partially been performed by Eriksson (2008). In this research, Eriksson studied the effect of clients' procurement procedures on the balance between cooperation and competition in client-contractor relationships. This research assumes that in order to facilitate the right client-contractor relationship the client should establish an appropriate control form, by making purposeful choices concerning and during the procurement process. These choices involve the three control mechanisms stated prior: output, process, and social control. One of the components of this research is a model (see Table 3) in which for each buying process stage, in which a client decision is made regarding control, the effect of a client's decisions on competition, cooperation and cooptition as the client-contractor relationship is presented. In other words, this table shows the connection between the procurement process, the client-contractor relationship and the way this relationship is controlled in general for the Construction industry.

Table 3, Buying process stages' effect on client-contractor relationship (Eriksson, 2008)

Buying stage	Issues related to competition	Issues related to cooperation	Issues related to cooptition
Specification	By the supplier (or by the client)	Joint specification with shared responsibilities	Joint specification with one party responsible
Bid invitation	Open bid procedure	Direct negotiation	Limited bid invitation
Bid evaluation	High weight on price	High weight on soft parameters	Equal weight on price and soft parameters
Contract formalization	Formal, comprehensive	Informal, incomplete coupled with relational norms	Formal, comprehensive coupled with relational norms
Compensation	Fixed price	Including incentives	Fixed price and incentives
Collaborative tools	Low extent	High extent	Intermediate extent
Performance evaluation	By the client	By the supplier	By both client and supplier

Regarding this model, Eriksson (2008) argues that a client can establish the appropriate governance form by purposefully choosing between the three different types of control. Output control relates to competition as it focusses on market and price, process control to cooptition as a middle ground that focusses on hierarchy and authority and lastly social control concerning cooperation as it relies on commitment and trust. In other words, this model of Eriksson makes a connection between the three types of control and the way these are integrated into the procurement process of Construction projects. The seven stages of a buying process adopted in this model are derived from prior research done by Eriksson (2006) and Johnston & Bonoma (1981). However, when these studies are analyzed it shows that through time the stages have been altered each time, see Table 4. Although real underpinning of why and how these alterations came to be is absent, they presumably are introduced to make the buying stages suited for the current procurement practices within the industry. For this research, this also implicates that the buying stages proposed by Eriksson (2008) are not definite. Due to the developments regarding procurement that have taken place in the last 10 years, it is plausible that the buying stages of Eriksson (2008) have to be modified to suit the current practice of procurement in the Construction industry.

Table 4, Evolution of buying stages

Buying stages	Johnston & Bonoma (1981)	Eriksson (2006)	Eriksson (2008)
1	Initiation	Problem recognition and transaction type identification	Specification
2	Specification	Specification	Bid invitation
3	Approval of purchase	Supplier search	Bid evaluation
4	Search	Bid evaluation	Contract formalization
5	Selection of supplier	Selection of sub-suppliers	Compensation
6	Formalization	Formalization and product exchange	Collaborative tools
7	Evaluation	Performance feedback and evaluation	Performance evaluation

Eriksson's (2008) research was applied to Construction in general, it did not account for the specific dynamics of developing and adopting innovations. Furthermore, it was published 10 years ago, making it not account for all developments that have occurred in recent years regarding procurement in the Construction industry. Therefore, the link Eriksson made between procurement processes and control can be used as a starting point but it must be reflected upon the discussed factors of influence on the success of innovations and the current practices in the industry.

### 3.5 Conclusion and Conceptual framework

This literature study was performed to determine the fundamentals of the dynamics between innovation and the procurement process. Within the literature study, three questions were asked, which are answered here.

#### **How can client ambitions concerning innovation be operationalized?**

*Operationalizing innovation ambitions will be done by connecting them with the Technology Readiness Level framework.* This framework is developed for assessing the technological maturity of innovations and consists of a scale of nine levels, each level representing a stage of the development process of an innovation. These nine levels are categorized into four categories, to make them more foreseeable and practically applicable. By connecting the ambition(s) of a client to the category of TRLs it is possible to distinguish different

ambitions. Subsequently, making it possible to determine for each category how the procurement process can be designed to effectively procure innovations of those TRLs.

Regarding the procurement of innovations in practice, it is important to note that in practice most innovations that are procured, are innovations from categories 3 and 4, because of the specific risk-characteristics of these innovations. Innovations from these categories are substantially less risky for clients than innovations corresponding with categories 1 and 2 due to more research and development being done already. Regarding this phenomenon it is not such that clients specifically ask for innovations from categories 3 and 4, but that the way of procuring mainly results in offers corresponding with these categories. Although this is the case in practice, this research does include the lower categories. The reason to do so is that in situations where innovations from the lower categories are required the procurement process has to be suited otherwise there will be no offers from contractors including the required innovations. Resulting in a failed procurement process that will not suffice in fulfilling a client's ambitions.

### ***What factors determine the success of procuring innovation in the construction industry?***

*A research by Rose & Manley (2014) provides an overview of factors mentioned by prior researches and concludes that these can be classified into four categories of factors:*

- Industry relationships;
- Procurement systems;
- Regulatory conditions;
- Organizational resources.

*To ensure a procurement process is suited for procuring innovations, it is important to take these four categories into account as these function as conditions for the success of innovation. However, in recent years, many initiatives were taken within the construction industry to act on these four factors and facilitate innovation but still, the desired status of innovation is not reached. Therefore, an extra perspective is considered in this research that has the potential to facilitate innovation in another manner.*

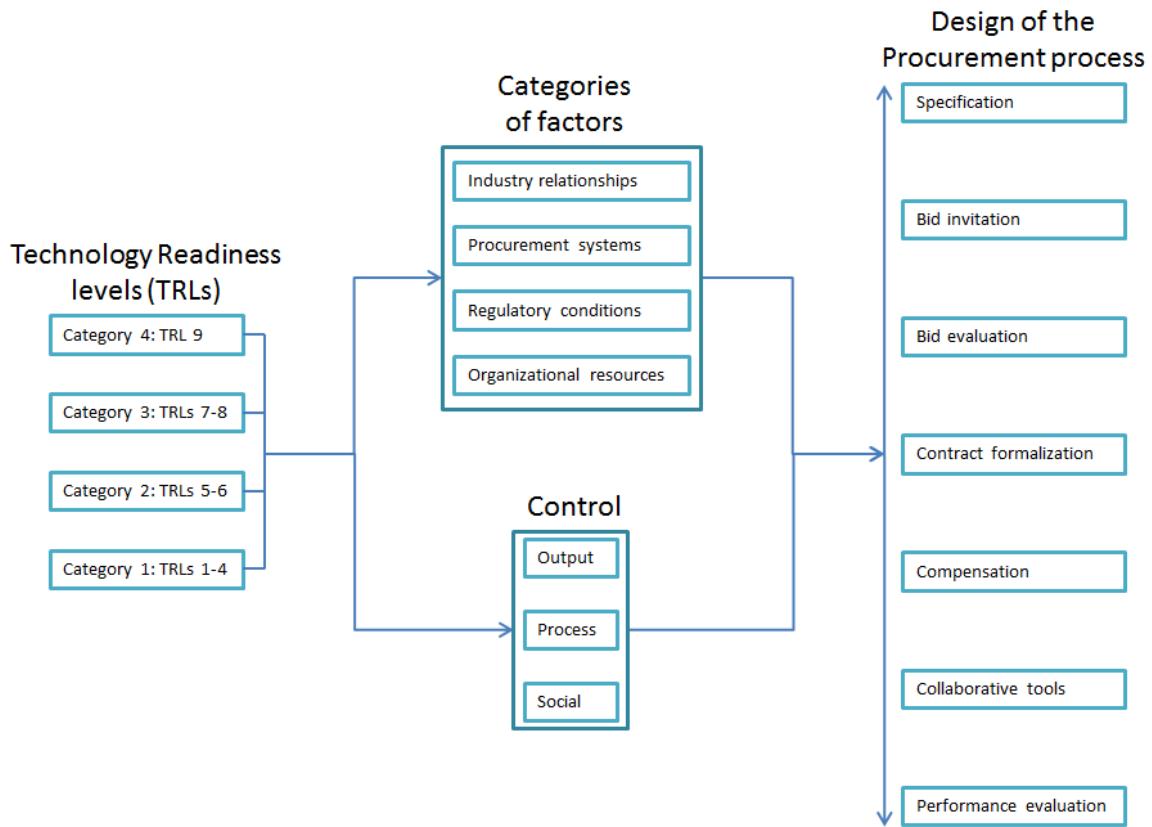
*This perspective is control, being the way a client governs its contractor(s) in which three options of control are possible: output, process, and social control. The traditional way of control based on output and process might not be optimal for the procurement of projects which include a need for innovation. A change towards more social control could be effective for improving the current situation. Even more so, in connection to the concept of TRLs, does this imply that when an innovation is less developed (lower of TRL), the output and process will be more uncertain and therefore social control becomes more important when TRLs get lower.*

### ***How can the procurement process be designed such that it enables procuring innovations for every client ambition possible?***

*The first step of determining how a procurement process can be designed to procure innovation is performed by Eriksson (2008). Namely, in this research the connection between control and procurement processes is made for the construction industry in general. Making this research suited as a fundament for this research. By evaluating the results of Eriksson regarding the four factors of influence and the specific dynamics of control when taking into account innovation, the procurement process suited for procuring innovation can be derived.*

#### **3.5.1 Conceptual framework**

To be able to utilize the previously discussed four concepts of Technology Readiness Levels, factors of influence, control, and design of the procurement process, they need to be put together into a conceptual framework. In a conceptual framework, a synthesis of the literature is represented to explain a phenomenon (Regoniel, 2015). The phenomenon to explain in this case is how innovation can be better procured by public clients. The conceptual framework for this research is shown in Figure 5 on the next page.



**Figure 5, Conceptual framework**

The conceptual framework is set up starting with the concept of the TRLs as this model functions as the base from which different innovation ambitions are differentiated. From this differentiation, it is possible to determine the suited approach for each TRL-category to fulfill the set innovation ambition. The second level of the conceptual framework is built from two concepts: factors of influence and control. To enable the development and adaption of innovations the factors of influence have to be integrated correctly. In addition to the factors of influence, this theory of control is considered. Because of the current approach appears to not be suited for the procurement of projects which need innovation, this theory is potentially helpful for improving the situation. Thus within the conceptual framework, both the factors of influence and control are considered to determine what circumstances should be created for innovation. This will be done for each TRL category.

From the concepts of factors of influence and control the step will be made towards the concept 'design of the procurement process', which is mainly based on the research of Eriksson (2008). Eriksson (2008) described seven buying stages in which clients make a decision affecting the control mechanisms. These stages can also be approached as if they are seven characteristics of procurement processes which can be modified by making certain decisions to create the desired form of control. In doing so Eriksson's perspective on how control influences the relationship between client and contractor is reversed to creating the desired relationship by designing the procurement process such that the characteristics match with it. In parallel to the management of control, the design of the procurement process has to consider the factors of influence. Although the factors do not suffice in reaching the desired rate of innovation, they need to be considered and integrated correctly to ensure they do not discourage or hamper innovation. When the factors are not taken into account they will form significant barriers, rendering the correct form of control irrelevant because the innovation is obstructed by the factors in this case.

So in summary, this conceptual framework represents the approach to determine for each TRL category how control and the factors of influence have to be managed to enable innovation and subsequently how this can be integrated into the procurement process.

# 4

## VALIDATION OF THE CONCEPTUAL MODEL

In this chapter, the validation of the conceptual model of this research is discussed. The conceptual model is validated regarding its practicality. This is required to ensure that the conceptual model actually connects with the practice of procuring innovations. The execution of this validation is done by performing semi-structured interviews experts. How many interviews were conducted for this step, with whom, and what their expertise was in regard to this research is presented in appendix 17. This chapter will answer the first part of the following research question (the part related to biocomposite is discussed in chapter 5):

*What are the experiences and situations in practice regarding the conceptual model and what is the current state of biocomposite bridge decks in relation to the TRL categories?*

In this chapter each of the concepts from the conceptual framework; TRL's, Factors of influence, Control and Design of the procurement process is discussed regarding its practical applicability.

### 4.1 Technology Readiness Levels

The first part of the conceptual model concerns the model of TRL's. This model is used to operationalize client ambitions to be able to differentiate these ambitions, meaning that for every innovative ambition the TRL can be determined of the innovation that is required to fulfill this ambition.

In the interviews, it appeared a different categorization is more suited in practice than the categorization made up front. Originally a categorization was adopted which contains four categories, see Table 2 and Figure 5, Conceptual framework. However, in the interviews a different categorization was proposed which makes a distinction between innovations of a relative low TRL (1-6) being innovations in development and innovations of a high TRL (7-9) being innovative products. As stated by a client: 'Low TRL's are seen as innovations that are still fully in the development phase, these innovations require space to experiment' (appendix 3). The higher TRL's are already developed into actual products, which makes demanding a certain output viable for these TRL's. Furthermore, the project manager of a contractor and the advisor of a public procurement expertise centre underpins this distinction: 'regarding different ambitions of clients it is important for innovations to determine what result a client desires, does he want to apply an innovative product or does he want to stimulate the development of innovative solutions?' (appendix 2 and 6).

In line with this categorization the proposed category of 'development' is changed to 'research & development' (R&D). Namely, because the lowest TRLs (1-3) do not concern the development of an innovation but researching the feasibility of the innovation. This is based on the definitions for both terms being that research aims at generating or expanding knowledge while development aims at the application of the technology (Leifer & Triscari, 1987).

### 4.2 Factors of influence

Subsequently, the research focusses on which factors influence the success of innovation in the construction industry. The factors have been determined by Rose & Manley (2014), but the question remaining is how these factors of influence behave for the different TRL-categories. By determining which of these factors influence the success of innovation the most and why, it becomes clear what has to be considered in the procurement process to ensure innovation success.

The primary finding regarding the factors of influence is that the lower the TRL is, the more the factors of procurement systems and regulatory conditions become a struggle. This is due to the fact that at a lower TRL less is known about the innovation regarding its functioning, applicability and such. These factors then tend to become substantial barriers for innovation for the lower TRL's because both these factors are designed to ensure the client receives an offer that suits their specific desire and guarantees a certain performance of the result, as is stated by the client and the procurement and contracting advisor (appendices 1 and 3). Also, the contractor's project manager stated that these factors are important because 'it is crucial to create space for

market parties to implement their innovations, which mainly concerns these two factors' (appendix 2). From this last quote, the new formulation is also adopted for this combined aspect, being 'solution space'. In this context solution space is the amount of space c.q. freedom for solutions within the procurement process and regulatory conditions, for example, a small solution space coming from a tight procurement process in which many restrictive conditions are formulated to which the innovation must comply. This finding appears to be solid because it shows and explains the conflict, stated in chapter 1, between a client's desire for certainty and innovation requiring freedom to be implemented. For innovations of a lower TRL, which are less developed, this conflict is more present because the uncertainty of the performance of these innovations is significantly higher (in comparison to high TRLs or fully developed products).

The second finding is that the importance of the factor 'industry relationships' increases as TRLs become lower. This is due to it becoming less certain for lower TRL's what the output and process will be for implementing innovations in the project. To cope with this uncertainty the client and contractor will have to create a functional collaboration. Stated by the manager innovation and product development working for a supplier: 'for the integration of development innovations the client must take part in a collaboration with the developer of that innovation' (appendix 5).

From this need for collaboration for the implementation of innovations the third finding regarding the factors of influence that was stated in the interviews is that certain skills and characteristics of the client are important for the success of innovation. The contractor's project manager stated: 'the characteristics of the client are very important for the overall process (of implementing innovations), for example, 'how flexible a client is' or 'to what extent is a client able to engage in a functional collaboration or is he traditional in procuring?' (appendix 3). In addition, both the client and the university state the importance of an open attitude and approach of the client to enable more communication and discussing between the client and contractor, which is required for the collaboration and creation of space for the innovation(s) (appendices 3 and 4).

The last finding in regard to the factors of influence concerns the name of this concept. The initial name (factors of influence) was deemed not appropriate because this name indicates that these are the only four factors that have influence. However, as explained in section 3.2, the four factors of Rose & Manley (2014) are kept rather general to cover the large amount of found factors in literature. Because of this generality, the factors are not deemed specific factors of influence but categories of factors.

### 4.3 Control

The next concept of the conceptual framework is that of control, which consists of three forms of control; output, process and social. This concept is considered because it can be argued that although the factors of influence are being considered and integrated into procurement processes and projects, they do not suffice in realizing the desired innovation. Therefore, control is considered in this research as an additional perspective for realizing innovation.

The main result concerning control is that all interviewees agree that the lower the TRL of an ambition is, the more control should shift towards social control. This is due to the fact that at lower TRLs there is not much to measure due to the innovation still being in development, this was confirmed by both client, contractor, the procurement and contracting advisor and the advisor of the expertise centre (appendices 1, 2, 3, and 6). This lack of measurement makes output and process control inapplicable and thus social control the only viable option. In addition, does social control also service the creation of a collaboration between the client and contractor to handle obstacles encountered when integrating an innovation.

Secondly, when looking specifically at output and process control both the client, the contractor's project manager and the advisor of a public procurement expertise centre stated that 'in the category of product innovations (TRL's 7-9) output and process control are viable options' (appendices 2, 3, and 6). This because in this category of innovations is developed far enough and there is sufficient experience with it that it is acceptable to expect and guarantee a certain performance of the innovation. When looking at definitions of the TRLs this seems appropriate, because for the TRLs 7-9 the only steps left are integrating the innovation

into the overall system. Meaning, the innovation itself is fully developed and tested and thus its performance is known and predictable to its developer (the contractor).

Lastly, the procurement and contracting advisor argued that it is difficult for clients to implement social control due to its nature of not being measurable (appendix 1). In their institutional system clients often require certain measurements to account certain decision and expenditures. Integrating social control in this systems is difficult because it is based on mutual trust and collaboration, one practical way that currently is used to exercise social control is agreeing upon a commitment of effort. Meaning a client and contractor make a deal that the contractor will put in a certain amount of effort into developing and/or implementing an innovation for a certain amount of (financial) compensation. Within this deal of commitment of effort, a contractor has to prove that he has put in the agreed upon amount of effort, often in man-hours, to earn the compensation.

#### 4.4 Design of the procurement process

The last part of the conceptual framework concerns the design of the procurement process. In other words, does this concern how the prior three concepts can actually be integrated into a procurement process such that they enable the procurement of innovations that have the potential to fulfill the set client ambition. The starting point for this design is a model created by Eriksson (2008). However, this model is created for procurement in general for the construction industry. Therefore is in the interviews reflected upon this model specifically for innovation, keeping the three prior concepts in mind.

The main result for this concept is that the lower the TRL of the required innovation gets, the more the design of the procurement process has to relate to collaboration as stated in several interviewees from different parties (appendices 1, 2, 3, and 4). Thus, an emphasis on competition is not considered suited for these TRLs. This is in line with the prior stated requirement of collaboration to cope with the uncertainty of implementing innovation and the obstacles encountered in the execution of this implementation. Furthermore, a competition approach is not viable because due to the high uncertainty at low TRL's it is impossible to guarantee a certain performance of the innovation, which is required for good competitive

Following the main result, the aspects of Eriksson's model that are stated as specifically important by the client and contractor's project manager for enabling innovations, are specification and bid evaluation (appendices 2 and 3). This is in line with the importance of the factors of influence 'procurement systems' and 'regulatory conditions', because these three aspects are the practical translation of these two factors and these aspects are often experienced by contractors as obstacles for the implementation of innovations. For example is it stated in interview 2 that 'a high focus on price (bid evaluation, related to competition) is a big obstacle for implementing innovation.'

The third finding regarding the design of the procurement process is that the aspect of 'collaborative tools' is very much connected to the concept of social control. As stated by the contractor's project manager, when the TRL's get lower and uncertainty regarding the innovation grows, the usage of collaborative tools has to increase to create a collaboration that can handle this uncertainty (appendix 2). However, the procurement and contracting advisor stated that 'the usage of collaborative tools is very dependent on the attitude of the client. When the client is reluctant towards these tools the chance they get used is very slim although the creation of a suiting collaboration is very important for the realization of innovation' (appendix 1).

#### 4.5 Conclusion

In line with the validation of the conceptual framework, some adjustments are made to make the conceptual framework more aligned with the practice of procuring innovations. These adjustments do also resemble the answer on the part of the second research question that is evaluated in this chapter. The new revised conceptual framework is presented on the next page.

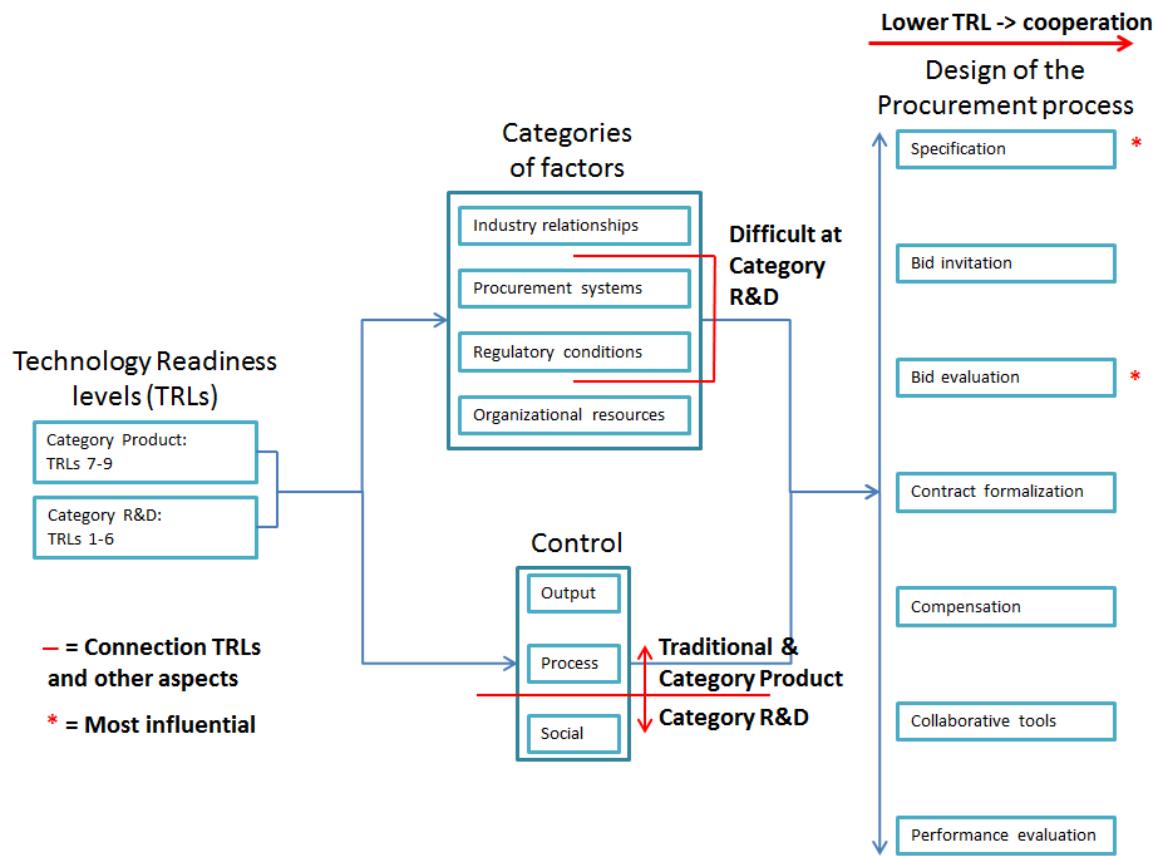


Figure 6, Revised conceptual framework

The main aspects that can be noticed, in this revised version of the conceptual model in comparison to the original version, are:

- The TRL categorization has changed from four categories to two;
- The factors most restrictive for innovation (especially innovations at category R&D TRLs) are procurement systems and regulatory conditions;
- Regarding the theory of control determined is that social control suits the category R&D (low TRLs) best, and output and process control is the way of control exerted traditionally and also the way suited for the category Product (high TRL);
- When the TRL of the, to procure, innovation gets lower, an increased focus on cooperation on the spectrum of Eriksson (2008) in the design of the procurement process seems more appropriate than a focus on competition;
- The most influential aspects, out of the seven adopted from Eriksson (2008), of a procurement process on the adoption of innovation are specification and bid evaluation.

# 5

## PROCURING BIOPOLYMER BRIDGE DECKS

In this chapter, the results are presented regarding designing the procurement process specific for the innovation biocomposite bridges argued from the revised conceptual model as presented in the previous chapter. In this chapter the research question to be answered is:

*How was a procurement process designed for procuring biocomposite bridge decks in practice and how was this experienced by the involved parties?*

Firstly the innovation of using biocomposite as a new material for constructing bridge decks is introduced a bit more to provide a more in-depth overview of its relevance, current status, and future. Secondly, the specific characteristics of this innovation are discussed, which have to be kept in mind when a procurement process for it is designed. Subsequently, the research focusses on the project Ritsumasyl in which a moveable biocomposite bridge has been developed and is currently in construction. This project is analyzed to determine what made it successful in procuring the desired innovation and subsequently also executing on that. To conclude this chapter the results from this singular project are reflected upon from the perspective of the revised conceptual model to answer the research question.

### 5.1 The current state of biocomposite bridge decks

In recent years, the awareness for the environment, circularity, and sustainability has increased tremendously and developments are required to fulfill the needed change. Biocomposite is a development aligned with this context aiming to reduce the CO<sub>2</sub>-emission, being less dependent on fossil resources and increasing the number of renewable products used (Yan, Chouw, & Jayaraman, 2014). Biocomposite is able to do so due to it being partly or fully renewable and biodegradable and reducing CO<sub>2</sub>-emission all whilst having adequate mechanical properties for application, making it suited for this context (Fazeli, Florez, & Simão, 2018). Some examples of applications are; food packaging, the car industry and sports products (Netcomposites, 2014; Oever van den & Molenveld, 2012). Another potential application is using it as a construction material as replacement of aluminum, steel or concrete (Hoogendoorn & Verhoeckx, 2015; Yan e.a., 2014). Besides all stated environmental benefits of biocomposite in this application, it has two additional benefits: it is lighter and mouldable. This enables additional possibilities within the construction process and makes working with the product favorable. One of the applications of biocomposite in construction that is currently in development is creating bridge decks out of biocomposite (Circulair Friesland, 2017; Duurzaam Gebouwd, 2013; Eindhoven University of Technology, 2016).

Due to these benefits of biocomposite and these possible applications, the amount of biocomposite that is produced in the European Union over the last years has grown and is expected to grow even further, see Table 5 and Table 6. These tables show that the expectations made in 2015 are probably going to turn out to be too optimistic as the growth seen between 2012 and 2017, especially in construction, is not high enough to grow to at least 400,000t by 2020. The main growth that is present is seen in technical applications and consumer goods. However, due to the still increasing attention for circularity and sustainability and the ambitions set by governmental bodies to strive towards a circular economy with their ambition set at 50% less usage of primary resources (minerals, fossil resources and metals) (Rijksoverheid, 2016), the growth and development of biocomposite and its application is not to be perceived as unpromising. This is also shown by exemplary and developmental projects such as the bridges in Ritsumasyl in Friesland or in Eindhoven at the university of technology (Eindhoven University of Technology, 2016; Provincie Fryslân, 2017).

Table 5, Production of biocomposites (WPC and NFC) in the European Union in 2012 and forecast 2020 (in tons) (Carus et al., 2015)

Biocomposites	Production in 2012	Forecast production in 2020 (without incentives for bio-based products)	Forecast production in 2020 (with strong incentives for bio-based products)
<b>WPC</b>			
Construction, extrusion	190,000 t	400,000 t	450,000 t
Automotive, compression moulding & extrusion/thermoforming	60,000 t	80,000 t	300,000 t
Technical applications, furniture and consumer goods, mainly injection moulding	15,000 t	100,000 t	> 200,000 t
<i>Traded granulates for extrusion and injection moulding</i>	<i>40,000 t</i>	<i>200,000 t</i>	<i>&gt; 300,000 t</i>
<b>NFC</b>			
Automotive, compression moulding	90,000 t	120,000 t	350,000 t
Granulates, injection moulding	2,000 t	10,000 t	> 20,000 t

Table 6, Production of biocomposites (NFC, WPC & others) in the European Union in 2012 and 2017 (Carus & Pranen, 2018)

Biocomposites (NFC, WPC & others)	2012	2017
Decking, siding and fencing, mainly extrusion	190,000	200,000
Automotive, mainly compression moulding	150,000	150,000
Technical applications, furniture and consumer goods, mainly injection moulding, 3Dand others	17,000	60,000
<b>Total</b>	<b>357,000</b>	<b>410,000</b>
<i>The total figure includes: Produced and traded granulates or injection moulding and extrusion</i>	<i>40,000</i>	<i>80,000</i>

### 5.1.1 The composition of biocomposite

A composite material is composed of a combination of two or more different materials (Fazeli e.a., 2018). For biocomposite, the two materials that are combined are natural fibers and biodegradable polymers (Oever van den & Molenveld, 2012).

#### Natural fibers

Natural fibers are the main component of the material and provide its structural strength and stiffness. Namely due to their tensile strength they can function as reinforcement of the biocomposite, just like steel can do for concrete. Natural fibers can be harvested from many various plants, e.g. flax, hemp, cotton, straw, bamboo (Dahy, 2017; Oever van den & Molenveld, 2012). To create fibers suited for application in biocomposite they have to undergo several physical, chemical and additive processes that counter some applicability problems. Mainly the poor bonding with polymers, high moisture uptake, and limited thermal stability have to be treated to create a suitable fiber (Netcomposites, 2014).

To create the required structural strength in certain situations the fibers can be ordered such that their direction matches with the expected forces on the structure (Oever van den & Molenveld, 2012; Yan e.a., 2014). The options for ordering the fibers are:

- Woven, when weaving the fibers at a 90° angle of each other it creates some sorts of a net which can mainly absorb forces from the four direction perpendicular on the net. This is comparable with the weaving of clothing;
- Unidirectional, ordering the fibers such that they all have the same direction. This is the best option when it is expected that the fibers will only experience forces in one direction;
- Random, the last option is pressing the fibers together in a random pattern. This will create a mat in which all fibers are positioned randomly. This is suited when the direction of expected forces is not known up front.

## *Biopolymers*

Biopolymers function as the glue of the biocomposite component. First off it is important to note the difference between biobased and biodegradable polymers. Although these two terms appear very similar not all biobased polymers are biodegradable and vice versa (Netcomposites, 2014). To contribute maximally to the circularity and sustainability a biopolymer that has both characteristics is most optimal. Biobased biodegradable polymers can be created from various resources such as; starch and plant oils (Netcomposites, 2014; Oever van den & Molenveld, 2012). By chemically modifying these resources a polymer can be created that can fulfill the desired function within a biocomposite component.

In addition to these two components, there is the option to add a core material to the biocomposite component to increase the stiffness of the overall component. Examples of core materials are wood, biobased honeycombs and biobased foams (Netcomposites, 2014).

### **5.1.2 Challenges for biocomposite**

For the further development of biocomposite as a circular product to be used in the construction industry, two specific challenges are still to be handled, besides the basic development process of optimizing the innovation. These challenges are achieving the highest possible percentage of biobased and biodegradable material and countering some specific weaknesses of the material.

Firstly, the challenge to increase the percentage of 'bio' in the composites which is connected to the biopolymers as natural fibers obviously are already 100% biobased and biodegradable. However, using 100% biobased and biodegradable polymers is often not possible because at such a high percentage the mechanical characteristics are not sufficient for application in a biocomposite used in the construction industry (Hoogendoorn & Verhoeckx, 2015). To create a biocomposite with the sufficient mechanical characteristics this percentage is commonly between 20 and 50%, in which case it is supplemented with polyester, vinyl ester or epoxy. To better comply with the ideas of circularity and sustainability this percentage of biobased and biodegradable polymers should be increased.

Secondly, in their current form do biocomposites encounter certain durability issues in the construction industry due to the high demands in combination with being exposed to outdoors influences. In comparison with application in, for example, the automotive industry or furniture the construction industry demands a much longer lifespan of the used materials. Whereas a bridge is built with an expected lifespan of at least 50 years that of a car or chair, for example, is much lower, thus making the demands for durability on the biocomposite much lower. In addition, will a biocomposite be constantly exposed to outdoors influences such as UV-light and fluctuating humidity levels. Biocomposites do often not have the required durability for application in the construction industry (Carus e.a., 2015; Netcomposites, 2014).

## **5.2 Specific characteristics for procurement**

To be able to determine the procurement process best suited for an innovation its specific characteristics have to be considered. These specific characteristics may heavily influence how potential contractors experience and understand the tender and how they form their offer. In this section, the specific characteristics for the innovation biocomposite bridge decks are discussed, including the effect they have on the procurement process.

The specific characteristics that are discussed in this section are determined in the held interviews, read literature and documents (including those regarding the project Ritsumasy).

### *Limited amount of producers/suppliers*

The first influential specific characteristic of this innovation is its limit amount of producers/suppliers. Only a few companies are involved in producing biocomposite products, never mind biocomposite structures for civil engineering projects such as bridge decks. Most of the companies that are able to produce biocomposite structures for civil engineering are able to because of their origin in working with 'traditional' composites, such as glass fiber reinforced plastics. However, this market of 'traditional' composites is still rather new so in addition to not many companies being able to produce biocomposite structures, are some

companies that are able to inclined to not do so to protect their investment in the ‘traditional’ composite (appendix 8).

For procuring this innovation this means potential undermining of the competition between different companies that procurement traditional tries to amplify and capitalize on. This is especially influential when the position of producers in procurement processes is considered (appendix 8). Usually, producers take the role of a subcontractor or supplier within a project, meaning that they are contracted by the main contractor to fulfill a small part of the overall project which he is contracted for by the client. The problem that arises for this structure when there are only a few producers of a crucial part for an overall project, such as a bridge deck is for a bridge, is that several main contractors will contact the same producers. This denies market functioning because all main contractors are dependent on the same producers of a crucial part of their project but simultaneously the producers of this crucial part have no direct link to the client. This makes the overall contractor too influential on how the innovation is integrated within the project, while he does not have the knowledge and skills to make this influence be suited for him. Thus, it is important that the producer himself is sufficiently influential within the overall project because of his importance for the final project result.

### *Big application and crucial part of the overall structure*

This innovation of biocomposite bridge decks is a substantial part of the overall bridge structure, making innovating on this part more complicated. The risk acceptance to such a substantial part of the overall structure is lower, due to the big consequences if failure occurs. In addition, testing innovations to such a big and substantial part of a structure more difficult. Performing lab tests on material characteristics is no problem, but testing a full-scale model of such a structure is obviously very costly, making it important to plan the development process of such an innovation carefully. For the procurement of an innovation, that takes on such a vital part of the project and which cannot be easily tested on full-scale, it is important to have a good understanding of how the integration process of the innovation into the overall project is organized.

### *TRL dependent on point of view*

For this research, the question to answer for a particular innovation is at what TRL the innovation is currently at. However, in the interviews (appendices 4 and 5) the answer to that question was unambiguous but unsatisfying: "That depends on your point of view". It became clear that the TRL an innovation is currently at, depends on what the exact definition is of the innovation and what demands are set for the innovation to meet. For example, do you demand the biocomposite used for the bridge to be 100% bio-based or is 80% sufficient? The difference of TRL that comes from this relatively small difference of demands is approximately a TRL of 2 for 100% and a TRL of 6 for 80% (interview 5). The result of this aspect of TRL determination is that there is no clear answer to the question "What is the current TRL of biocomposite bridge decks" due to a lack of specificity in this question. But more importantly, it also shows that a rather small change in the set demand to the innovation could rise its TRL substantially, making its implementation in the project much more viable.

Regarding the procurement of an innovation, such as biocomposite bridge decks, this characteristic shows that the TRL of the innovation in regard to the initial specified demands and wishes has to be discussed during the procurement process. By doing so it might show how a change in demands or definition of the innovation could increase the TRL of the innovation, without developing the innovation, making the implementation of the project more viable and easier.

## **5.3 Biocomposite bridge Ritsumasyl**

This section concerns the project Ritsumasyl in which a biocomposite bridge is procured and constructed. Firstly, a general description of the project is given, including how the procurement process was designed and to what result this has led. For this first part, much information is used from another master thesis of the University of Twente, namely that of E. Kleinhuis (2019). Subsequently, the project is reflected upon from the point of view of this research and its (revised) conceptual model, as presented in the previous chapter.

### 5.3.1 Project description

In this project, a moveable bridge over the Van Harinxmakanaal near Ritsumasyl, see Figure 7, is renewed and in addition, its purpose is adjusted from accessible for all traffic to solely meant for foot and bicycle traffic. This project is one of the last parts of the so-called 'Haak om Leeuwarden', a large area (re-)development infrastructure programme in which several big infrastructural projects have been completed around Leeuwarden. Due to this redesign of the large infrastructure in the area, the smaller infrastructure also has to be updated because at several locations it (partially) lost its function. One of those occasions is the bridge near Ritsumasyl which, as said, is replaced by a bridge solely meant for bicycle and foot traffic because the function of the bridge has changed in the new 'tracébesluit'. In addition, this project is also put forward because of the desire to make the Van Harinxmakanaal accessible for class V vessels (Provincie Fryslân, 2015), which the old bridge did not facilitate. In 2015 the provincial executives determined that the renewal of this bridge would be done in an innovative and sustainable way. This decision was made by the executives to align practice with their plans to a) stimulate the local economy by providing innovation a chance in its projects and b) work towards a more sustainable and circular province Friesland. The approach to doing so was constructing the bridge deck from the innovative material biocomposite and collaborating closely with knowledge institutions and private organizations while developing and realizing this innovation.

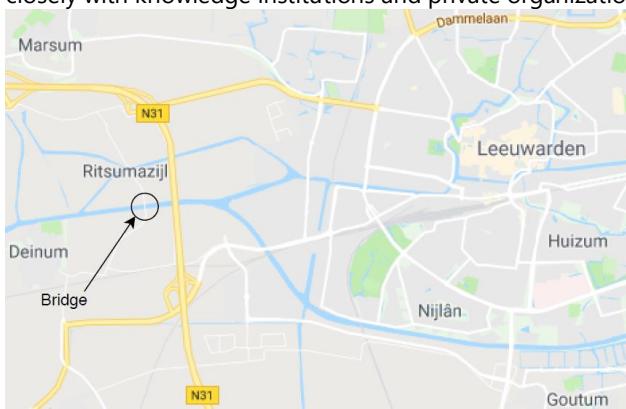


Figure 7, Location project Ritsumasyl

The project has been procured in 2016 by means of the European procurement procedure. The total budget for the project was initially set for approximately €5m. Within that budget, approximately €3.5m was assigned to the overall contractor and approximately €400k was assigned to the producer of the specific component, the bridge deck. To make sure the innovation they were looking for would be integrated into the project, the province Friesland prescribed their wish for a moveable bridge in which the bridge deck is made out of 100% biocomposite. However, adopting this innovation in the project meant that it had to be organized differently, compared to a more traditional project, to make sure the uncertainties, risks, and required R&D could be handled sufficiently. The client recognized this and designed a procurement process to suit these circumstances. The most meaningful decisions the client made regarding the procurement process are:

*Working in a construction design team*, the client recognized it needed to more actively collaborate with the procured organizations for two reasons: a) to be able to counter the many uncertainties and risks that come along with working with this innovation and b) to realize their ambition to share knowledge and experiences (with, amongst others, knowledge institutes). Traditional procurement procedures do not facilitate this extensive collaboration between a client and its contractor(s) sufficiently. Therefore, the client decided to procure a construction design team for this project. A construction design team (bouwteam) is a Dutch procurement procedure in which not the project is procured but a role in the construction design team, subsequently to which the construction design team initiate into a close collaboration to further specify how the project can be realized best, often including specifying the conditions and making the design.

*Splitting up the R&D and construction phases*, by doing this the client mitigated many of the uncertainties and risks that come with integrating an innovation in their project. For example, the client set the ambition to construct the bridge deck from 100% biocomposite. Although, they recognized that this was a very high ambition they used it as a statement saying 'we want to strive for the highest percentage possible'. Besides the exact highest percentage biocomposite many other uncertainties were unknown to the client prior to the

procurement process. By splitting the R&D and construction phases there was a phase of R&D prior to the construction of the bridge in which the construction design team further investigated if and how the innovation could be best integrated into the project while complying with the set conditions.

*Splitting up the procurement of the contractor and producer,* in the previous section it was stated that there are only a few companies able to produce the specific innovation of a biocomposite bridge deck. This results in detraction of the market mechanisms in a procurement process. Prior to the procurement process, the client was afraid that if the producer would be involved in the project as a subcontractor he would not get the influence he should have. Namely, the producer is of critical importance to the success of the innovation but when involved as a subcontractor all communication and decision making regarding the producer's functioning would go through the contractor, degrading the producer's influence and simultaneously the influence of the client on this producer. To counter this situation the client decided to separately procure the contractor and producer, so the client procured both roles in the construction design team in separate procurement processes.

*Usage of specific selection- and award criteria that facilitate the opted process,* to make sure that the intended process, for developing and constructing the innovation, would function as intended the client had to make sure that the companies it procured were suited for such a process. This was done via the selection- and award criteria such that the company best suited for this process would win. Note, for the producer no selection criteria were formulated because there was no need to make a selection due to only a few companies being suited for this role. For selecting five contractors that would be invited for the tender process the client set the selection criteria based on the reference projects each contractor would submit. Each reference was scored on three selection criteria: 1) technical comparability of the work (comparable to working with moveable composite bridges), 2) experience collaborative design process and 3) result/innovation by input of contractor. In addition, the client formulated the following award criteria, for respectively the contractor and the producer:

Table 7, Award criteria project Ritsumasyl

	Contractor	Producer
Award criteria	Vision regarding risk control Interpretation of its role in the construction design team Hourly prices for R&D phase	Knowledge and competence of working with biocomposite Interpretation of its role in the construction design team Hourly prices for R&D phase

Important to state is that the scoring of the first two award criteria, for both procurements, was based on both the written plan as well as on interviews the client held with each tenderer. This was done to make sure the tenderers really understood the mindset and role that was desired of them within the project. Furthermore, the last criteria 'hourly prices for R&D phase' was included to make sure the costs for the client were still somehow competitive and realistic. However, this criterion had a low weighting in comparison to the other two criteria that it was no decisive criterion.

Ultimately the winners of the tenders where Delft Infra Composites for the role of producer of the biocomposite bridge deck and a combination of Reef-Infra (now known as Strukton), Spie and Antea Group for the role of contractor. Making the total composition of the construction design team consist of the following parties; province Friesland, Reef-Infra, SPIE, Delft Infra Composites, Witteveen+Bos, Sweco, Antea group, and GreenPac. The latter is an innovation center focussed on green plastics, fibers, and composites, established by Windesheim and NHL Stenden (both universities of applied sciences). Including this organization enforces the province's ambition of knowledge creation and sharing.

### 5.3.2 Connection to the conceptual model

To determine what aspects of this project and its procurement process contributed to the current success it has in procuring, developing and realizing a biocomposite bridge deck, several interviews have been conducted with people holding key-positions within the project. These people are (corresponding appendix which includes the interview report):

1. The project manager of the client (appendix 8);

2. An external senior advisor, who advises the client (appendix 12);
3. An external contract and procurement advisor, who advises the client (appendix 7);
4. The project manager of the contractor (appendix 9);
5. The director and owner of the producer company (appendix 11).

In each of the interviews, the revised conceptual framework (Figure 6 in section 4.5) was reflected upon, determining how each aspect of the conceptual framework has been handled in this project. In this section, the results from these interviews are presented in line with the conceptual framework.

Before each aspect of the conceptual model and its connection with the procurement process of this project is discussed, the table below shows a summary of the findings. The key aspects that are regarded as making the project successful have been highlighted.

Table 8, Summary of conceptual model results in regard to project Ritsumasyl

<b>Technology Readiness Levels</b>	Category R&D	The innovation biocomposite bridge decks started in this category of TRL.
	Category product	During the R&D stage the innovation would proceed towards this category for the construction phase.
<b>Factors of influence</b>	Industry relationships	This factor was not as relevant for this project, because its core of knowledge exchange and cooperative behaviour is already being focussed upon by the approach of a construction design team.
<b>Procurement systems</b>	Procurement systems	Discussed in the last part of this table.
	Regulatory conditions	Handled by <b>not making the performance specification binding at awarding</b> and further determining the conditions in mutual consent with the contractor and producer within the construction design team.
	Organizational resources	Sufficient resources were available, making sure the focus was on developing and adopting the innovation.
<b>Control</b>	Output	Only for traditional parts of the project and in the construction phase
	Process	On detail level of tasks and in construction phase.
	Social	The <b>general approach of the R&amp;D phase</b> , to cope with the uncertainty.
<b>Design of the procurement process</b>	Overall approach	<p><b>The project was split up in two phases:</b> R&amp;D and construction. In which the R&amp;D phase was meant for the construction design team to research how and if the innovation could be adopted for this project. To cope with the uncertainties in this phase the general approach was cooperation (in regard to Eriksson (2008)).</p> <p>Splitting up the procurement of the contractor and producer. Because of few producers being available for this project this role in the construction design team has been procured separately, instead of involving this role as a subcontractor to the contractor. By doing so the client ensured the producer of sufficient influence in the construction design team which was important because of his knowledge and skills regarding the innovation at hand.</p>
	Specification	The initial specification was the basis which was supplemented and adjusted during the R&D phase in mutual consent of all involved parties to make the specification binding at the transition towards the construction phase.
	Bid evaluation	The <b>bid evaluation was tailored towards the opted collaboration</b> within the construction design team by including this in the award criteria and including an interview with the tenders to determine if the potential construction design team-members were actually suited for working in such a collaboration.

## *Technology Readiness Levels*

Initially, the TRL of this innovation was approximately 2 or 3 (appendices 7 and 11) and the client understood this. The client was conscious of the fact that if he wanted to adopt this innovation in his project they had to make sure it somehow got developed further prior to the construction. In addition, the client understood that because of the low TRL it was uncertain if the innovation could be developed sufficiently to make adopting it in the construction possible (appendix 8). Therefore, it was clear that the desired innovation in this process was one that was part of the category R&D (TRL 1-6).

## *Factors of influence*

Regarding this aspect of the conceptual framework the interviews aimed at determining how each factor was handled within the project, why it was done this way and to what result this lead.

In regard to *Industry Relationships* has this project not actively done anything. The reason for doing so was that this project aimed at one specific innovation, which only a few producers were willing and available to participate in. This meant that there was no specific need to connect the right people to make sure the right innovation would get adopted (appendices 7 and 9). Both these interviewees stated that they believe that when the initial ambition, and the required innovation to fulfill this, are not as clear and specific as was the case in this project, this aspect will become more important and connecting the right people to create opportunities for the innovation will possibly become more significant for the project.

The aspect *Procurement system* will be discussed in regard to the last part of the conceptual framework, being the design of the procurement process.

*Regulatory conditions*, this aspect has already been stated as problematic for innovation in the first set of interviews held for chapter 4. In the interviews for this project, the influence of this aspect on the adoption of innovation was also confirmed. The way regulatory conditions have been tackled in this project is that the client specified the functions the innovation ideally would be able to fulfill. However, because of the low TRL of this innovation, no clear guidelines or norms were available for determining this for the specific innovation. The client decided to adopt the specification for 'traditional' composite for this innovation as the goal that the innovation must strive towards (appendix 7). However, the client did understand at this early stage of the project that it was very uncertain if this would ever be possible to achieve within the constraints of the project (time, quality and money). Therefore, it would not encourage market parties to participate if this specification would be forced onto them, including the responsibility to make the innovation comply with the specification. To solve this, the client did not make the performance specification contractually binding for the R&D phase, making the overall process of the project in regard to the specification as following:

1. R&D phase, during this phase the innovation is developed and simultaneously the specification is analyzed to determine which demands or norms are realistic and which might have to be changed;
2. Construction phase, when the R&D phase is finished the client, producer and contractor mutually agree upon the performance specification of the innovation and how the risks and responsibilities are shared. With this agreement, they make this final performance specification contractual binding for the construction phase. Practically this has been done by adding an addendum to the construction design team agreement (based on the Uniform Administrative Conditions integrated contracts (UAV-gc)).

This process has been experienced as suitable for handling the aspect of specification in regard to an innovation of such a low TRL, as stated in appendices 9 and 11 by both the contractor and producer. In appendix 8, the project manager of the client underlined the fact that a client has to discuss internally how much space they can give within a specification. It varies how much space this is, mainly depending on the risk acceptance of the client and the specific innovation's risks.

Regarding the *organizational resources*, the client of this project has managed these such that they were never experienced as barriers for developing and adopting the innovation by any involved party. The resource time was managed by creating strict schedules on operational level, ensuring the efficient usage of time. In regard to the resource money a budget ceiling was set for the R&D phase, the contracted parties were paid on an hourly basis and all parties understood that the lower the costs would turn out the bigger

the chance that the innovation would actually be realized (as the client's administration would still have a decision on whether or not the innovation would actually be constructed within the project, which would partially depend on costs made and expected).

### *Control*

When looking at the way the client controlled the contractor and producer the distinction between de R&D phase and construction phase is clearly present. In accordance with the theory of control the client understood that because of the high uncertainty in regard to the output (performance) of the innovation the project initially, in the R&D phase, generally has to be controlled socially. This way of control was confirmed to be applied in appendices 8, 9 and 11 by the client, contractor, and producer. The applied way of control for each phase of the project was explained as following:

- R&D phase: in general social control to create flexibility to cope with the large uncertainty of the innovation, but on specific parts or tasks control was mainly process focused to create efficiency;
- Construction phase: the traditional combination of process and output control. Because the work in this phase is based on the specification, which is agreed upon in mutual consent, the control in this phase can be shifted towards more traditional control to further maximize the efficiency of the project.

The noticeable part is the combination of social and process control for the R&D phase (appendix 7 and 9). Because of the high uncertainty of the innovation's performance, a focus on social control was expected and involving process control in this phase was not deemed possible because of the uncertainty regarding the adoption process of the innovation. However, in the interviews, it was explained that although this process was uncertain, process control was viable on the operational level of the project. Meaning, specific part or tasks that had to be executed during the R&D phase could be process controlled to ensure effective and efficient execution of these parts or tasks. Examples of such parts or tasks are performing certain tests or making a concept design.

In regard to the adoption of social control in this project. The way main means to enforce social control in this project were 1) the focus on collaboration in the tender procedure by expressly including it in the award criteria, 2) involving suited leaders (with focus on collaborating and sufficient influence on their own organization) from each involved party, 3) working collocated regularly, practically executed by working at a project office each Wednesday and 4) the involvement of an independent relationship manager to facilitate the collaboration even more (appendices 9, 11 and 12).

### *Design of the procurement process*

For this aspect, the client made several decisions that heavily influenced the way the project turned out. In the interviews, these decisions have been discussed to determine what motivated the client to design the procurement process as he did and what the results turned out to be.

One of the most influential decisions regarding the procurement process design is that of procuring roles in the construction design team with the intent of subsequently constructing the project with the same parties as involved in the construction design team. In other words, the actual building of the bridge is not what was initially procured. The procurement regarded a role in the construction design team which was going to research and develop the innovation, with the intent to, if developed sufficiently, realize the project with the inclusion of the innovation. The procurement was designed in such a way because at the moment of procuring it was still uncertain and unknown if the project could actually be completed as intended with this innovation. In addition, as stated prior in this section, the specifics the innovation had to comply to were unknown as well. So both these aspects had to get figured out first and for doing so the client required the input from the market parties because of the many unknowns and specific knowledge and skills required for working with biocomposite.

As stated before the number of producers of biocomposite bridge decks is limited. In addition, some of these producers were not interested in this project because of the investments they made in developing 'traditional' composite (and wanting a return on that investment before investing in the next thing). This lead to the second influential decision, being that of organizing two procurement processes separately for both roles in the construction design team (contractor and producer) individually. For the client, this obviously

meant more work initially, but it made sure the producer's influence in the construction design team was secured. Although its significant influence on this particular project and procurement process this decision and situation will not be relevant for most other situation because in most situation sufficient parties are interested in procuring and offering an innovation that can tackle the problem at hand.

In line with the split between the R&D and construction phases the performance specification used in the procurement phase was not yet contractual binding at the moment of procurement. To give a direction to work towards, the client specified conditions based on 'traditional' composite but stated in the procurement process that these conditions were not definite. During the R&D phase, the specification would be further specified in accordance with the test results and in consultation with the construction design team. This was an important aspect for the procurement process because it made sure that there would be sufficient solution space for the innovation to actually get developed and potentially realized. By entering the R&D stage with a not contractual binding performance specification the client gave the contracted parties sufficient idea of the direction the innovation had to be developed towards (appendix 9) but simultaneously it did not obligate the parties to any responsibility of actually realizing the set specification. The latter would have been problematic because if the specification was binding, the uncertainty in combination with responsibility for them would have made the market parties very reluctant to participate in the R&D of the innovation.

The fourth influential decision was to make another split in the procurement process. Namely, procuring the general civil work to a contractor separately to procuring the specific innovation (bridge deck) part to a producer of the said innovation. Normally one party or a combination of parties is contracted at once, but for this project, two separate parties have been contracted and subsequently forced to collaborate within the construction design team. This was done because the client was afraid that the producer, which would be involved as a subcontractor traditionally, would have had insufficient influence in the construction design team if he would not be contracted directly (appendices 7 and 12). This influence of the producer was important for the project because of his specific knowledge regarding the innovation and its R&D.

Lastly, because the client was conscious that he was going to require the input from the market in the uncertain R&D stage decided was to focus the procurement process on selecting both the contractor and the producer significantly based on their vision and approach of the collaboration. They did this by including this aspect in the award criteria, formulated as 'Interpretation of its role in the construction design team'. This meant that the tenderers had to describe in a plan how they approached the collaboration within the construction design team and also explain and clarify this further in the held interviews. By scoring both the plan and the interviews the client made it possible to award the tenderer who best showed his understanding of how to collaborate with all parties involved in such a project and why this collaboration was going to be key for making the project a success (appendices 8 and 12).

## 5.4 Conclusion

*How was a procurement process designed for procuring biocomposite bridge decks in practice and how was this experienced by the involved parties?*

This is the research question formulated to be answered in this chapter. The answer is: by integrating the following three aspects into the procurement process. These three aspects are:

**Splitting up the R&D and construction phases.** The knowledge and skills of the application of biocomposite bridge decks were inadequate for the adoption of this innovation in a project without developing it more prior to the construction. By developing the innovation more the uncertainty connected to the innovation decreases, making construction less complicated and thus more viable.

By clearly separating this development in a phase separate to the construction the opportunity is created to deal with other barriers for adopting innovation. Namely being that of sufficient solution space and a different approach of control.

**Starting with a not contractual binding performance specification.** Often the performance specification, in which, among others, regulatory conditions are formulated, is experienced as a barrier for adopting an

innovation in a project. To tackle this barrier the split between R&D and construction offers a solution. This split creates the possibility to start off the project without a contractual binding performance specification. In this case, the project is initiated with a concept specification, which is then further defined mutually with the construction design team during the R&D phase. By initiating the R&D phase with a concept specification which can be adjusted and which is not contractual binding the construction design team has sufficient solution space to integrate the innovation into the specification and project. Subsequently, can the performance specification be turned into a contractual binding performance specification once all involved parties reach an agreement to the specification being acceptable and viable for construction.

**Procuring based on the suitability of companies for the intended process.** To be able to handle the uncertainties of working with an innovation from the category R&D a client has to collaborate extensively with the contractor and/or producer of the innovation. To make sure this collaboration runs smoothly during the execution and because of the uncertainties regarding the output, it is not viable to procure companies for the project based on their offered solution and approach to executing the project. Instead, it is advised to focus the tender process on procuring companies that suit the intended process of developing the innovation in collaboration prior to the construction. Selecting for the development part of this challenge can be done by including an award criterion that assesses tenderers on their experience and approach of developing and working with (the) innovation. In addition to procuring companies based on their competence of working with innovation, including this aspect sets a basis for control of the process on the operational level in the R&D phase to make sure this is executed effective and efficient. Selecting for the collaborative part of this challenge requires two things; 1) to be able to distinguish between different tenderers the award criteria have to include a version of 'approach and vision regarding the collaboration' and 2) including interaction between the client and the tenderers in the tender process can help to determine which tenderer does really encompass the collaborative approach of the project in addition to writing down a good approach in their plan. Including these two things will set a basis for the general social approach of control for the R&D phase to enable the construction design team in handling the high uncertainty of the innovation's performance.

# 6 GENERALISATION OF FINDINGS

In this chapter, the results of the generalization step of this research are presented. In the previous chapter, the specifics of procuring the innovation biocomposite bridge decks are discussed, in this chapter, these results are generalized for the procurement of innovation in general. By doing so the applicability and value of the research are increased, due to it being more relevant for more procurement processes than just that of one specific innovation. The research question related to this step is:

*How can, for each TRL category, the procurement process be designed for successfully procuring innovation, keeping in mind the factors of influence and control of the client-contractor relationship?*

To answer this research question all prior interviews are considered and an additional three interviews (appendices 10, 13 and 14) and one workshop (appendix 15) have been conducted in which the results for the innovation biocomposite bridge decks have been reflected upon. This reflection opted to determine what the contextual differences are between procuring this specific innovation and innovation in general and to make the final findings practical valid and applicable, to ensure the value of this research. Overall these findings are accepted and confirmed by all parties involved in construction projects, being clients, contractors and engineering and consultancy firms. In addition, to underpin specific statements within this chapter the specific interview this statement was made in is referenced with the corresponding appendix of that interview. How many interviews exactly were executed, with whom, and what their expertise was is included in appendix 17. The setup of the workshop and who attended is included in appendix 18.

The final results have been processed into a diagram to make them more clear and comprehensible. This diagram represents the final product of this research which encompasses the answer to the overall research question, while it is based on the four concepts of the conceptual model. This diagram is included on the next page. Subsequently, is the operationalization of a clients ambitions into the two categories of TRL is explained (first pillar of the diagram). Then, for each category is further clarified what each pillar of the diagram presents for the respective category.

The second pillar of the diagram concerns the factors of influence and the theory of control aspects from the conceptual model (sections 3.2 and 4.3). From the appendices 1 to 6 it was concluded in chapter 4 that two manageable aspects (solution space and control) are derived from this conceptual model that can be used to in a procurement process to support the procurement of an innovation suited for the ambition. Manageable aspects can also be formulated as 'mechanisms' being the changeable part of a particular system, in this case the system of procuring innovation. The two mechanisms for this system are formulated as 'solution space' and 'control'. Solution space refers to the space a procurement process offers for the solution, in regard to the set regulatory conditions, and control refers to the theory regarding the way a client controls its contractor(s) and the way this is set up. For each category, the context for these two mechanisms is formulated as following.

Pillar three is the first step in translating the two mechanisms into a procurement process. To do so structured, the procurement process is separated into the two aspects of the procurement process, as stated in the introduction in chapter 1, being the contracting and the tender process. Again are each of these aspects discussed for both categories of TRL.

In the last pillar of the diagram, the prior principal design is translated into a more detailed design of the procurement process of innovation. Thus, it elaborates further upon the last section's explanation for each category.

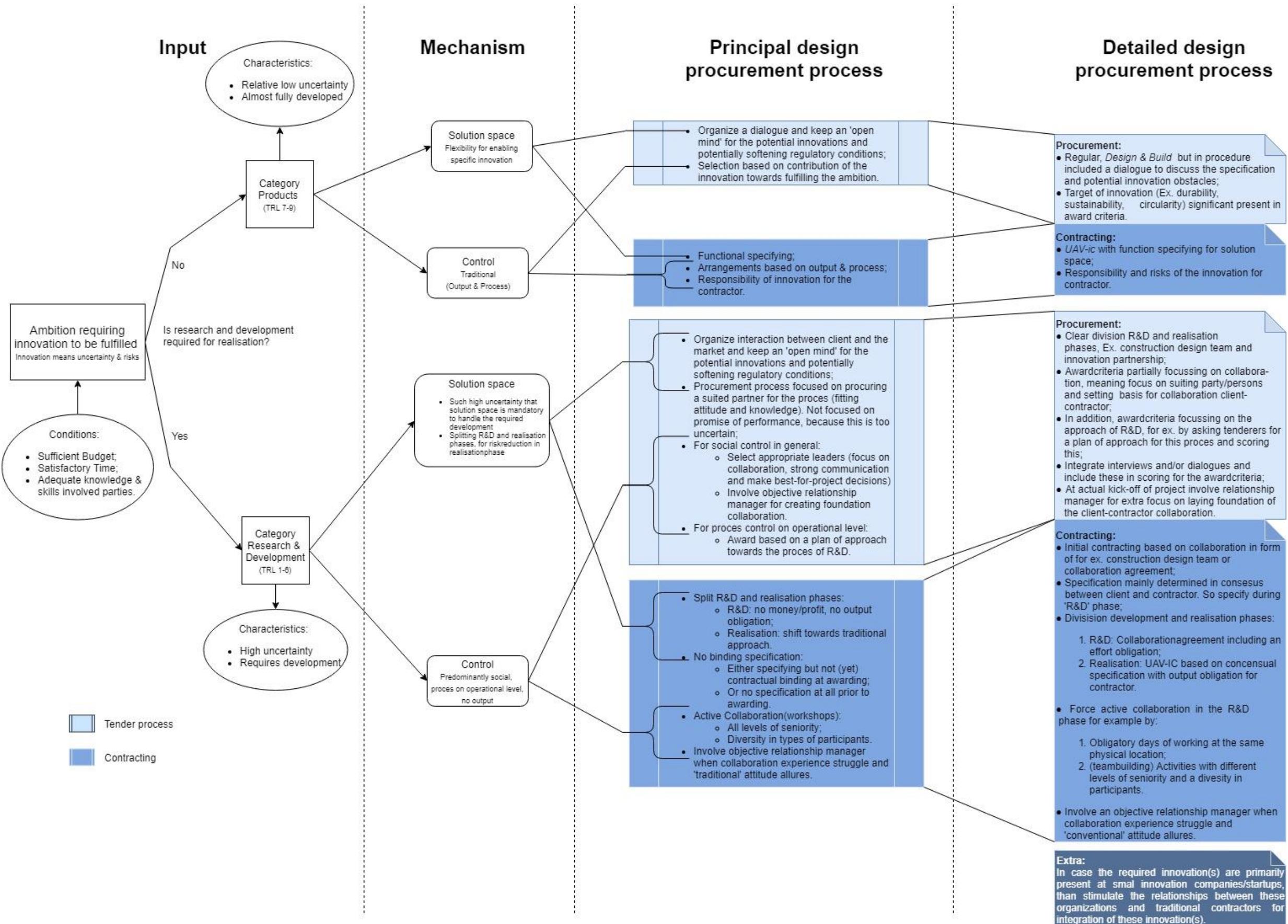


Figure 8, Procurement of Innovation diagram

## 6.1 Operationalization of the client ambition

The first pillar of the diagram is connected to the first part of the conceptual model which concerns connecting the client's ambition to the TRL of the required innovation to fulfill this ambition. However, before the step is made towards the TRLs it is important to note that this research assumes a few conditions for the adoption of innovation, which were not mentioned in the interviews as experienced barriers and therefore are not part of the model in a more significant way. These conditions are that there is sufficient budget, time and adequate knowledge & skills of the involved parties to comprehend with the adoption of innovation in the project at hand. All three these conditions could be obstacles for the adoption of innovation if not met, but were not experienced as occurring barriers by the interviewees.

As reasoned in section 3.1, it is important to differentiate ambitions such that it becomes clearer what their respective influence is on the procurement process. To do so this research uses TRLs. In the revised conceptual model from section 4.5, it showed that for this application TRLs are differentiated into two categories: Product and R&D. The distribution into these two categories was reaffirmed in appendix 10. To determine which of these two categories an ambition fits answering one question is required:

*Is further research and development of the innovation prior to construction required to meet the client's ambition?*

The answer to this question is directly connected to the TRL of the required innovation, meaning that whether or not R&D is required for construction depends on the current TRL of an innovation at the moment of asking this question. Is the TRL 7 or higher, than the answer is no, meaning that the ambition has to be categorized as requiring an innovative product. Is the TRL between 1 and 6, then the answer is yes, meaning the ambition is to be categorized as requiring R&D prior to being able to construct the innovation in the project. In regard to this question, it is important to consider the fact that in practice answering it is not as straightforward as this research suggests. In practice, the adoption of innovation will almost always require some development or adjustment of the innovation to integrate it into the project, regardless of the TRL of the innovation. Meaning that it can be argued that the practical answer to the question above will always be yes. However, this research aims to provide a tool to differentiate a clients ambition by making a clear distinction between significant development and the final fine-tuning, although it understands that in certain cases the answer is not as simple as is suggested. Thus, in these cases the involved parties can still utilize the question to discuss and determine the clients ambition on the procurement process.

Besides whether or not R&D is required for the realization of the innovation within the project it is good to keep the level of uncertainty that is characteristic for each category in mind. Being relative low uncertainty for the product category, due to the innovation being almost fully developed, and high uncertainty for the R&D category, due to the many unknowns and challenges the innovation still has to face in its R&D.

## 6.2 Category product (TRL 7-9)

### Mechanism

*Solution space.* Due to the innovations of this category being almost fully developed, the amount of required solution space to adopt these innovations into a project is not that extreme. The minimal TRL of these innovations is 7, meaning that the innovation has been demonstrated on full scale in a relevant environment and that the only steps left are integrating the innovation into the full system and operational environment (TRL 8) and finalizing it, including the commercial viability (TRL 9) (see Table 1). Meaning, the performance of the innovation within its relevant environment is known and can be predicted, only its application in a specific system brings (some) uncertainties for a project. This implies that the required solution space for the adoption of such an innovation is only some flexibility in the conditions the system sets for the innovation to make sure the innovation can be integrated properly. For example, softening a demand for a lifespan of 50 years to 25 years or not prescribing the usage of one specific material (appendices 3 and 6).

*Control.* Because the performance of an innovation in this category is sufficiently known and predictable the way of control a client can exert over its contractor(s) can be based on output and process, just as it would be if no innovation was adopted in the project. For contractors, this means they have responsibility for the performance of their innovation, which was acceptable for them due to the predictability of the performance,

as was confirmed by the client, a contractor's project manager and an advisor of a public procurement expertise centre (appendices 2, 3, and 6).

### **Principal design procurement process**

*Tender process.* Firstly, the tender process has to include a dialogue during the procurement process for the creation of sufficient flexibility in the conditions the system sets for the innovation. In this dialogue, the conditions set by the client can be discussed with the tenderers to determine whether or not they do indeed provide insufficient solution space (appendix 8). For this discussion, it is important for the involved parties to keep an open mind to understand the other parties motive(s) for setting (in case of the client) or rejecting (in case of a contractor) the set condition. Especially the client cannot be focussed on defending the conditions he set. It is important that he listens carefully to if and why the set conditions limit the adoption of innovation from the perspective of the tenderers, to make sure the set conditions are ultimately accepted and contractors will offer their innovations in their bids, as was argued by the program manager of the public national infrastructure management organization (appendix 14). Secondly, make sure the initial ambition will actually be fulfilled the procurement process has to ensure the selected innovation(s) will contribute directly to this set ambition (appendix 2). Doing so, innovation will not become a goal on its own but will always stay part of the overall process of working towards an improved situation, as was formulated beforehand in the ambition.

*Contracting.* A first step towards creating sufficient flexibility in regard to the regulator conditions can be made by specifying these conditions functionally (appendix 3). Meaning, instead of describing the required characteristics of a product the client describes the function the product has to fulfill and how. This allows for innovation to achieve this function better than traditional products with different characteristics. Furthermore, the contract creates a base for output and process control by making clear agreements regarding the innovations performance and process to achieve this performance and the contractor's responsibility for realizing this performance and process.

### **Detailed design procurement process**

*Tender process.* Giving an interpretation to the said aspects of including dialogue in the tender procedure and making sure the selected innovation(s) will contribute directly to the set ambition can be done in most currently used tender procedure. Including a dialogue in the tender procedure is no problem, it just needs to be done correctly in regard to the European procurement laws and regulations. Making sure the selected innovation(s) will contribute directly to the set ambition can be done by adopting the innovation ambition in the award criteria. For example, an ambition striving for sustainability could be translated into an award criterion which awards a lower CO<sub>2</sub>-footprint of an innovation in comparison to the traditional solution with a higher score.

*Contracting.* Functional specifying, within the Dutch construction industry, is no unusual phenomenon and can be done within the framework of the UAV-gc. Also, creating a base for output and process control by making clear agreements is commonly done by the UAV-gc. Since controlling based on output and process is the regular way of working the contractual agreements for this aspect can also be formulated in the regular way.

## **6.3 Category R&D (TRL 1-6)**

### **Mechanisms**

*Solution space.* Two things have to be considered regarding the creation of sufficient solution space for innovations in this category. Firstly, the amount of solution space that is required is high, due to the characteristic of high uncertainty of these innovations. At the TRLs these innovations are at their performance cannot be predicted accurately enough to set strict regulatory conditions for the innovation to comply with, for ex. specific dimensions or the usage of a certain material. Thus, a procurement process for this category of innovations is required to give much solution space by setting minimal regulatory conditions to the innovation's performance. Secondly, the required R&D has to be done in a separate phase to the construction. By making a clear distinction between these two phases it is possible to organize each phase such that it can handle the different approaches of developing an innovation in comparison to the construction. This results in the risks for the construction phase being better controllable and minimalized.

*Control.* For this category, the performance of innovation is insufficiently known and predictable to exert control based on this performance. For example, for an innovative asphalt mixture the client cannot determine up front what its stiffness (output) must be, because an innovation of this category still has to be developed and thus such a specific characteristic is not yet established indefinitely. This results in output based control not being appropriate (appendix 9). The appropriate form of control is a combination of social and process. To cope with the overall uncertainty in regard to the output, the advised general approach of control is social. However, to make sure the process of R&D of the innovation and overall execution of the project remains efficient and effective, process control is to be applied on the operational level of the project. Meaning, the client and its contractor agree upon a planning and distribution of responsibility for the operational approach of R&D and overall execution of the R&D phase and manage this approach based on its process irrespective of the performance of the innovation, this was confirmed in interviews with a client, an advisor procurement and contracting to project Ritsumasyl and also in the workshop (appendices 3, 7, and 15).

### **Principal design procurement process**

*Tender process.* Commonly procurement focusses on procuring a party or consortium which offers the best plan for executing the technical challenge of the project. However, for this category how to solve this technical challenge is highly uncertain due to the (not yet) predictability of the innovations performance. The first step to handle this uncertainty is introducing sufficient solution space for tenderers and their innovation(s). Because of the high uncertainty, the required amount of solution space is high too, to determine which specific element or regulatory conditions has to be freed to offer this solution space is innovation and tenderer dependent. In the early phases of the procurement process, the client can initiate interaction with the tenderers to discuss the solution space required by the tenderers and how this can be created by the client. Furthermore, does this interaction stimulate the mutual understanding between both parties in regard to their respective positions and operational environment which helps in creating a base for collaboration (appendix 15). Furthermore, the senior advisor to project Ritsumasyl argued that the procurement of a party or consortium for a project linked to this category of TRL should focus on finding a suited partner for the process (R&D and construction combined). A focus on the promise of performance of the innovation is not considered suited (appendix 12). A suited partner in this context is one that has the right attitude for coping with the uncertainty of an R&D process and the knowledge and skills to actually contribute to the R&D of the innovation, as was confirmed in the workshop (appendix 15). For the implementation of social control in a project, this has to be part of the procurement process of the project. Meaning, in addition to being a suited partner for the process, the selected party or consortium has to be suited for social control by the client. As explained in subsection 3.3.2, the practical interpretation of social control is strongly dependent on leadership, team workshops, communication systems, relationship managers and design integration. Predominantly leadership, team workshops, and relationship managers were determined as most valuable for the adoption of innovation in the project Ritmasyl as discussed in subsection 5.3.2. Thus, when procuring a contractor for this category a focus on selecting appropriate leaders for the intended social process and involving a relationship manager is advised to help build the foundation for the required collaboration in the R&D process. To ensure efficient and effective execution of the project, process control can be adopted on the operational level of the project. In the tender process, this can be included by asking tenderers for a plan of approach towards the process of R&D and overall project execution. This will show a tenderer's ability to manage such a process in a practical way.

*Contracting.* For contracting the required solution space, required for this category, two issues have to be considered, both in line with the first two conclusions put forward from the last chapter (section 5.4). Firstly, adopt the split between the R&D and the construction phase in the contractual documentation. To make clear agreements on what the intended process is for developing the innovation and subsequently realizing the project. Secondly, regarding the performance specification, it is important that at the moment of contracting this performance specification is not contractual binding. As was stated by the contractor of project Ritsumasyl and in the workshop (appendices 9 and 15). One of two of the following options has to be clearly formulated in the contract:

- Either the included performance specification is not contractual binding (yet) but provide a direction to focus the innovations R&D towards (e.g. project Ritsumasyl);
- Or no performance specification at all is included in the contract, in which case the client only provides the project goals and ambitions as objectives for the innovation to strive for.

In regard to contractual recording of the focus on social control, two aspects are to be recorded. Firstly, it is advised to include the execution of the agreements about 'workshops' that facilitate the collaboration between all involved parties in the contract. In other words, the contract has to specify the made agreements about the way 'workshops' or collocated working is organized and what role each party has in this. Manley (2018) also states in this regards that it is important to include all levels of seniority and diversity in types of participants in these 'workshops'. Secondly, specifying the role and position of the relationship manager in the project in the contract can ensure that the relationship manager will be used for his expertise in facilitating the required collaboration.

### **Detailed design procurement process**

*Tender process.* The practical interpretation of splitting the project into two phases (R&D and construction) in the procurement procedure has been done in the past by application of one of two exemplary procedures:

- Innovation partnership, a process introduced in 2016 in European procurement law which focusses specifically on developing an innovations and subsequently implementing the developed innovations in projects commercially. An example is the innovation partnership Quay walls of the Municipality of Amsterdam for the development of a cheaper, better and less disturbing solution for renovating quay walls;
- Construction design team, a typically Dutch organizational form in which a collaboration between a client and its contractor(s) is set up which focusses on better utilizing the contractor(s) knowledge and skills in the earlier stages of the project prior to construction. An example is the previously discussed project Ritsumasyl in which the construction design team designed and developed the solution for the project in collaboration (because no one of the involved parties could have done this solely).

As stated prior, the tender process is advised to include an aspect of collaboration into the award criteria by focussing on finding the suiting party/persons for this collaboration. A way to do so is by including a criterion in which tenderers have to explain their vision regarding the collaboration and how they envision the execution on this collaboration during the R&D phase. To ensure the contracted party is also suited for executing the process of R&D the award criteria should also include a criterion that focusses on assessing tenderers experience and approach towards this process of R&D of the innovation in collaboration with the client. An example of such a criterion is asking each tenderer to submit a plan of approach to the R&D phase and score this, based on validity and understand of performing an R&D process in collaboration with a client. Furthermore, the tender process has to include interaction between the client and tenderers because collaborating is highly humane. Meaning, how 'collaborative' the interaction between the most influential people that will have to collaborate is, indicates the potential quality of that collaboration, just like the approach of the project Ritsumasyl. Lastly, to make sure the collaboration starts off well a relationship manager who supports all involved parties and persons in understanding how a collaboration should be initiated can be involved.

*Contracting.* The most important aspect of the contract is that it supports the overall process of the project. For the procurement, R&D, and construction of an innovation of TRLs 1-6, this means the contract supports the collaborative approach and is thoughtful of restricting the solution space. To do so the contract has to evolve during the R&D phase. Mainly because it has to start off without a binding performance specification but at the end of the R&D phase this specification should be mutually agreed upon by all involved parties and made binding for the construction phase. However, it is not desired to initiate the R&D phase without any obligations for the contracted parties. Obligating and controlling based on output or process formulated up front is, as argued before, not suited for innovations of this category. Both the advisor procurement and contracting and the advisor of a public procurement expertise centre argued that, a better option for making sure the contracted parties put in the effort that is desired of them, is by forming a collaboration agreement in which an effort obligation for the R&D phase is included (appendices 1 and 6). During this R&D phase, the performance specification regarding the innovation's output can be formulated for the construction phase, enabling the shift towards a more formal contract for the construction phase (for ex. an UAV-gc). To support the client-contractor(s) collaboration in the contract two aspects have to be included. Firstly, the contract has to include an agreement about how the collaboration will be engaged and kept active. Practically this can take form as agreeing upon scheduled days on which all involved parties work on the same location (collocated working) or organizing teambuilding activities (appendices 7 and 9). Lastly, it is advised for the contract to specify when and how a relationship manager will be engaged in the collaboration to make sure the collaboration stays productive. For example, clearly documenting that the relationship manager will

always take part in the teambuilding activities and in addition will join discussions regarding conflicting interests of the client and contractor(s).

### *Extra*

In addition to the practical design of the procurement process, for each category of TRL for both one aspect could be valuable. Whether it actually is, depends on the specific context of the set ambition and required innovation. This aspect is facilitating relationships between external organizations by the client. In certain contexts, especially when there is no innovation present at the classic contractors of the industry that can fulfill the ambition, connecting these contractors with innovation companies, start-ups or companies from other industries enables the introduction of new innovations into the construction industry. In relation to the conceptual model, this aspect strongly relates to 'industry relationships' although it also encompasses relationships outside of the industry.

## 6.4 Additional considerations

The diagram concerns the most relevant aspects for when designing a process for procuring an innovation project. However, three aspects have popped up several times during the research, which have not been experienced as main obstacles for procuring innovation but are marked as important to consider because they can become a significant obstacle when not handled appropriately.

Aspect one, mainly mentioned in the workshop (appendix 15), is that fact that the development and adoption of an innovation requires investment. In regard to this investment two options were distinguished. 1) Contractors invest when the innovation has a sufficiently strong business case for a return on investment, or 2) when the business case is not strong enough the client will have to (partially) invest in the development and/or adoption of the innovation to compensate the market for their costs that cannot be compensated in future business with the innovation. This aspect was also mentioned by the senior advisor regarding project Ritsumasyl (appendix 12) and a conclusion of another master thesis of the University of Twente, namely that of J.I.D. Brinkerink (2019). Furthermore, one additional interview was conducted to gain more insight into this aspect. The interviewee was a R&D manager of one of the biggest contractors of the Dutch construction industry. The interesting aspect of this interview was the introduction of the Transition Commitment Levels (TCLs) model. This model concerns the customer's commitment maturity and risk, where TRLs concerns a technology's maturity and risk (Mitre, 2016). The R&D manager showed how, by combining TRLs and TCLs, the problems for contractors in relation to innovation. This being that, although the technical possibilities are high, the customer commitment is often not aligned with the required investments to develop and implement the innovation. The main reason for this misalignment was argued to be the project focus of the construction industry because a singular project will never suffice to compensate the investment required for innovation.

Aspect two concerns the input from the pre-contractual phase, consisting of two things: decisions and client characteristics. In the pre-contractual phase, a client determines the project goals and in the process of determining these a client makes decisions. For example, the province Friesland decided a project goal to be the adoption of the innovation biocomposite bridge decks. These decisions are highly influential on the design of the procurement process and the execution of the overall project, as was argued in the workshop (appendix 15). However, from the perspective of designing a procurement process, these decisions can no longer be adjusted. Meaning, the decisions made in the pre-contractual phase have to be considered when designing a procurement phase but, no matter how limiting for innovation, are not changeable from the perspective of this research. Regarding specific characteristics of a client, these can be significantly disturbing for the adoption of innovation in their projects, for example being risk averse or an inability to participate in an effective collaboration. This was confirmed several times during the research including during the workshop (appendices 2, 3, 4 and 15). However, when focussing on the adoption of an innovation in a certain project the possibilities to adjust a client's characteristics are small. The client, its personnel and the team that will execute the project are what initiate the project, thus when the procurement process starts the characteristics of the client's organization and its people will not change significantly. For the design of a procurement process, this leads to this aspect being important to consider but as it is limited adjustable it has no place in the diagram.

The third and last aspect is about managing and aligning the different interests of the parties involved in a project. Mainly for the category R&D, the collaboration between the different parties is crucial and the importance of making best-for-project choices is stated. However, from a practical point of view it has to be said that although the parties have to collaborate they will always have different interests within the project due to their incentive for participating. For example, a contractors interest is always economically driven while a clients interest can be primarily focussed on completing the project with minimal hindrance for stakeholders. In several interviews and the workshop argued is that discussing the interests of the parties at the start of the project is beneficial for the collaboration, because it contributes to the mutual understanding (Appendices 8, 11, 14 and 15). Thus, correctly handling the different interests of the involved parties has its value in regard to the client-contractor relationship. However, it did not show as a major obstacle for the adoption of innovation and thus it has no more influential role in this research.

## 6.5 Conclusion

*How can, for each TRL category, the procurement process be designed for successfully procuring innovation, keeping in mind the factors of influence and control of the client-contractor relationship?*

The answer to this question is primarily presented by and in the diagram that has been presented at the start of this chapter, see page 32.

### **Conclusions regarding the mechanisms 'solution space' and 'control'**

#### *Solution space*

The solution space required for integrating an innovation into a project is dependent on how far the innovation is developed yet. Innovations that are almost fully developed (high TRL) require fairly little solution space to be integrated because the characteristics of the innovation are known and fixed. Meaning, the only uncertainty stems from integrating the innovation into the specific 'system' of the project at hand. To make sure the innovation can be integrated into this system, the demands and/or conditions set by the system should be somewhat flexible. This flexibility will create sufficient solution space for system integration of innovations of a high TRL. However, innovations that still require a degree of R&D before they can be integrated into a project (low TRL) need significantly more solution space. For these innovations the product characteristics are not yet definite, resulting in high uncertainty for the integration of these innovations. To cope with this high uncertainty, the amount of solution space required is high to ensure that the final product characteristics (after sufficient R&D) will fit within the given solution space.

#### *Control*

Traditionally control is exerted on the basis of output and process. For innovations of a high TRL, this traditional approach can be maintained. These innovations of TRLs 7-9 have already been developed such that their performance can be predicted by its developer. Therefore, control based on this performance (output and process) is a viable and effective way of control for these innovations. For innovations of a low TRL, this traditional approach cannot be maintained. The performance of these innovations cannot be predicted (yet). Thus, controlling based on this performance will be counter-effective. The better approach for innovations of these TRLs is controlling based upon a combination of social and process control. In general adopting social control can help to cope with the high uncertainty of the innovation. In addition, can process control be adopted on the operational level of a project to ensure effectiveness and efficiency in the execution of the project.

### **Conclusions from the diagram for each TRL category:**

#### *Category product*

Procurement of innovations categorized as innovative products (TRL 7-9) mainly has to be conscious of the fact that these innovations have to be integrated into the system at hand. Thus, the regulatory conditions the innovation has to conform to have to be: 1) specified functionally to provide freedom on specific characteristics and 2) discussed between client and the tenderers during the procurement procedure to determine whether or not the solution space provided by the set regulatory conditions is sufficient for the adoption of innovations of this category. In addition, to incentivize contractors to utilize the provided solution space for this category an award criterion has to be adopted in the tender procedure, which awards effort towards fulfilling the set ambition by offering innovations that provide value for the fulfillment of the ambition.

#### *Category R&D*

Procurement of innovations that have to be (partially) developed prior to construction (TRL 1-6) is more challenging. The most influential is the high uncertainty in regard to the output (performance), which results in a need for high solution space and a social c.q. collaborative approach. To facilitate these two aspects in the procurement process several things have to be kept in mind:

- Split up the project in an R&D and a construction phase to create the different circumstances that are required to handle the differences between developing and realizing an innovation;
- Do not include a binding performance specification for the R&D phase but formulate this during the R&D phase and make it binding for the construction phase;
- Award based on a combination of 1)the suitability for the collaborative approach of the project which can be done by including a focus on leadership and/or interaction between the influential people of all parties and 2) the tenderer's knowledge and skills regarding the execution of the R&D process;
- Include interaction between the client and tenderers in the tender process to achieve two things: 1) finalize the given solution space to maximal satisfaction of all involved parties and 2) start the collaborative relationship between client and contractor;
- Facilitate and establish social control by selecting leaders for the project with the right characteristics and skills for this way of control, enforce active collaboration (for ex. by collocated working or workshops) and involve a relationship manager to support the collaboration.

# 7

## DISCUSSION

The initial objective in this research was: *Designing a procurement process for procuring one singular innovation in a construction project, being biocomposite bridge deck, and subsequently generalizing this for innovation in general.*

The research results are processed into the diagram shown in chapter 6 which embodies the connection between the theoretical conceptual model and the practical execution of procurement of innovation. In this chapter, the research results are reflected upon from the point of view of the initial problem statement and literature.

Lately, the Dutch construction industry is discussing the increasing desire for more and improved innovation to tackle certain complex challenges (Koenen, 2018; Transitieteam Bouw, 2018), such as climate change and the threatening resource scarcity. However, innovations come with a degree of uncertainty regarding the end result because of their innovative nature. This uncertain character of innovations is often in conflict with the tendency of procurement processes to strive for maximum certainty regarding the final result of the procured project (Edquist & Zabala-Iturriagagoitia, 2012). The results of this research present a procurement design which can support the construction industry in better facilitating the procurement of innovations. During the research, it was confirmed by multiple organizations from the industry (both clients and contractors) that they are looking for ways to better stimulate and facilitate innovation. Predominantly clients are actively engaged in looking for ways to improve the balance between certainty in procurement and the adoption of innovation. In doing so, several different approaches and projects have been proposed, tested and executed (appendices 3, 4, 7, 14). However, there was no clear overview of what specific aspects to consider when initiating the adoption of innovation in the procurement of projects and how these aspects should be treated for successful adoption of innovation. Thus, this research aimed to provide this overview in the design it presented in the diagram shown in chapter 6.

The results of this research are largely consistent with the scattered knowledge of previous findings. For example, Gambatese & Hallowel (2011) found that aversion to risk/change and strict regulations and codes are barriers for innovation. Uyarra *et al.* (2014) found that another main barrier is the lack of interaction with procuring organizations and Kulantunga *et al.* (2011) and Brockmann *et al.* (2016) concluded the importance of a leader/champion for with specific characteristics (such as being a team player and an effective communicator). In the interviews held in this research, various reasons for the lack of innovations in construction projects have been stated, showing once more the lack of overview regarding this subject. However, when approached from the categories of factors, retrieved from Rose & Manley (2014), the scattered knowledge becomes centered around these categories and more manageable for improving the situation at hand. Furthermore, the results are consistent in regard to the theory of control. The literature states that when both the knowledge of the transformation process and the ability to measure outcomes, due to high uncertainty, are low the best approach is social control (Eisenhardt, 1985; Eriksson, 2008). For innovations, and especially those of a low TRL, it has been confirmed in the interviews that a high uncertainty regarding the innovations performance leads to a need for general focus on social control by means of collaboration.

One aspect that was discussed in the workshop and interviews conducted for chapter 6, which has to be addressed is the fact that this research appears to neglect some nuances. During the discussions with experts, it was mentioned that this research, and especially the diagram, approaches the procurement of innovation over-simplified. For example, assigning an innovation to a specific TRL is not as simple in practice as this research appears to imply. The nuances of a development process of an innovation can make it hard to distinguish on a singular TRL. However, the counter argument to this statement is that by over-simplifying the situation this research creates an foreseeable approach in which it can be seen clearly which and how the main aspects have to be managed. Thus, the statement that this interview simplifies certain aspects of the procurement of innovation in the construction industry is correct. However, this was done on purpose to make sure the research results are generally applicable.

Regarding the connection of this research to literature one situation was not optimal. This was the late discovery of the researches of Chen *et al.* (2018) and Lavikka *et al.* (2015) regarding the practical adoption of social control by the mechanisms of leadership, relationship manager and collocated working. These researches were found only after the conceptual model was already revised. Therefore, these researches could not be part of the revision of the conceptual model and are not part of chapter 4 because of it. Once found they were adopted and reflected upon in the interviews within the case study of chapter 5. Thus, the application of this input has been practically validated but this would have been done better if it was done in the correct phase of the research.

Important to consider is that this research focused on singular projects only. It can be argued that the stimulation and facilitation of innovation should be done in a program of multiple projects or projects with longer durations (e.g. DBFMO contracted projects) to enable continuous improvement of products during the longer duration (Lenderink, Voordijk, & Halman, 2019). These programs or projects with longer durations do have a potential to facilitate innovation in a different way in comparison with singular projects, predominantly the longer duration promotes collaboration because organizations and people initiate in relationships with more long term views. In addition, a longer duration also encourages organizations to invest because a longer duration gives more room for return on investment. However, because the construction industry is mainly project focused it is important to consider how innovation can be best integrated into single projects.

Another argument which can be made in regard to stimulating and facilitating innovation by public clients is that they could adopt a more laissez-faire policy. Meaning, they do not interfere in the development and adoption of innovation but just provide more freedom to private organizations for offering and implementing innovations (appendix 13). This approach is often referred to as 'innovation-friendly procurement' (Knutsson & Thomasson, 2014; Lenderink e.a., 2019). However, the disadvantage of this approach is that it does not guarantee the adoption of innovation in a project. Innovation will only occur when the contractor(s) offers it to the client and he accepts it. For this research the starting point was a strong desire of clients for (more) innovation, thus it opted for a more active stimulation and facilitation of innovation than the approach of innovation-friendly procurement offers.

## 7.1 Implications

The implications of this research are both practical and theoretical.

The practical value of this research comes from the general applicability of the research for innovation in general. The designed process offers a structured overview and approach on how a client's ambition can be translated into a procurement process and what aspects should be considered when doing so. Important to note regarding this is the focus of this research on the Dutch construction industry and thus also considers the Dutch procurement law. This means that the last pillar of the diagram (Practical design procurement process) might not be suited for procurement processes in other countries and thus should carefully be reconsidered. The first three pillars are not bound to procurement law and their mechanisms will work similarly for other countries.

The theoretical value of this research is the connection it makes between several theories that have not been connected before. In this research, the theories of TRLs, adoption of innovation, control and procurement have been connected in one diagram. Furthermore, the research also adds value to each one of these theories individually; 1) the most suited categorization of TRLs for procurement of innovations, 2) the factors of influence on the adoption of innovation that are experienced as problematic for the procurement of innovation, 3) more elaboration on how to organize and facilitate social control in the procurement process and 4) which of the aspects of a design of a procurement process are most important to consider when procuring an innovation.

# 8 FINAL CONCLUSION

Public clients have to confront several complex challenges, like climate change and the threatening resource scarcity, and have adopted these challenges into their policies to do so. To realize these policies the challenges have to be integrated into actual projects as well. In addition, these complex challenges often require innovation because conventional solutions do not suffice. However, the struggle that arises with requiring innovation is the lack of certainty in regard to the performance and application of innovations, making adoption of them a challenge for both clients and contractors. One of the aspects of projects which is often experienced as a barrier for adoption of innovation is the procurement process of projects. This stems from the focus of these procurement processes being procuring a certain solution for the problem of the client, resulting in a tension with the uncertainty that is connected to innovation. To tackle this situation this research was set out with the following research question:

*How can a procurement process be designed for the procurement of biocomposite bridge decks?*

The answer to his research question is presented predominantly in the diagram presented in chapter 6, see page 32. Why a procurement process for the procurement of a biocomposite bridge deck should be done as presented in the diagram is further explained in this chapter.

For designing a procurement process the ambition requiring innovation has to be operationalized to be able to determine its exact influence on the procurement process. This can be done with Technology Readiness Levels (TRLs). TRLs is a scale of 1 to 9 which represent the maturity of technical development of an innovation. By determining what the highest TRL is of an innovation that has the potential of fulfilling the set ambition the TRL and ambition can be connected. By doing so it becomes clearer what the impact of the set ambition is, because of a lower the TRL meaning a higher level of uncertainty in performance and application of the innovation. In regard to the procurement process argued is that 9 levels is too many for practical use, therefore two categories are distinguished: product and R&D. The category product concerns the TRLs 7-9 and is characterized by innovative products that are developed sufficiently to predict their performance but still need to be integrated into the overall system (resulting in minor uncertainty). The category R&D concerns the other TRLs 1-6 which are characterized by innovations that required more R&D to enable adoption of them in an actual project. This R&D is required because knowledge of the characteristics and how to adopt the innovation is still insufficient to realistically integrate the innovation into a project. The innovation of biocomposite bridge decks can, at this moment in time (2019), be assigned to this category R&D.

What mechanisms influence the success of procuring and adopting innovation and how these mechanisms can be managed to maximize the chance of success is the next step. By empirically reviewing the theoretical data retrieved from literature, solution space and control have been selected as the two influential mechanisms. The conclusions for these mechanisms respectively are:

## *Solution space*

Solution space concerns the flexibility and space in the set demands to the innovation within a project. For example, does a project demand a proven lifespan or is a proper underpinned estimate sufficient? This mechanism is relevant for the procurement of innovation because the setting of too strict demands by clients in their project is experienced as one of the major obstacles for integrating innovation in projects. In particular, for lesser developed innovations this is problematic, because of the high uncertainty regarding their performance. Meaning, strict demands cannot be met by these innovations and thus these innovations of a lower TRL cannot be integrated into the particular project. For designing a procurement process for a project which aims to integrate an innovation this means that the lower the innovation's TRL is, the more solution space is required for integration of the innovation into a project.

## *Control*

Control regards the way a client controls his contractor(s). In the construction industry, this is traditionally done by specifying the demanded output and process that a contractor has to provide. However, when the

performance (output) of innovations is too uncertain to specify up front and demand another way of control is required; social control. Social control refers to minimizing the divergence of preferences among organizations and/or people by developing shared culture and goals. Which results in rising of commitment and a decrease in the need for control and monitoring. For designing a procurement process for a project which aims to integrate an innovation this means that the lower the innovation's TRL is, the more it is suited for control to be socially based instead of output based.

From the starting point of these two categories and two mechanisms is, for each category respectively, determined how a procurement process can be designed for procuring innovations of that category. An overview of the total design of procuring innovation is also presented in the diagram, included in Chapter 6 on page 32.

### *Category Product (TRL 7-9)*

The uncertainty of innovations in this category is not that high, thus the influence of it on the procurement process is not that big. For the mechanism 'solution space' the important things are to install some flexibility in relation to the set demands for the innovation. This flexibility can be created by specifying the demands functionally, meaning only the function of the desired innovation is specified and not its specific characteristics (such as material used or dimensions). In addition, the performance specification that is defined prior to the tender procedure can be discussed during the procedure to determine if and why some demands are obstructing the adoption of the required innovation. In regard to the mechanism 'control' no real change has to be made in comparison to the common approach. The innovations in this category have been developed sufficiently to predict and demand their performance and put the responsibility for the innovation's performance at the contractor(s).

### *Category R&D (TRL 1-6)*

Innovations in this category are more complicated to procure, due to their high uncertainty. Therefore, the procurement process needs to be modified more. In regard to 'solution space' this means two things; 1) separating the R&D phase, required for developing the innovation such that is suited for adoption in the project, from the construction phase. By doing so the R&D phase can be organized differently to cope with the high uncertainty, for example, can parties in this phase being paid on an hourly basis (in contradiction to lump-sum or fixed price in the construction phase). 2) Do not adopt a contractual binding performance specification for the R&D phase. Due to the high uncertainty, there is no guarantee of any performance, adopting a contractual binding performance specification will be counter-effective. It will discourage contractor(s) to participate due to a contractual binding performance specification forcing them to take responsibility for the (uncertain) performance of the innovation.

For the mechanism 'control' the main element for this category is that during the R&D phase control cannot be done based on output. Leaving a combination of process and social control as the viable option. Social control as the general approach to cope with the high uncertainty and process control on the operational level to ensure effectiveness and efficiency of the execution. Four practical things can facilitate the establishment of social control; 1) include an award criterion which scores the suitability of a tenderer for the collaborative approach of the project which can be supported by interaction between the influential people of all parties during the tender process 2) leadership, meaning selecting the most important people for the project (from all involved parties) based on having particular leadership characteristics suited for the collaboration. These characteristics are; a focus on collaborating, being communicative strong and making decisions best-for-project. 3) Involve a relationship manager, due to the importance of the collaboration this has to be extra facilitated by involving a relationship manager who objectively helps all parties to start and maintain their collaboration. 4) Organize active collaboration, to make sure the collaboration is actually practically executed making an agreement about how, where and when both parties will be physically together working on the project is advised. Furthermore, workshops can improve mutual understanding and collaboration. In addition to the general approach of social control, process control can be exerted on the operational level of a project to ensure effectiveness and efficiency. To ensure the functioning of process control on the operational level two thing are to be considered; 1) adopting an award criterion which scores a tenderer's knowledge and skills regarding the execution of the R&D process, to make sure the procured party is suited for the execution. 2) Forming a collaboration agreement in which an effort obligation for the

R&D phase is included, to prevent the contracted parties from becoming too comfortable and putting in insufficient effort in developing the innovation.

In addition, one aspect to mention the tension regarding the investment costs required to develop an innovation. As discussed in section 6.4, two options are available for this investment. Either a market party invests because the innovations businesscase is sufficiently promising to result in a return on investment, or the client will have to (partially) invest in the development and/or adoption of the innovation to compensate for investment costs that cannot be compensated in future business with the innovation. In practice, this aspect leads to much discussion in procurement processes because of tight budgets, which will hinder the actual adoption of innovation. So in conclusion, how investment costs of an innovation is managed within a procurement process and the subsequent project is relevant and is to be discussed within the tender process to make sure it does minimally hinder the development and adoption of innovation. However, it has not gotten a significant role in this research because of it did not surface as a major obstacle for the adoption of innovation from the literature review and its validation.

## 8.1 Limitations

This research has been limited due to several decisions that had to be made due to the research's limited time. Because this research was only meant to have a duration of approximately six months the number of interviews had to be restricted, only one project could be considered and could the pre-contractual phase, in which the client formulates his ambition and specific project goals, not be included while it does have a significant influence on the adoption of innovation. The research tried to counter these limitations by making sure the interviews were held with people from all parties involved with the procurement of innovations. By doing so the research considered each of their perspectives to make sure the proposed design of procurement has the support of all parties and thus has the highest possible chance of succeeding. Furthermore, does this counter a potential weakness of this research, being too much personal opinion or perspective included in the interviews. Because of interviewing all parties involved in procuring innovation the perspectives and experiences of different organizations create a balanced perspective of the field of research. Lastly, this research has only moderately considered specific procurement and contracting procedures and strategies because this is very connected to the specific context of one project and innovation. The research goal was to determine a procurement process applicable in various contexts, meaning that considering the specific procurement and contracting procedures extensively would not have resulted in a practical applicable result.

## 8.2 Future research

For future research, a couple of interesting facets could be elaborated further upon to gain even more knowledge of the procurement of innovations. The three main potential facets that surfaced in this research as are:

### **Practical execution of social control by public clients.**

Although this research has covered this facet to a certain degree it could be elaborated further upon because of its importance for handling innovation and its contrast with traditional control. Thus, suggested is to perform research upon the initiating, managing and facilitating of social control in a client-contractor relationship, which can build upon this research and that of Manley et al. (2018).

### **The internal process of organizing the client's organization to be able to execute such projects and best practice for formulating ambitions of clients.**

The characteristics of the client's organization are very influential on the way their projects are organized and procured. Therefore, research looking into 'how could a client himself best manage his organization to make their organization suited for initiating in complex projects such as the adoption of innovation' could be very valuable. In addition, the limit of this research of not considering the pre-contractual phase, has the potential to form a future research. This phase is very influential on the execution of a project because it determines the main goals. Yet, this is a phase that is mostly done very solely by clients without involvement of the market, which has to work with the output of this phase.

**Mapping out the possible contextual dynamics for different innovations to understand what has to be considered on a micro level.**

As stated in the limitations has this research not looked into specific procurement and contracting procedures and strategies, such as innovationpartnership, the competitive dialogue or UAV-gc, because this is very connected to the specific context of one project and innovation. However, this limitation does offer potential value, mainly for practical execution, to map these specific procurement and contracting procedures and strategies to contextual characteristics of projects and/or innovations. By doing so the design made in this research could be further specified on how to practically execute it in the specific context of one project and/or innovation.

**Transition Commitment Levels (TCLs) and the dynamics of investment in innovation**

As discussed in section 6.4, is the investment required to develop innovation and the return on this investment an aspect that is indirectly hindering the adoption of innovation in projects. As explained by the R&D manager of a contractor, singular projects do not suffice in compensating for the investments to be made for developing an innovation. In addition, he presented the model of TCLs which he uses to explain this situation and manage his own R&D of innovations. Thus, future research into this relationship between projects and the overarching costs of investing in innovation and TCLs could help the (Dutch) construction industry in better managing their investments in innovation and the development of innovation.

**Stimulating innovation within programmatic approaches which constitute of multiple projects**

As discussed in the previous chapter, has this research been focussed on the adoption of innovations in singular projects but that a more programmatic, long-term, approach might be more effective. This because a longer duration provides more possibilities for (continuous)development of the innovation. In addition, does a programmatic approach in which multiple projects are completed encourage investment due to a better potential of gaining return on investment (so this is related to the fourth suggested future research). Thus, research into this different approach to stimulating innovation and how this can organised and managed has good potential to offer another valuable perspective on how more and better innovation in the construction industry can be realised.

# 9 REFERENCES

- Aulakh, P. S., & Gencturk, E. F. (2000). International principal-agent relationships control, governance and performance. *Industrial Marketing Management*, 29(6), 521–538. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(00\)00126-7](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(00)00126-7)
- Banke, J. (2010). Technology Readiness Levels Demystified. Geraadpleegd 17 december 2018, van [https://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/trl\\_demystified.html](https://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/trl_demystified.html)
- Blayse, A. M., & Manley, K. (2004). Construction Innovation. *Construction Innovation*, 4(3), 143–154. <https://doi.org/10.1108/14714170410815060>
- Bossink, B. A. G. (2004). Managing Drivers of Innovation in Construction Networks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(3), 337–345. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:3\(337\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:3(337))
- Carus, M., Eder, A., Dammer, L., Korte, H., Scholz, L., Essel, R., ... Barth, M. (2015). *WPC/NFC Market Study 2014-10 (Update 2015-06)*.
- Carus, M., & Pranen, A. (2018). *Natural fibre-reinforced plastics: establishment and growth in niche markets*.
- Centre for Reviews and Dissemination. (2009). *Systematic Reviews*. Geraadpleegd van [https://www.york.ac.uk/crd/SysRev/ISSL/WebHelp/Appendix\\_3\\_Documenting\\_the\\_search\\_process.htm](https://www.york.ac.uk/crd/SysRev/ISSL/WebHelp/Appendix_3_Documenting_the_search_process.htm)
- Circulair Friesland. (2017). Biocomposiet Fietsbrug Ritsumasyl. Geraadpleegd 13 september 2018, van <https://www.circulairfriesland.frl/icoonprojecten/biocomposiet-fietsbrug-ritsumasyl/10>
- Claes, P. C. M. (2008). Management control: geen doel op zich. *Finance & Control*, 22–27.
- Dahy, H. (2017). Biocomposite materials based on annual natural fibres and biopolymers – Design, fabrication and customized applications in architecture. *Construction and Building Materials*, 147, 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.079>
- Das, T. K., & Teng, B.-S. (2001). Trust, Control, and Risk in Strategic Alliances: An Integrated Framework. *Organisation Studies*, 22(2), 251–283. <https://doi.org/10.1177/07399863870092005>
- Dubois, A., & Gadde, L. E. (2002). The construction industry as a loosely coupled system: Implications for productivity and innovation. *Construction Management and Economics*, 20(7), 621–631. <https://doi.org/10.1080/01446190210163543>
- Duurzaam Gebouwd. (2013). Primeur voor beweegbare klapbrug van biocomposiet-materialen. Geraadpleegd 27 november 2018, van <https://www.duurzaamgebouwd.nl/project/20131128-primeur-voor-beweegbare-klapbrug-van-biocomposiet-materialen>
- EARTO. (2014). *The TRL Scale as a Research Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations*. Geraadpleegd van [http://www.earto.eu/fileadmin/content/03\\_Publications/The\\_TRL\\_Scale\\_as\\_a\\_R\\_I\\_Policy\\_Tool\\_-\\_EARTO\\_Recommendations\\_-\\_Final.pdf](http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf)
- Edquist, C., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2012). Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41(10), 1757–1769. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.022>
- Eindhoven University of Technology. (2016). 's Werelds eerste brug van biocomposiet op campus TU Eindhoven. Geraadpleegd 27 november 2018, van <https://www.tue.nl/nieuws/nieuwsoverzicht/24-10-2016-s-werelds-eerste-brug-van-biocomposiet-op-campus-tu-eindhoven/>
- Eisenhardt, K. M. (1985). Control: Organizational and Economic Approaches. *Management Science*, 31(2), 134–149. <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.2.134>
- Eriksson, P. E. (2006). Procurement and Governance Management - Development of a Conceptual Procurement Model Based on Different Types of Control. *Management Revue*, 17(1), 30–49. <https://doi.org/10.5771/0935-9915-2006-1-30>
- Eriksson, P. E. (2008). Procurement Effects on Coopetition in Client-Contractor Relationships. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(2), 103–111. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:2\(103\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:2(103))
- Fazeli, M., Florez, J. P., & Simão, R. A. (2018). Improvement in adhesion of cellulose fibers to the thermoplastic starch matrix by plasma treatment modification. *Composites Part B: Engineering*, 163(October 2018), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.11.048>
- Gambatese, J. A., & Hallowell, M. (2011). Enabling and measuring innovation in the construction industry. *Construction Management and Economics*, 29(6), 553–567. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.570357>
- Gann, D. M., Wang, Y., & Hawkins, R. (1998). Do regulations encourage innovation? - The case of energy efficiency in housing. *Building Research and Information*, 26(5), 280–296. <https://doi.org/10.1080/096132198369760>

- Gemeente Enschede. (2018). "Trots, Lef, Bouwen, Kansrijk Enschede". Coalitieakkoord 2018-2022. Enschede.
- Hartmann, A. (2006). The context of innovation management in construction firms. *Construction Management and Economics*, 24(6), 567–578. <https://doi.org/10.1080/01446190600790629>
- Hoogendoorn, A., & Verhoeckx, M. (2015). *Marktanalyse biocomposieten, bioharsen en biovezels*.
- Knutsson, H., & Thomasson, A. (2014). Innovation in the Public Procurement Process: A study of the creation of innovation-friendly public procurement. *Public Management Review*, 16(2), 242–255. <https://doi.org/10.1080/14719037.2013.806574>
- Koenen, I. (2018). Topvrouw Rijkswaterstaat baalt van laag innovatiegehalte: "Tempo moet omhoog". Geraadpleegd 27 september 2018, van <https://www.cobouw.nl/infra/nieuws/2018/09/topvrouw-rijkswaterstaat-baalt-van-trage-innovaties-tempo-moet-omhoog-101265094>
- Kulatunga, K., Kulatunga, U., Amaratunga, D., & Haigh, R. (2011). Client's championing characteristics that promote construction innovation. *Construction Innovation*, 11(4), 380–398. <https://doi.org/10.1108/14714171111175873>
- Kumaraswamy, M., & Dulaimi, M. (2001). Empowering innovative improvements through creative construction procurement. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 8(5–6), 325–334. <https://doi.org/10.1108/eb021193>
- Lagemaat, M. (2015). *Contract of Vertrouwen?* Enschede.
- Leifer, R., & Triscari, T. (1987). Research Versus Development: Differences and Similarities. *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-34(2), 71–78. <https://doi.org/10.1109/TEM.1987.6499029>
- Lenderink, B., Voordijk, H., & Halman, J. (2019). INNOVATION-ORIENTED PUBLIC PROCUREMENT APPROACHES IN CIVIL, (1), 1–9.
- Lenderink, B., Voordijk, H., Halman, J., & Dorée, A. (2018). Public procurement and innovation: A conceptual framework for analysing project-based procurement strategies for innovation, 1–11. Geraadpleegd van [https://www.researchgate.net/publication/324570448\\_Public\\_procurement\\_and\\_innovation\\_A\\_conceptual\\_framework\\_for\\_analysing\\_project-based\\_procurement\\_strategies\\_for\\_innovation?\\_iepl%5BviewId%5D=mCFit0vmTH0xisk20FQW3HrO&\\_iepl%5Bcontexts%5D%5B0%5D=projectUpda](https://www.researchgate.net/publication/324570448_Public_procurement_and_innovation_A_conceptual_framework_for_analysing_project-based_procurement_strategies_for_innovation?_iepl%5BviewId%5D=mCFit0vmTH0xisk20FQW3HrO&_iepl%5Bcontexts%5D%5B0%5D=projectUpda)
- Loosemore, M. (2015). Construction Innovation: Fifth Generation Perspective. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04015012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000368](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000368)
- Mai, T. (2012). Technology Readiness Level. Geraadpleegd 14 september 2018, van [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt\\_accordion1.html](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html)
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65(9–10), 1216–1223. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058>
- Miozzo, M., & Dewick, P. (2005). Towards understanding innovation in construction. *Building Research & Information*, 33(1), 80–82. <https://doi.org/10.1080/0961321042000322799>
- Mitre. (2016). Managing Research Projects: Beyond Cost and Schedule.
- Netcomposites. (2014). *Technology overview biocomposites. Knowledge Transfer Networks*. Geraadpleegd van [www.materialsktn.net](http://www.materialsktn.net)
- Oever van den, M., & Molenveld, K. (2012). *Natuurlijke vezels en bioharsen in technische toepassingen*. Wageningen. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/146.4.844>
- Ouchi, W. G. (1979). A Conceptual Framework for the Design of Organizational Control Mechanisms. *Management Science*, 25(9), 833–848. <https://doi.org/10.1287/mnsc.25.9.833>
- Provincie Fryslân. (2015). Uitvoeringsagenda 2015-2019.
- Provincie Fryslân. (2017). D·R·I·V·E. Geraadpleegd 31 januari 2019, van <https://www.drive.frl/>
- Provincie Fryslân. (2018). Circulaire Economie. Geraadpleegd 2 oktober 2018, van [https://www.fryslan.frl/beleidsthemas/wurkje-mei-fryslan\\_41375/item/circulaire-economie\\_12595.html](https://www.fryslan.frl/beleidsthemas/wurkje-mei-fryslan_41375/item/circulaire-economie_12595.html)
- Provincie Gelderland. (2016). Technology Readiness Levels, 4. Geraadpleegd van <https://www.gelderland.nl/sport-en-innovatie>
- Regoniel, P. A. (2015). Conceptual Framework: a step by step guide on how to make one. Geraadpleegd 22 november 2018, van <https://simply educate.me/2015/01/05/conceptual-framework-guide/>
- Rijksoverheid. (2016). *Nederland circulair in 2050*.
- Rijkswaterstaat. (2018a). Innovaties testen: soms wel 4 jaar van idee tot praktijk. Geraadpleegd 31 januari 2019, van <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/2018/04/innovaties-testen-soms-wel-4-jaar-van-idee-tot-praktijk.aspx>
- Rijkswaterstaat. (2018b). *Prijsvraag: Duurzaam Asfalt*.
- Rose, T. M., & Manley, K. (2012). Adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, 30(April), 277–298. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.665173>

- Rose, T. M., & Manley, K. (2014). Revisiting the adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, 32(9), 904–917. <https://doi.org/10.1080/01446193.2014.938670>
- Rutten, M. E. J., Dorée, A. G., & Halman, J. I. M. (2014). Together on the path to construction innovation: yet another example of escalation of commitment? *Construction Management and Economics*, 32(7–8), 695–704. <https://doi.org/10.1080/01446193.2014.933855>
- Rybicka, J., Tiwari, A., & Leeke, G. A. (2016). Technology readiness level assessment of composites recycling technologies. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1001–1012. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.104>
- Sexton, M., & Barrett, P. (2003). A literature synthesis of innovation in small construction firms: Insights, ambiguities and questions. *Construction Management and Economics*, 21(6), 613–622. <https://doi.org/10.1080/0144619032000134147>
- Transitieteam Bouw. (2018). Grondstoffenakkoord - Transitie-agenda Circulaire Bouweconomie, 38. Geraadpleegd van file:///C:/Windows/Temp/bijlage-4-transitieagenda-bouw.pdf
- Uflewska, O., Wong, T., & Ward, M. (2017). Development of technology maturity framework in managing manufacturing improvement for innovation providers. *Innovation and Product Development Management Conference*, 24th. Geraadpleegd van [https://strathprints.strath.ac.uk/61013/1/Uflewska\\_etal\\_IPDM\\_2017\\_technology\\_maturity\\_framework\\_in\\_managing\\_manufacturing\\_improvement.pdf](https://strathprints.strath.ac.uk/61013/1/Uflewska_etal_IPDM_2017_technology_maturity_framework_in_managing_manufacturing_improvement.pdf)
- Valence, G. de. (2010). Innovation, Procurement and Construction Industry Development. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 10(4), 50–59.
- Vissers, T. (2018). Innovatie infrabranche moet sneller, vindt Rijkswaterstaat. Geraadpleegd 17 december 2018, van <https://www.cobouw.nl/infra/nieuws/2018/11/de-infrabranche-heeft-een-gezamenlijke-opdracht-101266882>
- Vlaar, P. W. L., Bosch, F. A. J. van den, & Volberda, H. W. (2006). Vertrouwen , formalisering en prestaties in inter- organisatorische relaties. *Maandblad voor accountancy en bedrijfseconomie*, 80(1/2), 17–25.
- Yan, L., Chouw, N., & Jayaraman, K. (2014). Flax fibre and its composites - A review. *Composites Part B: Engineering*, 56, 296–317. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.08.014>

## APPENDICES

### Appendix 1, Interview Report 1

**Nummer** 1

**Datum** 03-12-2018

**Opsteller** B. Ebbelaar

**Onderwerp** Theoretisch model

**Organisatie** Advies- en ingenieursbureau

#### Als, namens

Hoofd vestiging en hoofd groep contracteren en aanbesteden

Afstudeerdeerder

#### Nr. Verslag

##### 1. TRLs

Bij de lage TRLs (1 t/m 5 ongeveer) is beoordeling van kwaliteit erg afhankelijk van 'expert judgement', oftewel de visie van experts op de betreffende innovatie. De stap van laboratorium naar 'buiten' (TRL 4 naar 5) is erg lastig hierdoor omdat er geen objectieve onderbouwing is.

##### 2. Factoren van invloed

###### De relatie tussen TRLs en de factoren van invloed:

Des te lager de TRLs des te hoger de discussie over regels (condities) en het aanbestedingssysteem, dit komt voort uit het feit dat hoe lager de TRL, hoe minder goed je weet wat je krijgt of zelfs wat je wil en hoe je de innovaties moet/kunt beoordelen.

Belangrijk voor opdrachtgevers is om te beseffen, t.a.v. het realiseren van innovatie, dat zij zich bewust moeten zijn dat innovatie niet simpelweg besteld kan worden in de markt. Om innovatie succesvol te realiseren moet de opdrachtgever de innovatie willen en actief deelnemen aan het proces om gezamenlijk met de markt de innovatie te realiseren.

T.a.v. regelgevende condities, niet alleen regelgevende condities zijn van invloed maar ook andere condities. Denk hierbij aan intern beleid wat zeer beperkend kan zijn voor innovatie. Hierbij is complexiteit vaak niet het probleem maar meer de extreme hoeveelheid van condities/beleid/beperkingen.

##### 3. Beheersing

###### De relatie tussen TRLs en beheersing:

Hoe lager de TRL, hoe meer je richting sociale beheersing gaat. Dit is een logisch gevolg van het feit dat bij de lage TRLs je weinig hebt om te meten en dus geen andere mogelijkheid tot beheersing hebt dan sociaal.

Een gebruikte praktische invulling van sociale beheersing is inspanningsverplichting afspreken waarbij een opdrachtnemer moet aantonen dat er een inspanning wordt gedaan om de ambitie waar te maken maar er geen afspraken zijn wat betreft het proces of resultaat.

Publieke opdrachtgevers kunnen bijna helemaal geen sociale beheersing gebruiken, dit komt doordat zij werken met een interne institutioneel kader dat meetresultaten nodig heeft voor verantwoording. Hierbij heeft er wel een overgang plaatsgevonden van resultaatbeheersing naar procesbeheersing bij enkele grote opdrachtgevers (Rijkswaterstaat, provincies en Prorail). Vroeger werd gecontroleerd of de aannemer het bestek goed had uitgevoerd, tegenwoordig moet een opdrachtnemer door middel van toetsing en kwaliteitsborging zelf aan te tonen dat hij zijn werk (goed) heeft uitgevoerd.

##### 4. Ontwerp van het inkoopproces

###### De relatie tussen TRLs en het ontwerp van het inkoopproces:

Hoe lager de TRL hoe meer het ontwerp moet gaan richting samenwerking en weg van harde competitie en marktwerking. Ook moet er mogelijk een aspect aan het ontwerp van het inkoopproces toegevoegd worden wat een relatie heeft met risico's en de houding van opdrachtgevers t.a.v. risico's, mogelijke benaming risk-

## Nr. Verslag

appetite (risico eetlust, hoeveel risico kun je aan?).

Voor (zeer) lage TRLs worden heel andere processen ingericht bij Rijkswaterstaat, bijvoorbeeld prijsvraag. Dan wordt dus afgeweken van de meest gebruikte inkoopprocessen omdat deze niet goed samengaan met de lage TRLs en hun eigenschappen.

Ieder aspect c.q. optie binnen het inkoopproces zou beschouwd kunnen worden als een soort schuifje wat, a la gids proportionaliteit, kan worden gekoppeld aan de hoogte van TRLs.

Het gebruik van samenwerking 'tools' is sterk verbonden met de houding van de opdrachtgever. Indien de opdrachtgevers houding is dat samenwerking geen focus heeft zullen deze 'tools' niet ingezet worden. Desondanks het is het creëren van een goede samenwerking wel heel belangrijk voor het realiseren van innovatie.

Risk-appetite is een goede mogelijke toevoeging en misschien zelfs wel het meest belangrijk omdat voor veel andere aspecten (schuifjes) de basis is omdat het veel zegt over de houding van mensen/partijen.

Risico's hebben een directe relatie met TRLs. Hoe lager de TRL, hoe meer risico's er optreden omdat er meer onbekendheden zijn.

## 5. Obstakels

### De conclusie t.a.v. de obstakels:

Allemaal zijn ze herkenbaar en zijn ze zeer verbonden met de houding van de betrokken personen.

Het obstakel 'Nadruk op kosten' heeft een sterke verbinding met de organisatorische middelen. Deze moeten bij elkaar passen. Vooral bij organisaties die zijn ingericht met een sterke nadruk c.q. oriëntatie op kosten is het belangrijk om de juiste verwachting bij innovaties te scheppen.

T.a.v. het obstakel 'meningsverschil t.a.v. risico-verdeling' heeft dit sterk te maken met de verwachtingen van risico's bij de betrokken personen. Een meningsverschil betekent dat de betrokken partijen andere verwachtingen hebben en van daaruit ook de risico's anders inschattingen. Dit is dus sterk gekoppeld aan de voorgestelde extra toevoeging (risk-appetite) aan het 'ontwerp van het inkoopproces'.

Het laatste obstakel 'Vijandige contractuele relaties' is een gevolg van de sterke focus van organisaties op kosten en risico reductie maar tegelijkertijd wel innovatie willen realiseren. Hierdoor ontstaan contractuele discussies en condities, grotendeels bepaald door de kopende partij, welke niet stimulerend zijn voor innovatie.

## Appendix 2, Interview Report 2

**Nummer** 2  
**Datum** 11-12-2018  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatie in het inkoopproces  
**Organisatie** Aannemer

### Als, namens

Projectmanager  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

Bij de lage TRLs loont het om de ontwikkeling te versnellen om snel tot praktijktoetsen te komen en de innovatie tastbaar te maken. Projecten die zich richten op lage TRLs zouden dus ook vooral de focus moeten leggen op het snel toetsen van de innovatie in de praktijk.

T.a.v. verschillende ambities van opdrachtgevers is het belangrijk voor innovatie om te kijken naar of een opdrachtgever resultaat wil zien, oftewel toepassing van een innovatie, of dat hij innovatie wil stimuleren, oftewel ontwikkeling van een innovatie.

#### 2. Factoren van invloed

##### Conclusies t.a.v. factoren van invloed:

- Opdrachtgevers vragen veel naar de meerwaarde (resultaat) dat een innovatie kan bieden. Bij hogere TRLs is hier al wel een uitspraak over te doen maar juist bij de lage TRLs is dit een grote barrière want het beoogde resultaat kan dan nog niet voldoende worden onderbouwt.
- De wisselwerking tussen een opdrachtgever en –nemer is belangrijk om uiteindelijk innovatie te realiseren. Een opdrachtgever moet de ruimte bieden waarbij de opdrachtnemer vervolgens de uitvoering op zich moet nemen.
- Belangrijk voor innovatie is dat deze voortkomt uit de doelen van de opdrachtgever zijn organisatie. Vervolgens is het voor opdrachtnemers ook belangrijk dat het innovatie vraagstuk aansluit bij hun eigen doelen en visie.
- (regelgevende) condities en de inkoopstrategie van de opdrachtgever zijn de twee voornaamste factoren die de ruimte voor innovatie beperken.

Opdrachtgevers hebben een sterke voorkeur voor beproefde technologieën en producten, dit remt innovatie echter sterk.

Ruimte voor innovatie wordt (vaak) beperkt doordat opdrachtgevers (onbewust) al een verwachting hebben van de oplossing die zij willen. Hierdoor worden andere potentiele oplossingen/innovaties vooraf al buiten gesloten.

Belangrijke vaardigheid van de opdrachtnemer is het neer kunnen zetten van een strak ontwikkelingsproces van de innovatie. Welke stappen er genomen worden en hier

Het betrekken van verschillende perspectieven, binnen organisaties verschillende afdelingen, is bevorderlijk voor het ontwikkelen van innovatie.

Het type aanbesteding en contract zijn belangrijk omdat deze in grote mate bepalen hoeveel ruimte er is voor innovatie, RAW weinig ruimte, UAV-gc meer ruimte.

T.a.v. (regelgevende) condities zijn de ontwerpvoorschriften van opdrachtgevers een barrière die vaak ervaren wordt bij het ontwikkelen van innovatieve producten.

De kenmerken/eigenschappen van de opdrachtgever zijn zeer belangrijk voor het gehele proces, denk hierbij aan dingen als 'hoe flexibel is een opdrachtgever, in hoeverre kan hij echt een samenwerking aangaan of is het veel ouderwets echt inkopen en de opdrachtnemer voert uit.'

## **Nr. Verslag**

### **3. Beheersing**

#### De relatie tussen TRLs en de beheersing:

Hoe lager de TRL, hoe meer sociale beheersing geschikt is voor de wijze waarop de opdrachtgever de opdrachtnemer beheerst/managet in het project. Bij hoge TRLs zijn resultaat en proces beheersing nog wel enigszins mogelijk maar bij lage TRLs is alleen sociale beheersing een optie.

Resultaat en proces beheersing zijn in mindere mate geschikt voor innovatie, dit komt vooral door het gebrek aan praktijkervaring. Hierdoor kan men nog niet zo zeker zijn van wat het resultaat zal zijn en hoe het proces zal lopen.

Sociale beheersing meer geschikt voor het om het realiseren van innovatie. Het zoeken van samenwerking om zo bepaalde barrières die je tegen komt op te lossen.

### **4. Ontwerp van het inkoopproces**

#### De relatie tussen TRLs en het ontwerp van het inkoopproces:

Hoe lager de TRL, hoe meer samenwerking de focus moet zijn van het ontwerp van het inkoopproces om innovatie te faciliteren en stimuleren.

Belangrijk is wat de opdrachtgever verwacht van de innovatie. Wil hij een product/resultaat of wil hij innovatie stimuleren en is het eindresultaat daaraan ondergeschikt? Hieraan zit ook gekoppeld of de opdrachtgever een product/resultaat wil inkopen of dat de aanbesteding moet leiden tot een overeenkomst met de juiste persoon/partij.

Sterke focus op prijs is een grote barrière voor innovatie (bod evaluatie)

Beloning is voor opdrachtnemer niet de focus wanneer het om innovatie gaat. Bij innovatie (deel)projecten wil hij vooral innovatie ontwikkelen en hoeft hier geen beloning voor. Belangrijker is hierbij dat de opdrachtgever mee investeert in de innovatie en het project.

De samenwerkings 'tools' zijn erg verbonden aan sociale beheersing. Bij meer onzekerheid wordt dit steeds belangrijker omdat samenwerking in grote mate het succes van projecten met innovatie bepaald.

### **5. Obstakels**

Het menselijke deel van deze obstakels is een beetje onderbelicht zoals ze nu geformuleerd zijn. Dit is ook sterk verbonden aan de benodigde samenwerking tussen opdrachtgever en -nemer voor de ontwikkeling en realisatie van innovatie.

## Appendix 3, Interview Report 3

**Nummer** 3  
**Datum** 13-12-2018  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatie in het inkoopproces  
**Organisatie** Provincie

### Aanwezig

Projectleider  
Tactisch Inkoper ad interim  
Afstudeerde

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

Er is een scheiding geconstateerd tussen de TRLs 1 t/m 6 en 7 t/m 9. Hierbij zijn de lage TRLs gezien als innovaties die nog echt in ontwikkeling zijn, voor deze innovaties kan er ruimte gecreëerd worden in de vorm van een proeftuin. De hoge TRLs zijn al echt producten die voldoende ontwikkeld zijn om een resultaat van te verwachten.

#### 2. Factoren van invloed

##### Conclusies t.a.v. factoren van invloed:

Cruciaal is het creëren van ruimte voor marktpartijen om hun innovaties toe te passen. Dit heeft met name betrekking op de factoren inkoopstrategie en de (regelgevende) condities/beleid. Daarnaast zijn de relaties binnen de sector belangrijk voor het stimuleren van de juiste samenwerking in het project, hierbij kunnen ook relaties buiten de sector om zeer waardevol zijn.

De opdrachtgever moet innovatie faciliteren bij de opdrachtnemer, dit kan hij doen door vooral te voorzien in informatievoorziening en een open houding. Een aanpak hiervoor kan zijn het in gesprek gaan met de marktpartijen om er achter te komen wat de belemmeringen voor hun zijn en deze vervolgens intern bespreken en waar mogelijk wegnemen of aanpassen. Deze aanpak kijkt vooral naar het verminderen van belemmeringen vanuit (regelgevende) condities.

#### 3. Beheersing

##### De relatie tussen TRLs en de beheersing:

Voor de lage TRLs 1 t/m 6 is alleen sociale beheersing mogelijk omdat deze innovaties nog te onzeker zijn wat betreft het resultaat en proces. Bij TRLs 7, 8 en 9 is de ontwikkeling al wel dermate ver gevorderd dat er wel (deels) beheerst kan worden op resultaat en/of proces.

Sociale beheersing sluit vooral aan bij inkoopprocessen die bij lage TRLs horen zoals een innovatiepartnerschap waar gefocust wordt op het ontwikkelen van een innovatie/techniek.

Resultaat en/of procesbeheersing sluit meer aan bij een concurrentiegerichte dialoog waarin wel een resultaat wordt geëist van een innovatie maar de opdrachtgever wel open staat voor interactie zodat hij innovatie kan faciliteren.

#### 4. Ontwerp van het inkoopproces

##### De relatie tussen TRLs en het ontwerp van het inkoopproces:

De belangrijkste onderdelen van het inkoopproces met betrekking tot het inkopen van innovatie zijn: specificatie, type uitvraag en bod evaluatie. In het algemeen voor het inkoopproces geldt dat hoe lager het TRL is dat ingekocht moet worden hoe meer het inkoopproces moet worden vormgegeven voor samenwerking en minder richting competitie en sterke marktwerking.

Functionele specificatie moet worden gebruikt als wijze van specificeren voor het faciliteren van innovaties. T.a.v. het specificeren is het belangrijk voor opdrachtgevers om rekening te houden met het spanningsveld tussen enerzijds het duidelijk specificeren wat men wil als resultaat en anderzijds ruimte bieden aan

**Nr. Verslag**

opdrachtnemers om het resultaat innovatief in te kunnen vullen.

Door het evalueren van boden op meer dan alleen prijs kunnen ook aanvullende doelstellingen zoals innovatie of duurzaamheid worden meegenomen en beloond in het inkoopproces om op die manier deze aspecten te stimuleren en faciliteren.

**5. Obstakels**

T.a.v. van het obstakel 'meningsverschillen t.a.v. risico-verdeling' geldt dat bij de hoge TRLs op resultaat werd gestuurd en de opdrachtnemer ook alle risico's hierover droeg. Omdat deze innovaties al ver waren ontwikkeld was dit geen probleem. Bij de lage TRLs werd er niet gestuurd op resultaat waardoor er min of meer geen risico was bij de toepassing van deze innovaties, hierdoor waren er ook geen meningsverschillen over de risico's.

## Appendix 4, Interview Report 4

**Nummer** 4

**Datum** 18-12-2018

**Opsteller** B. Ebbelaar

**Onderwerp** De ontwikkeling en het inkopen van biocomposieten brugdekken

**Organisatie** Universiteit

### Als, namens

Assistant Professor Innovative Structural Design

Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Bio-composieten brugdekken

Bio-composiet is een materiaal wat is samengesteld uit een hars en een vezel welke beide natuurlijk zijn gewonnen en afbreekbaar zijn. De vezels geven de sterkte aan het composiet maar moeten hiervoor op de juiste manier bij elkaar worden gehouden, daarvoor is de hars van belang.

De voordelen van Bio-composiet als bouwmateriaal zijn:

- Veel duurzamer c.q. milieuvriendelijker;
- Vormvrijheid, het materiaal kan ik elke vorm gewenst worden gemaakt;
- (licht) Gewicht, het materiaal is veel lichter dan de traditionele bouwmaterialen.

Voor het productieproces zijn momenteel twee gangbare methoden. Enerzijds wordt er gewerkt met mallen, het nadeel hiervan is dat het maken van een mal duur is en dus eigenlijk alleen de moeite waard voor producten waarvan een hele serie gemaakt wordt. Anderzijds kan door middel van een vacuüm-injection het bio-composiet om een kern heen worden geplakt, hierbij werkt de kern dus als een soort interne mal die de vorm van het geheel bepaald. Er worden momenteel nog wel andere productiemethoden onderzocht, maar nog niks is zo ver ontwikkeld en toegepast als deze twee materialen.

De vezels kunnen, afhankelijk van de gewenste sterkte in de specifieke situatie, op verschillende manieren worden toegepast:

- Gewoven, hierbij worden de vezels op 90 graden door elkaar gewoven om een soort net. Dit is bijvoorbeeld ook zo bij kleding.
- Niet gewoven, en dan kan het zijn dat of alle vezels in dezelfde richting staan (Uni directional) waardoor de vezels gericht zijn op het opnemen van één specifieke kracht. Ook kan het zijn dat de ongeweven vezels willekeurig geplaatst zijn en zo worden samengeperst tot een soort mat. Dit is geschikt voor wanneer de richting van waaruit de kracht exact op de vezels staat niet vast staat.

De voornaamste ontwikkeling en kennis die t.a.v. bio-composieten bruggen nog moet worden gedaan is het bepalen en voorspellen van de levensduur. De tijdsafhankelijke eigenschappen van bio-composiet in praktische toepassing zijn op dit moment nog niet goed bekend.

Bio-composieten bruggen zitten op dit moment maximaal op TRL 5/6 waarbij zij als pilot getest worden in een relevante omgeving, mogelijk dat Ritsumasyl de eerste wordt die overstapt naar TRL7 (in een relevante omgeving).

#### 2. TRLs

Belangrijk voor het bepalen van een TRL van een innovatie is heel specifiek te weten over wat de 'innovatie' is. Gaat het in dit geval bij een brugdek ook om de liggers of om de gehele brug?

De voetgangersbrug gerealiseerd op het terrein van de UT/e was op de TRL-scale op ongeveer niveau 6/7. Hierbij is het wel van belang vanuit welke eisen je dit bekijkt. Zo is deze test ontworpen op een levensduur van één jaar, niet de traditionele zeer lange levensduur van bruggen.

#### 3. Factoren van invloed

[www.witteveenbos.com](http://www.witteveenbos.com)

Traditionele eisen zijn erg belemmerend voor de innovatie ‘bio-composit’, de huidige eisen schrijven bijvoorbeeld bepaalde proeven, sterktes en stijfheden voor die (nog) niet toepasbaar/haalbaar zijn voor bio-composit. Dit zorgt voornamelijk voor problemen bij het opschalen naar hogere TRLs (van 6 naar hoger) omdat er dan ook daadwerkelijk getoetst gaat worden op deze aspecten.

Voor lage TRLs is het commitment van politiek cruciaal. Zonder dit commitment is het lastig voor een innovatie om tot een praktijktest te komen omdat het nog niet de zekerheden kan geven die traditioneel gevraagd worden.

Het inkoopproces wordt voornamelijk relevant bij de hoge TRLs omdat deze dan voor belemmeringen gaan zorgen voor de innovaties. Binnen deze inkoopprocessen worden dan garanties/zekerheden gevraagd die ook een bijna uitontwikkelde innovaties nog niet goed kan bieden. Hierin moet de opdrachtgever dan ruimte creëren voor de opdrachtnemers om een innovatie te kunnen implementeren.

#### 4. **Ontwerp Inkoopproces**

Het evalueren a.d.h.v. softe parameters zoals, LCA's of EMVI, in plaats van enkel op prijs is een goede optie om innovatie te waarderen in een inkoopproces. In de specificatie moet ook ruimte worden gecreëerd om het toepassen van innovaties mogelijk te maken voor opdrachtnemers.

## Appendix 5, Interview Report 5

**Nummer** 5

**Datum** 18-12-2018

**Opsteller** B. Ebbelaar

**Onderwerp** De ontwikkeling en het inkopen van biocomposieten brugdekken

**Organisatie** Producent Bio-composiet

### Als, namens

Manager innovatie en productontwikkeling

Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Bio-composieten NPSP

NPSP maakt duurzame bio-composieten voor verschillende toepassingen waaronder de bouw & openbare ruimte. Voorbeelden van producten zijn wegwijzer paddenstoelen, gevelelementen en verkeersborden. Naast de productie van producten houdt NPSP zich ook bezig met het verder ontwikkelen van het materiaal bio-composiet en de toepassing hiervan.

NSPS werkt voornamelijk als leverancier van de producten en neemt in principe geen deel aan aanbestedingen. Hiervoor is gekozen i.v.m. de relatief hoge tenderkosten die gemaakt moeten worden om een inschrijving te doen.

#### 2. TRLs

##### Conclusie TRLs en bio-composieten brugdekken:

Er zijn twee 'sporen' waarop bio-composieten brugdekken kunnen worden gekoppeld aan het model van TRLs. Enerzijds is er de ontwikkeling naar een hoger percentage biobased, anderzijds de ontwikkeling naar grotere toepasbaarheid van het product.

T.a.v. de ontwikkeling naar een hoger percentage biobased is de huidige staat van ontwikkeling dat 80 à 90% biobased momenteel op een TRL van 6 à 7 zit. Het uiteindelijke doel van 100% zit op een TRL van 2 à 3 op dit moment.

T.a.v. de ontwikkeling naar grotere toepasbaarheid van bio-composieten brugdekken is afhankelijk van hoe een brugdek geformuleerd wordt (welke van de elementen moeten bio-composiet zijn) en wat het resultaat zal zijn van het project in Ritsumasyl.

Welke TRL een innovatie heeft is zeer afhankelijk van welke eisen een opdrachtgever stelt aan het product. Denk hierbij aan het eisen van een 100% biobased brug, nog maar TRL 2 à 3. Maar als de opdrachtgever iets flexibeler is en 90% ook toestaat is het TRL al 6 à 7, een klein verschil kan daardoor grote gevolgen hebben.

De stap van TRL 8 naar TRL 9 wordt vaak ervaren als te groot. De stap van 'de werking van het product geïntegreerd in het hele systeem bewijzen' naar 'commercieel en technische klaar voor de markt' is vaak een te grote stap. De rede hiervoor is dat bij TRL 9 direct moet worden geconcurrerend met de bestaande marktpartijen. Hiervoor is echter zeer grote oplage nodig die meestal nog niet eerder geproduceerd zijn en mogelijk ook nog niet haalbaar. Voorbeeld: biobased verkeersborden, voor TRL 8 een test met 20 borden doen, maar om op TRL 9 te kunnen concurreren moeten projecten worden aangenomen van 500+ borden per project.

T.a.v. de eisen die een opdrachtgever kan stellen aan een product en de relatie hiervan met TRLs is het zo dat bij TRL 8 & 9 het product dermate ver ontwikkeld is dat deze ook getoetst kan/mag worden op resultaat. Bij de lagere TRLs (<8) is de innovatie nog echt in ontwikkeling en zal het eisen van een resultaat niet werken, dit zal tot terughoudendheid van de marktpartij/ontwikkelaar leiden

#### 5. Ontwerp van het inkoopproces

##### Conclusie t.a.v. het inkoopproces van bio-composieten brugdekken:

Voor het integreren van innovaties die nog in ontwikkeling zijn (TRL <8) moeten opdrachtgevers veel meer een samenwerking aangaan met de ontwikkelaar van de innovatie in kwestie. De onderdelen van

## Nr. Verslag

inkopen/aanbesteden binnen de huidige aanpak die leiden tot terughoudendheid van marktpartijen zijn:

- Nadruk op prijs i.p.v. de toegevoegde waarde van de innovatie;
- ‘oude’ eisen stellen welke onvoldoende ruimte bieden voor het toepassen van innovaties;
- Innovaties worden vaak ontwikkeld door relatief kleine, specialistische marktpartijen die veelal de rol invullen van leverancier. Vanuit deze rol moeten zij veelal aanhaken bij een hoofdaannemer om deel te kunnen nemen in een aanbesteding, echter verliezen zij hierdoor de invloed die zij nodig hebben om in samenwerking te kunnen gaan met de opdrachtgever.

Suggesties voor verbetering van het inkoopproces zijn:

- Meer overleg/discussie tussen de opdrachtgever en de ontwikkelaar van de innovatie. Hierbij is een open houding van de opdrachtgever zeer belangrijk om gezamenlijk tot de implementatie van de innovatie te komen. De aanpak die door de provincie Zuid-Holland is toegepast bij de N211 en N40 klinkt als een voorbeeld waar dit goed is gedaan;
- Meer vergoeden van de tenderkosten voor inschrijvers zodat deze kosten een minder groot obstakel zijn voor de kleinere bedrijven die specialistische innovaties ontwikkelen;

## Appendix 6, Interview Report 6

**Nummer** 6  
**Datum** 09-01-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen  
**Organisatie** Expertisecentrum

### Als, namens

Adviseur  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

##### Conclusie:

De huidige categorisatie (TRLs 1-4, 5-6, 7-8 en 9) is logisch gezien het traditionele ontwikkelproces van innovaties in de GWW. Echter, wanneer het om innovatiegericht inkopen gaat is vooral een categorisatie te maken waarbij gedifferentieerd wordt tussen het inkopen van innovatieve producten en het inkopen van de ontwikkeling van een innovatie.

T.a.v. de aanpak om als opdrachtgever het ontwikkelen van innovaties te stimuleren zijn er op globaal niveau twee praktische aanpakken mogelijk. Enerzijds kan ontwikkeling van innovatie gestimuleerd worden door de intentie naar buiten te brengen om in de toekomst de eisen te verhogen en dus de traditionele oplossing niet meer te accepteren. Dit zal opdrachtnemers dwingen om met oog op de toekomst innovaties te ontwikkelen om aan de toekomstige eisen te voldoen. Anderzijds kan een opdrachtgever een traject starten om gezamenlijk met marktpartijen actief innovaties te gaan ontwikkelen. Hierbij zal de opdrachtgever ook een financiële bijdrage leveren aan de ontwikkeling.

Voor het inkopen van innovatieve producten (hoge TRL) de voornaamste aanpak het bieden van ruimte voor opdrachtnemers om deze innovaties aan te bieden. Dit ruimte bieden kan gedaan worden door onderhandelingsruimte te hebben in het inkoopproces, functioneel te specificeren en dergelijken.

#### 2. Factoren van invloed

##### Conclusie t.a.v. factoren van invloed:

De vier factoren gegeven (relaties binnen de industrie, inkoopstrategie, regelgevende condities en organisatorische middelen) zijn mogelijk meer randvoorwaarden dan daadwerkelijk factoren. Wel zijn het inderdaad dan de randvoorwaarden die alle vier kloppend moeten zijn om succesvolle innovatie mogelijk te maken.

Wanneer TRLs lager worden, worden de factoren/randvoorwaarden inkoopstrategie, regelgevende condities en organisatorische middelen problematisch. Dit komt doordat bij innovaties op lage TRLs de onzekerheden en risico's dermate groter zijn dan van traditionele oplossingen dat deze factoren/randvoorwaarden significant anders moeten worden behandeld dan bij traditionele projecten.

Een aanpak voor het omgaan met regelgevende condities bij lage TRLs is ten eerste door bewustwording bij de opdrachtgever te realiseren. Wanneer zij zich bewust worden van het belemmerende effect van sommige van hun regelgevende condities kunnen zij zelf al actie ondernemen om dit beter te organiseren voor innovatie. Daarnaast kan het openlijk gesprekken voeren tussen opdrachtgever en -nemer helpen om tot herziening van de regelgevende condities te komen en zo innovaties beter mogelijk te maken.

Een belangrijke eigenschap voor de opdrachtgever (onderdeel van organisatorische middelen) is dat de projectleider van het innovatie project moet worden gestimuleerd om daadwerkelijk op innovatie te sturen, en dus niet afgerekend moet worden op tijd en geld. Daarnaast moet deze projectleider ook het lef hebben om zowel intern als extern het gesprek aan te gaan om een project te creëren waar innovatie een kans krijgt.

### **3. Beheersing**

#### Relatie tussen TRLs en de beheersing:

Traditioneel wordt beheersing gedaan op resultaat en proces, dit zal ook voor hoge TRLs gewoon de manier zijn waarop beheersing wordt uitgeoefend. Voor lage TRLs is dit echter niet geschikt, dan zal sociale beheersing een functionelere vorm van beheersen zijn.

Een voorbeeld van een praktische vorm van sociale beheersing is een inspanningsbekostiging. Hierbij betaalt een opdrachtgever enkele partijen om met dat geld een innovatie/innovaties te ontwikkelen zonder dat hier een resultaatsverplichting aan verbonden is, wel moet is het verplicht een vooraf bepaalde inspanning te leveren in het ontwikkelen.

### **4. Ontwerp van het inkoopproces**

#### Conclusie t.a.v. het ontwerp van het inkoopproces:

De belangrijkste aspecten van het inkoopproces voor het inkopen van innovatie zijn (functioneel) specificeren, bod evaluatie en formalisatie.

Functioneel specificeren is erg belangrijk om ruimte te creëren voor innovaties om aangeboden te worden. Dit heeft een sterke verband met de factor/randvoorwaarde regelgevende condities. Door regelgevende condities los te laten, en dus niet te specificeren, maar functionele omschrijvingen te gebruiken in je inkoopproces komt er ruimte voor partijen om alternatieve oplossingen/producten aan te bieden. Het opstellen van functionele specificaties is lastig omdat dit ook om een herziening vraagt van bestaand beleid, normen en standaarden en werkwijzen.

Bod evaluatie is belangrijk omdat dit weergeeft waar een inkoopproces zich op focust, wat is het resultaat wat de opdrachtgever wil bereiken? Door de bod evaluatie dermate in te richten dat het gewenste resultaat ook het meeste meetelt in deze evaluatie zullen innovaties die dit resultaat nastreven ook het beste scoren. Gunningscriteria op sec innovatie wordt niet aanbevolen omdat innovatie een middel is en geen doel.

Formalisatie heeft een nauwe band met regelgevende condities en is vaak ervaren als erg belemmerend voor innovatie. Wanneer de relatie tussen opdrachtgever en -nemer voornamelijk formeel is zal er een nadruk liggen op het volgen van de regelgevende condities en weinig dialoog plaats vinden omtrent het creëren van ruimte voor innovatie. Hierdoor zal het toepassen van innovatieve oplossingen belemmerd worden. Het is aan te beleven de scheiding tussen de eigenaar van de regelgevende condities binnen een publieke organisatie (meestal niet de projectleider of inkoper) en de uitvoerders hiervan niet te groot te maken.

## Appendix 7, Interview Report 7

**Nummer** 7  
**Datum** 24-01-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen bio-composiet Ritsumasyl  
**Organisatie** Ingenieursbureau

### Als, namens

Adviseur aanbesteden en contracteren  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Project bio-composiet brug Ritsumasyl algemeen

Het project bio-composiet brug Ritsumasyl is begonnen rond 2015 als laatste onderdeel van de gebiedsontwikkeling haak om Leeuwarden. De beweegbare brug over het Harinxmakanaal was aan het einde van zijn levensduur en moest daarom vervangen worden. Hierbij werd de brug ook aangepast om vaarwegklasse Va te passen en zal deze na vervanging enkel nog voor fietsverkeer geschikt zijn (niet meer voor gemotoriseerde voertuigen). In eerste instantie was er geen bio-composiet opgave, deze kwam pas later ter sprake toen de ambitie werd uitgesproken om deze brug de eye-catcher van de gebiedsontwikkeling te maken, net als de houten brug over A7 bij Sneek voor de opgave daar. Vanuit deze insteek werd door de ambtelijke opdrachtgever de ambitie uitgesproken om de brug bij Ritsumasyl in bio-composiet te realiseren. De ambitie was eerst om alleen het beweegbare deel uit te voeren in bio-composiet, later is deze ambitie in overleg met de aannemer en producent uitgebreid en werd de gehele brug in bio-composiet uitgevoerd. Hierbij is het gehele wegdek, inclusief randelementen en de leuning, van bio-composiet gemaakt. Ook was de ambitie om het voor 100% in bio-composiet te realiseren, deze ambitie is echter gezet met als doel: hoe hoog kunnen we komen. Uiteindelijk wordt 80% voor het beweegbare deel en 86% voor het vaste deel gerealiseerd.

Het inkoopproces voor dit project is als volgt vorm gegeven:

- Vooraf aan de realisatiefase is een bouwteamfase gepland waarin de ontwikkelopgave wordt behandeld om bio-composiet te ontwikkelen tot het niveau dat nodig is voor de uitvoering;
- Het werk voor de aannemer van het civiele deel en de producent voor het bio-composiet worden apart aanbesteedt. Hiervoor is gekozen om zeker te zijn dat de producent voldoende invloed zal hebben in de bouwteamfase en niet onderdrukt wordt zoals hij traditioneel gezien als onderaannemer vaak wordt;
- Beide onderdelen (aannemer en producent) zijn voornamelijk op kwaliteit gegund waarbij visie op de samenwerking in de bouwteamfase voor de aannemer en kennis en deskundigheid m.b.t. bio-based composieten voor producenten de meest zwaarwegende criteria waren;

#### 2. TRLs

##### Conclusie:

Binnen het project bio-composieten brug Ritsumasyl begon de innovatie bio-composiet brugdek op TRL 2 à 3 en moest deze voor realisatie ontwikkeld worden tot minimaal TRL 8. De opdrachtgever was zich hierbij bewust van de ontwikkelopgave die gepaard zou gaan bij het stellen van de ambitie om de brug uit te voeren in bio-composiet.

#### 3. Randvoorwaarden voor innovatie

##### Conclusie t.a.v. factoren van invloed:

Omdat de ambitie duidelijk aangaf welke innovatie er toegepast moest worden, de oplossingsrichting was dus zeer specifiek, heeft de opdrachtgever ook vooraf zelf al voor een groot deel bepaald waar deze innovatie aan moest gaan voldoen om gerealiseerd te worden. T.a.v. regelgevende condities heeft de opdrachtgever dan ook vooraf een groot deel van deze condities bepaald, ook waren er nog geen normen beschikbaar voor bio-composiet dus heeft de opdrachtgever de normen voor 'traditioneel' composiet opgenomen. Hierbij is het echter zo dat deze gestelde condities het uiteindelijke doel zijn, in de ontwikkelfase moest uitblijken of dit haalbaar zou zijn.

T.a.v. de organisatorische middelen wordt onderschreven door de geïnterviewde dat de kenmerken van de

## **Nr. Verslag**

opdrachtgever een significante invloed hebben op het project. Om een ambitie als deze te kunnen realiseren moet de opdrachtgever flexibel en ondernemend zijn om het proces en het uiteindelijke resultaat te kunnen sturen en beheersen. T.a.v. geld is er in de bouwteamfase gewerkt met een plafondbudget en facturering o.b.v. uren en is er daarna onderhandeld voor de prijs van de realisatie.

Omdat er maar enkele producenten van bio-composiet zijn in Nederland was de randvoorwaarde 'relaties binnen de sector' niet zo relevant. De geïnterviewde gaf echter wel aan dat hij inzag dat wanneer de oplossingsrichting niet zo specifiek is en er meer ruimte is voor inschrijvers om een eigen invulling te geven, aan bijvoorbeeld een duurzaamheidsambitie, dat deze randvoorwaarde, en het stimuleren hiervan, erg waardevol kan zijn.

## **4. Beheersing**

### Relatie tussen TRLs en de beheersing:

In het project Ritsumasyl zijn alle drie de vormen van beheersing toegepast. In de bouwteamfase is een combinatie van proces en sociale beheersing gebruikt en daarna in de realisatiefase is er beheerst op resultaat.

In de bouwteamfase geldt een inspanningsverplichting waarbij voornamelijk werd gestuurd op het proces van onderzoeken wat het hoogst haalbare resultaat was. Tegelijkertijd is er in de aanbesteding wel bewust aandacht geweest voor het belang van een goede samenwerking in de bouwteamfase, om dit te borgen waren er voor zowel de aannemer als de producent gunningscriteria opgenomen t.a.v. deze samenwerking en hun visie/rol hierin.

In de realisatiefase geldt een resultaatsverplichting. Het resultaat wordt bepaald a.d.h.v. de vooraf opgenomen condities/normen en de onderzoeks- en ontwikkelingsresultaten zoals deze behaald zijn in de bouwteamfase.

## **5. Ontwerp van het inkoopproces**

### Conclusie t.a.v. het ontwerp van het inkoopproces:

Bewust gekozen voor bouwteamfase om gezamenlijk te kunnen ontwikkelen en als opdrachtgever ook actief betrokken te zijn. De splitsing tussen de delen van de aannemer en producent van de innovatie is uniek maar noodzakelijk om de producent voldoende inspraak te geven, echter is dit een unieke situatie omdat de innovatie vooraf al vast stond en er maar enkele producenten zijn die deze innovatie kunnen ontwikkelen/realiseren.

In de bouwteamfase zijn twee go/no-go momenten geïntegreerd om risico's te kunnen beperken. Op deze momenten worden de huidige resultaten van het onderzoek/ontwikkeling geëvalueerd en wordt bepaald of de innovatie nog voldoende potentie heeft om de vooraf opgestelde innovatie te kunnen realiseren.

De specificatie is voor het grootste deel door de opdrachtgever bepaald vooraf aan de aanbesteding. Omdat het hier echter om een project gaat waarin het eerste deel een bouwteamfase, waarin onderzoek/ontwikkeling wordt gedaan, omvat is later een addendum opgesteld waarin aanvullende eisen en aangepaste eisen zijn opgenomen. De specificatie omschrijft waar de realisatie aan moet voldoen maar in deze eerste fase wordt onderzocht hoe en of dit mogelijk is met de beoogde innovatie bio-composiet. In deze fase is in het bouwteam gezamenlijk ook de specificatie verder specifiek gemaakt voor de innovatie en afgerond.

Om de risico's te beperken is in de specificatie ook opgenomen dat het bio-composiet brugdek zo moet worden ontworpen dat het ten aller tijde gemakkelijk vervangbaar zou zijn voor een brugdek van traditioneel composiet.

De bodevaluatie is, zoals al uitgelegd bij punt 1., grotendeels gericht op softe parameters. Specifiek gefocust op enerzijds de samenwerking in het bouwteam en daarnaast voor de producent ook zijn kunde en kennis van bio-composiet. Prijs was alleen bij beide aanbestedings maar een klein gedeelte van de bodevaluatie.

T.a.v. compensatie is in de bouwteamfase gewerkt met een budgetplafond en compensatie o.b.v. uren factureren. Hierbij zijn ook alle onderzoekskosten door de opdrachtgever vergoed, de rede hiervoor is enerzijds dat de opdrachtgever zich bewust was van dat als hij deze innovatie wilde inkopen hij ook het benodigde

**Nr. Verslag**

onderzoek en ontwikkeling moest faciliteren. Bij de afronding van de bouwteamfase is vervolgens onderhandeld over de prijs voor de realisatiefase. Anderzijds was één van de andere speerpunten van de opdrachtgever om niet alleen kennis te delen met de betrokken marktpartijen maar ook met onderwijsinstellingen. Daarom was in de scope opgenomen dat de aannemer en producent hun onderzoeken moesten laten uitvoeren door deze onderwijsinstellingen (o.a. Stenden, Windesheim, TU Delft).

## Appendix 8, Interview Report 8

**Nummer** 8  
**Datum** 28-01-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen bio-composiet Ritsumasyl  
**Organisatie** Provincie

### Als, namens

Projectmanager  
Afstudeerdeerder

#### Nr. Verslag

##### 1. Project bio-composiet brug Ritsumasyl algemeen

Omdat het belang van de ontwikkeling van de innovatie voor de opdrachtgever dermate groot was voor het realiseren van de ambitie, en zij zich hier ook bewust van was, heeft de opdrachtgever ook veel risico naar zich toe getrokken om marktpartijen te stimuleren deel te nemen. Vanwege dit belang en het risico wat ze naar zich toe trok wilde de opdrachtgever ook actief deelnemen in het bouwteam en niet de traditionele rol van opdrachtgever innemen. Ook heeft de opdrachtgever de risico's voor zichzelf weer beperkt door twee go/no-go momenten in het proces te integreren waardoor het vooraf duidelijk was voor iedereen dat bij tegenvallende resultaten het proces stop kon worden gezet.

In eerste instantie zou de bouwteamfase het uitwerken tot en met VO omvangen, in overleg is later besloten ook het DO in het bouwteam uit te werken.

Het aantal producenten wat deel wilde nemen aan de ontwikkeling van een bio-composiet brugdek voor dit project was gelimiteerd, zeker doordat een aantal van de potentiele producenten aangaf niet geïnteresseerd te zijn. Hun rede hiervoor was dat zij dermate veel geïnvesteerd hadden in de ontwikkeling van traditioneel composiet dat zij deze investering eerst wilde terugverdienen voor zij een nieuwe ontwikkelopgave opnamen.

Ondanks dat het bouwteam werkte op basis van uurtarieven is er wel erg kostenbewust gewerkt. De voornamelijk drijfveer hiervoor was dat hoe minder geld er uitgegeven werd aan de ontwikkelfase, hoe minder geld er extra nodig was voor de uitvoering, hoe groter de kans dat het bestuur de uitvoering zou goedkeuren en het project dus kon slagen.

##### 2. TRLs

###### Conclusie:

Voor de categorie producten (TRL 7 t/m 9) is inkopen niet zeer uitdagend en problematisch. Door gepast om te gaan met UAV-gc contractering en ruimte te bieden aan opdrachtnemers kunnen deze innovatieve producten prima een plek krijgen. Het inkopen van een ontwikkeling (TRL 1 t/m 6) is wel uitdagend en vaker problematisch, dit doordat bij dit proces nog veel meer onzekerheden meespelen en de opdrachtgever meer actief deel moet nemen.

##### 3. Randvoorwaarden voor innovatie

Hoeveel ruimte er door de opdrachtgever kan worden gegeven t.a.v. de regelgevende voorwaarden is een discussie die zij intern moeten voeren en die ook goed moet worden afgestemd met de juristen. Te veel ruimte kan namelijk voor discussie zorgen gedurende de aanbesteding.

Door open en transparante gesprekken te voeren tussen opdrachtgever en opdrachtnemer over de belemmeringen blijkt vaak ook dat ervaren belemmeringen gebaseerd zijn op onjuiste aannames. Door een open gesprek te voeren kan dit geconstateerd en verholpen worden waardoor belemmeringen relatief eenvoudig kunnen worden verholpen. Een voorbeeld hiervan is de aanname van een opdrachtnemer die er vanuit gaat dat een draaibrug niet gewenst is omdat deze complexere bewegingswerken bevatten, echter kan een draaibrug in verhouding voor de materialisatie van bio-composiet dermate gunstig zijn dat de complexere bewegingswerken voor lief kunnen worden genomen.

#### **4. Beheersing**

Binnen het project bio-composiet brug Ritsumasyl zijn alle drie de vormen van beheersing toegepast. Voor de realisatie in zijn geheel en enkele gedetailleerde onderdelen van de bouwteamfase, bijvoorbeeld uitvoering van geotechnische onderzoek, is resultaatsbeheersing toegepast. Binnen het functioneren van het bouwteam is veelal een combinatie van proces- en sociale beheersing toegepast. Op het uitvoeren van taken is voornamelijk proces beheersing toegepast omdat voor individuele taken de uit te voeren activiteiten duidelijk zijn en door dit strak te beheersing effectief gewerkt kan worden. Op een algemener niveau binnen het bouwteam is voornamelijk sociale beheersing toegepast, denk hierbij bijvoorbeeld aan de wijze van communicatie naar buiten en het delen van kennis. Ondanks dat alle vormen van beheersing dus zijn toegepast binnen dit project is er wel heel selectief gekeken naar welke vorm waar toegepast werd.

Sociale beheersing is gestimuleerd binnen het bouwteam door de kwaliteitsborging onderling te organiseren. Hierbij controleerde de verschillende organisaties binnen het bouwteam dus elkaars resultaten. Dit vergrootte het onderling vertrouwen en de inzet van de partijen. Alleen voor de eindresultaten is voor de zekerheid wel een externe kwaliteitscontrole uitgevoerd.

Om sociale beheersing mogelijk te maken zijn de partijen aan de voorkant van het project met elkaar in gesprek gegaan. In dit gesprek hebben alle partijen transparant hun belangen in het project toegelicht. Vervolgens is de focus in het gesprek over de belangen gelegd op de overeenkomsten, op deze manier is er een samenhorigheidsgevoel gecreëerd wat sociale beheersing ten goede komt.

Door gedurende het aanbestedingsproces al een kennismaking te organiseren tussen de sleutelfiguren van zowel de opdrachtgever als de opdrachtnemers wordt een eerste aanzet gemaakt voor het vormen van het construction design team met een eenduidige visie. Dit komt ten goede aan de gezamenlijk werkwijze en het onderlinge vertrouwen.

Doordat de opdrachtnemer al eerder in het proces betrokken was en ook invloed heeft gehad voor de uiteindelijke specificatie voor de uitvoering, heeft de opdrachtnemer ook de kans gehad uitvoeringsrisico's voor zichzelf eerder aan het licht te brengen en te beperken. Dit zorgt er vervolgens weer voor dat het in de uitvoering beter is om op resultaat te beheersen.

#### **5. Ontwerp van het inkoopproces**

Na een positieve besluit van de 2<sup>de</sup> go/no-go waarna de uitvoering van start ging, is er formeel een contract opgesteld en ondertekend en is er benadrukt dat er voor de uitvoering wel een resultaatsverplichting was voor de opdrachtnemers om het DO ook daadwerkelijk te realiseren. Echter had het bouwteam nog wel enkele taken die doorliepen in de uitvoeringsfase en is er daarom wel in de geest van samenwerking doorgewerkt en is de opdrachtgever niet terug gestapt naar zijn traditionele rol.

De specificatie van het project was initieel heel functioneel opgesteld om het toekomstige bouwteam voldoende ruimte te geven voor het ontwikkelen en uitwerken van de innovatie. Deze eerste opzet werd echter niet geaccepteerd door de juristen van de opdrachtgever en dus is de specificatie, in overleg met hun, vervolgens wel gedetailleerder uitgewerkt. Hierbij is echter nog wel bewust gelet op het ruimte houden voor het bouwteam, o.a. door het type brug nog vrij te laten.

Door in de ontwikkelfase de opdrachtnemers te compenseren op basis van uurtarieven en gemaakte uren heeft de opdrachtgever beoogd concurrentie op prijs in deze fase te minimaliseren. Dit is gewenst zodat de focus kan worden gehouden op het ontwikkelen van de innovatie en voor die focus mogelijke discussies over kosten worden vermeden.

In de uurtarieven die de opdrachtnemers vergoedt kregen in de ontwikkelfase zat geen winstmarge voor de opdrachtnemers. In deze fase is de 'winst' voor hun kennis en exposure. In de realisatiefase maken zij wel een minimale winst maar nog steeds is de voornaamste 'winst' van dit project de kennis en exposure die het genereerd.

De prijs van de uitvoering is door het bouwteam bepaald, dus door opdrachtgever en -nemer gezamenlijk, d.m.v. een open begroting.

## Appendix 9, Interview Report 9

**Nummer** 9  
**Datum** 06-02-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen bio-composiet Ritsumasyl  
**Organisatie** Aannemer

### Als, namens

Projectmanager  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

Voor lage TRLs, de ontwikkeltrajecten, doen zich voornamelijk problemen voor wanneer deze behandeld worden als zijnde van een hoog TRL. Dus wanneer er voornamelijk gestuurd wordt op output en proces, weinig oplossingsruimte wordt gegeven, de opd. Gever weinig risico's accepteert en er een resultaatsverplichting is voor de opdrachtnemer. Deze aspecten functioneren niet goed bij een lage TRL en zullen resulteren in een ontoereikend resultaat t.a.v. de initiële ambitie.

De TRLs wordt in dit model gebruikt als vertaling van de ambitie van een opdrachtgever. Echter, deze ambities is ook erg bepalend en dan voornamelijk hoe specifiek deze is. Wordt er een specifieke ambitie beoogd, zoals bij Ritsumasyl, of wordt een doelstelling nagestreefd maar is niet geduid met welke ambities, bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-reductie.

#### 2. Factoren van invloed

Conclusie t.a.v. de factoren:

*Relaties binnen de industrie*, dit draait vooral om het bij elkaar brengen van de juiste personen. Focus dus vooral op het menselijke aspect. Daarnaast is dit voornamelijk belangrijk wanneer niet bekend is welke innovatie toegepast moet worden maar een doel nagestreefd wordt (zoals CO<sub>2</sub>-reductie).

*Inkoopstrategie*, zie nr. 4

*Oplossingsruimte/regelgevende condities*,

- Binnen het project Ritsumasyl was vooraf aan het inkoopproces al veel gespecificeerd. Dit was echter geen probleem omdat deze specificatie nog niet bindend was. Na gunning, maar voor de daadwerkelijke opdrachtverlening, werd in het bouwteam de specificatie nog besproken en verder uitgewerkt om hem passend te maken bij de ontwikkelde innovatie.
- Wanneer vooraf veel gespecificeerd wordt en dit ook bindend wordt gemaakt zullen opdrachtnemers innovaties aanbieden die meer zekerheid bevatten (hogere TRL). Deze zullen echter ook gering innovatief zijn en daarmee een minder resultaat geven.

*Organisatorische middelen*,

- Organisatorische middelen acteren vooral als randvoorwaarde als zijnde deze moeten niet onvoldoende zijn maar extra geeft niet veel extra waarde.
- Belangrijk voor een 'sociaal' traject is dat bij alle partijen een open houding aanwezig is. Iedereen moet het project ingaan met de juiste mind-set, passend bij het beoogde traject.

#### 3. Beheersing

De goede balans voor een ontwikkeltraject is op abstract/algemeen niveau sociale beheersing toe te passen en dan op detail/specifiek niveau op output en proces te sturen. Dit zorgt voor algemene flexibiliteit en goed samenwerken maar op detail niveau voor efficiency. Praktijkvoorbeeld: op projectniveau focus op gezamenlijke aanpak de ontwikkelopgave en ervaren problemen, op detailniveau van het VO een strak proces inrichten en duidelijk uitzetten wie welke taken uitvoert en welke resultaten hier van verwacht worden.

## Nr. Verslag

Vijf mechanisme voor toepassing van sociale beheersing van Manley (2018):

- Aan het begin van een project het opstarten van sociale beheersing zijn voornamelijk leiderschap en relatie management belangrijk en daarna de praktische invulling met de andere 3 mechanisme;
- Opdrachtgever als leider begint het mee en hij moet hiervoor ook daadwerkelijk kunnen leiden d.w.z. dat hij voldoende geld/tijd/invloed moet hebben om te kunnen leiden;
- Een (externe) relatiemanager is goed voor extra focus op het creëren van de gewenste samenwerking/mind-set en om te middelen bij lastige situaties en hierbij te borgen dat de samenwerking functioneel blijft;
- Workshops draait vooral om intensief samenwerken om juiste onderlinge verhouding en vertrouwen te krijgen. Kan ook in de vorm van een vaste samenwerkingsdag, zoals gedaan bij project Ritsumasyl, o.i.d. dus hoeft niet per se een apart georganiseerde workshop te zijn;
- Communicatie systemen zijn niet als benodigd ervaren binnen het project Ritsumasyl omdat er veel face-2-face contact was (vaste samenwerkingsdag) maar geïnterviewde denkt wel dat deze systemen anders wel belangrijk zijn voor goed contact en samenwerking tussen alle betrokken partijen;
- Integraal ontwerp, d.w.z. integratie van de aannemer en leverancier in de ontwerpfase, was al besloten vooraf bij de keuze voor een bouwteam. Wat wel belangrijk was, was het goed afstemmen van alle gebruikte systemen zoals gebruikte software programma's tussen alle betrokken partijen.

## 4. Ontwerp van het inkoopproces

Door het ontwikkelen van de innovatie en de realisatie te scheiden is in het project Ritsumasyl ook een duidelijke scheiding gemaakt tussen beheersing o.b.v. sociaal en output/proces. Hierin werd ook pas na de ontwikkelfase het definitieve contract afgesloten voor de realisatiefase. Om dit goed te kunnen doen is het als belangrijk ervaren om nadruk te leggen op het selecteren van een partij met competenties voor het beoogde traject (in dit geval gezamenlijke ontwikkeling en daarna realisatie), niet de inhoudelijke technische invulling.

Belangrijks is om gedurende alles fases goed te bepalen wie wat doet en hierin een duidelijke rolverdeling te hebben. Echter blijft het bij een op sociale beheersing gebaseerde samenwerking wel belangrijk dat het projectteam alle (relatief grotere) problemen gezamenlijk behandeld ongeacht onder wiens onderdeel dit probleem valt om de samenwerking ook daadwerkelijk van waarde te laten zijn.

Door het samenbrengen van alle partijen kan namelijk op een gebalanceerde manier besluiten worden genomen en kunnen de risico's goed behandeld en verdeeld worden.

De risico's binnen het ontwikkeltraject zijn voor het project Ritsumasyl beperkt door go/no-go momenten op te nemen waarin bepaald werd of de ontwikkeling/het project door zou gaan of afgebroken moest worden.

Het vooraf specificeren als opdrachtgever wat je wil wordt als ervaren als positief omdat dit goed is voor sturing naar een einddoel. Echter is er wel flexibiliteit nodig wanneer de innovatie nog (verder) ontwikkeld moet worden. In dit geval heeft de opdrachtnemer dus voorkeur om gezamenlijk de specificatie op te stellen of verder uit te werken. Deze gezamenlijk bepaalde specificatie zal dan de basis zijn voor de uitvoering waar ook een overeenkomst over wordt afgesproken en welke ook output/proces gebaseerd kan worden.

Onderdeel van sociale inrichting van een project is de juiste personen op juiste plek zetten, van alle partijen. Dit betekent in de praktijk dat er een nieuwe organisatie gecreëerd wordt. Hierbij wordt dus erg nadruk gelegd op de gezamenlijke projectorganisatie waarin alle partijen hun rol hebben en niet op de traditionele rolverdeling opdrachtgever, opdrachtnemer, producent en ingenieur.

## Appendix 10, Interview Report 10

**Nummer** 10  
**Datum** 13-02-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatie in het inkoopproces  
**Organisatie** Opdrachtgever

### Als, namens

Senior Inkoper  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

Technology Readiness Levels zijn bekend en worden door deze opdrachtgever ook al gebruikt in hun uitvragen waar innovatie deel van uitmaakt. De tweedeling tussen ontwikkelopgave (TRL 1 t/m 6) en innovatieve producten (7 t/m 9) is heel herkenbaar.

Voor de categorie ontwikkeling (TRL 1 t/m 6) geldt, volgens de ervaring van deze opdrachtgever, dat ongeveer 80% van deze innovaties worden toegepast uit initiatief van de markt. In dit geval zoekt een marktpartij contact met de opdrachtgever voor een locatie om zijn innovatie te testen, en zo verder te ontwikkelen. Slecht voor ongeveer 20% van de gevallen geldt dat de opdrachtgever het initiatief neemt deze categorie innovaties in te kopen.

#### 2. Factoren van invloed

Het stimuleren van relaties binnen, en ook buiten, de sector is goed voor het faciliteren en stimuleren van innovatie. Door onderzoek, onderwijs en startups bij elkaar te brengen kan een plek ontstaan waar deze partijen besluiten samen te werken en van daaruit innovaties een stap verder komen in ontwikkeling.

Wij hebben in een project uiteindelijk een biobased brug 3D-geprint ontwikkeld. Die stond initieel niet in de uitvraag maar samen met de markt is daar in gesprek van gedacht van 'oké welke eisen moeten we dan bijvoorbeeld los laten zodat die brug wel mogelijk is'. Als de eisen uiteindelijk uitontwikkeld zijn dan kun je ze in een volgende project wel meenemen als het verhogen van je eisenpakket.

Een voorwaarde om tot innovatie te komen is dat je een aantal innovatie 'minded' mensen nodig hebt in alle lagen van de organisatie (directie, projectleider, beheerders, inkopers etc.). Dat wil zeggen mensen die de instelling hebben om innovatie te willen realiseren en ook de competenties hebben om dit te doen.

Belangrijk voor het werken met, en inkopen van, innovaties is dat de innovaties aansluiten bij het bestuursakkoord van de opdrachtgever. Vanuit het bestuursakkoord wordt de opdracht namelijk bepaald en die is weer leidinggevend voor het projectplan. Wanneer innovatie dus aansluit bij het bestuursakkoord zal hier ook meer steun voor zijn in het project.

#### 3. Beheersing

T.a.v. beheersing is de eerste ingeving van de opdrachtgever 'vertrouwen is goed, controle is beter'. Maar hij geeft ook toe dat dit misschien nog de oude gedachte is of de gedachte vanuit de wereld van civiele techniek waarin de betrokkenen allemaal gepassioneerd zijn van de traditionele producten. Deze 'traditionele' houding komt dus mogelijk ook voort uit voorkeur voor het bekende. Hiervoor is het dus belangrijk dat de mensen die uiteindelijk de eigenaar zijn van de infrastructuur meegenomen worden in het innovatietraject.

Het proces van inkopen en werken met innovatie is eigenlijk heel veel sociaal. Het is één en al mensenwerk en dat vraagt ook om die veranderde houding van waar voorheen echt opdrachtgever-opdrachtnemer en er werd vooral niet met elkaar gesproken dit voor innovatie moet veranderen.

De opdrachtgever geeft aan dat hun houding als organisatie terughoudend is t.a.v. het werken met bouwteam: "dan ben je samen weer aan het tekenen en voor je het weet is het niet meer de oplossing van de aannemer

## **Nr. Verslag**

maar dan is het een gemeenschappelijke oplossing met gemeenschappelijke risico's. En daar willen wij eigenlijk een beetje uit blijven, van 'jongens, dit is ons probleem. Jullie hebben een oplossing, dan gaan we er ook vanuit dat het proces en de output gewoon er komt te liggen. Dus kunnen wij op afstand blijven." Echter geeft de opdrachtgever vervolgens ook aan dat "als ik jou zo hoor zou het best zo kunnen zijn dat juist voor innovaties dat dus niet werkt."

### **4. Ontwerp van het inkoopproces**

Wat vaak het probleem is voor innovaties die nog ontwikkeld moeten worden is dat deze innovaties al bijna bekeken worden als zijnde van 'het is al bijna klaar' en ook uitgevraagd worden als zijnde dat ze al in de product categorie zitten. Hierbij hoort echter wel dat de opdrachtgever ook resultaat stelt a.d.h.v. de gestelde eisen, alleen geeft dit dan toch weerstand vanuit de markt omdat de innovaties eigenlijk nog niet ver genoeg ontwikkeld is voor de markt om aan deze eisen te kunnen voldoen.

Wij gaan veel meer gunnen op dat ontwerp en realisatie met de laagste CO2 footprint. En hoe je dat dan gaat invullen, dat is juist wat we neer willen leggen bij de markt en als daar voor innovaties nodig zijn, dan is het volgens mij de zoektocht van moeten wij dan iets los laten aan eisen. Dan focus je je dus niet op het innoveren als doel op zich, wat natuurlijk heel anders is als dat je zegt inderdaad pure focus op CO2, energieneutraal of circulariteit.

Voor een ontwikkeltraject is het heel belangrijk dat de communicatie met het projectteam goed is en dat het duidelijk is dat: 'we gaan een traject in waarvan we nog niet weten wat de uitkomst is. Ook niet van of het gaat slagen, en te accepteren dat het tijd kost.'

Het huidige perspectief van deze opdrachtgever t.a.v. inkopen in realisatieprojecten is: de markt tenzij, UAV-gc tenzij, systeemgerichte contractbeheer tenzij.. dus dan zit je vooral ook op beheersing op basis van output en proces.

Verschillende dialoogfases houden is een goede aanpak om in de aanbesteding als sociale beheersing te beginnen. In deze fases kan onderzocht worden of een innovatie die voorgesteld wordt ergens bij de kaders en wet- en regelgeving van de opdrachtgever niet zouden kunnen om de innovatie uiteindelijk breder toepasbaar te maken. Dus dan zit je al eerder in het proces, dan heb je nog steeds een procedure dat je met elkaar in gesprek bent.. dus het sociale aspect, en dan ga je uiteindelijk gunnen aan de partij die dit proces het beste kan uitvoeren.

Belangrijk t.a.v. het opschalen van een innovatie, de overgang van de categorie ontwikkelen naar product, is de grootte van het object. Zoals bij Ritsumasyl is deze stap niet erg lastig omdat het een enkele brug omvat. Echter wanneer het verharding gaat dan is de stap van een proefvak naar meerdere kilometers wel groot, t.a.v. veel grotere risico's indien de innovaties niet slaagt. Deze context is belangrijk om in gedachte te houden.

## Appendix 11, Interview Report 11

**Nummer** 11  
**Datum** 14-02-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen bio-composiet Ritsumasyl  
**Organisatie** Producent

### Als, namens

Eigenaar/directeur  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. TRLs

De scheiding tussen TRLs 1 t/m 6 als innovaties die nog volop in ontwikkeling zijn en TRLs 7 t/m 9 als innovatieve producten die bijna uit ontwikkeld zijn is herkenbaar voor de geïnterviewde.

De innovatie bio-composiet brugdekken valt op dit moment in de categorie ontwikkeling (TRLs 1 t/m 6) en dit geldt dan ook voor het project Ritsumasyl.

#### 2. Factoren van invloed

Ten aanzien van de oplossingsruimte/regelgevende condities geldt voor het project Ritsumasyl dat er vooraf wel eisen zijn gesteld. Echter was duidelijk aangegeven dat in de bouwteamfase deze eisen besproken en zo nodig in overeenstemming aangepast konden worden. Voor de producent is dit ervaren als voldoende vrijheid t.a.v. de gestelde eisen om zich daar geen zorgen over te maken in de aanbestedingsprocedure.

Het is belangrijk als opdrachtgever bij het stellen van eisen vooraf aan een aanbesteding goed na te denken over welk signaal dit naar inschrijvers geeft. Een voorbeeld is het eisen van een levensduur, en wie hier de verantwoordelijkheid over heeft op papier. Voor Ritsumasyl is wel een levensduureis opgenomen maar heeft de opdrachtgever bewust gekozen om de verantwoordelijkheid na realisatie op zich te nemen. Het brugdek is dus ontworpen om de beoogde levensduur te hebben, maar mocht dit onverwachts toch niet het geval zijn dan ligt de verantwoordelijkheid hierover niet bij de producent. Dit geeft de producent vermindert het risico voor de producent en zorgt er hierdoor voor dat hij meer gestimuleerd is om een hogere ambitie na te streven. In het geval van Ritsumasyl bijvoorbeeld het uitbreiden van het beweegbare gedeelte van 17 naar 22 meter.

Om een goede samenwerking te kunnen bewerkstelligen is het belangrijk voor alle betrokken partijen om elkaar belangen te kennen, overwegen en dit onderling te bespreken. Door dit te doen wordt er draagvlak gecreëerd en begrijpen de betrokken partijen elkaar handelen en motieven beter wat zal leiden tot een betere samenwerking. Dit zal er onder anderen voor zorgen dat partijen breder denken dan enkel hun eigen 'stukje' van het project. Dit is belangrijk voor het optimaliseren van een project, en zeker indien het complexer is dan traditioneel door het integreren van een innovatie.

#### 3. Beheersing

Vanuit eerder interviews bleek dat er voor de TRL categorie ontwikkeling (TRLs 1 t/m 6) sociale beheersing mogelijk geschikter is dan resultaat en/of proces beheersing. Binnen het project Ritsumasyl is hierop aansluitend ook een grote focus geweest voor sociale beheersing. Volgens de producent van de innovatie is dit het werken met sociale beheersing bij die project goed gelukt en heeft dit voor grote mate bijgedragen aan het (huidige) succes en is de manier van werken hem ook goed bevallen.

De waarde van sociale beheersing is voornamelijk ervaren op het moment dat er lastige situaties of problemen optradën. In deze gevallen was erg waardevol dat de partijen niet terug gingen naar traditionele rolverdeling en beheersing op basis van contractuele vastgestelde resultaten of processen maar dat er gezamenlijk werd gezocht naar de optimale oplossing of beheersmaatregel.

Welke mensen van iedere partij betrokken zijn is voor de uitvoering van sociale beheersing belangrijk. De betrokken personen moeten deze gezamenlijke manier van werken en de mindere focus op contractuele

## **Nr. Verslag**

afspraken kunnen hanteren en waarderen. Indien de focus op sociale beheersing zal liggen binnen een project is het dus erg belangrijk om dit vooraf goed duidelijk te maken aan de potentiele inschrijvers omdat het een heel ander werkproces zal zijn vergeleken met de traditionele manier van werken binnen de civiele techniek.

Voor de praktische realisatie en invulling van sociaal beheersing zijn, vanuit Manley (2018) een relatiemanager en leiderschap ervaren als meest invloedrijk. Hierbij hebben vooral de sleutelfunctionarissen van betrokken partijen een belangrijke rol gespeeld (leiderschap getoond) doordat zij deze manier van werken uitdroegen en zo over alle niveaus binnen alle betrokken partijen verspreid. Wel geeft de producent aan dat hij zelf initieel nog wel teveel eigen verantwoordelijkheid aan het nemen, i.p.v. samen werken echter is dit later beter verlopen door communicatie over de gewenste manier van samenwerken tussen de opdrachtgever, aannemer en producent. Daarnaast was het aanwezig zijn van een relatiemanager waardevol op de momenten dat er problemen ontstaan binnen het proces en partijen met elkaar een oplossing moeten bepalen. Zoals eerder al aangegeven is het juist op deze momenten belangrijk sociaal te blijven werken, een objectieve relatiemanager kan hierbij helpen om de partijen op de juiste manier te laten communiceren.

Naast leiderschap en relatiemanager wordt 'workshops' ook aangemerkt als een waardevolle manier om sociale beheersing te realiseren. Het gaat hier vooral om 'echt' samenwerken, d.w.z. fysiek bij elkaar zijn en gezamenlijk aan het project werken. Dit zorgt voor onderling begrip, vertrouwen en een gezamenlijke motivatie om het beste resultaat mogelijk te maken.

## Appendix 12, Interview Report 12

**Nummer** 12  
**Datum** 18-02-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatiegericht inkopen bio-composiet Ritsumasyl  
**Organisatie** Ingenieursbureau

### Als, namens

Senior Adviseur  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Factoren van invloed

Volgens de geïnterviewde was geld één van de belangrijkste factoren voor het succes van project Ritsumasyl. Geld is in het project niet ervaren als een belemmering. Dit zorgde voor rust en de focus op de innovatie, wanneer geld wel een belemmering is trekt dit snel de focus van de innovatie af waardoor het innovatiesucces onvermijdelijk minder zal worden.

Een andere succesfactor was de focus op het creëren van een team (in de aanbesteding). Hiermee is de basis gelegd voor een goede samenwerking tussen alle betrokken partijen welke uiteindelijk zeer belangrijk was voor het goede resultaat. Echter, dit is wel discussiebaar en lastig met de wet- en regelgeving van aanbesteden. Hier is voorafgaand aan de aanbesteding dan ook uitvoerig over gesproken om dit passend te maken, dit is uiteindelijk gelukt maar vraagt dus wel extra aandacht en inzet aan de voorkant voor gunning.

Belangrijk voor het succes was ook dat de belangrijkste personen voor de innovatie ook inspraak hadden in het project. Dat deze personen dus niet als onderraannemer weggedrukt werden. Is dit wel zo zal dit waarschijnlijk wrijving veroorzaken door de traditionele relatie tussen aannemer en onderraannemer. In dit traditionele geval zal de aannemer de onderraannemer namelijk beheersen op basis van strakke afspraken omtrent geld en tijd, wanneer flexibiliteit voor het omgaan met innovatie dan nodig is zal dit wrijving opleveren.

#### 2. Beheersing

Sociale beheersing bleek in het project Ritsumasyl zeer waardevol in cruciale lastige situaties voor het gezamenlijk oplossen en aanpakken hiervan. Een voorbeeld is het omgaan met tegenvallende testresultaten, hierdoor kwam de planning onder druk te staan. Dit kan dan snel voor discussie en onenigheid zorgen, echter wanneer de 'sociale' relatie en beheersing goed is geïntegreerd kan dit goed gezamenlijk worden behandeld, dit is ook gebeurd.

Voor het realiseren van sociale beheersing is het als belangrijk ervaren dat mensen op zelfde 'niveau' zitten. Dat wil zeggen dat zij elkaar taal spreken. Bijvoorbeeld dat de betrokken partijen iemand aan tafel hebben met de technische kennis om inhoudelijk het gesprek te kunnen voeren. Dit creëert samenwerking en vertrouwen.

Voor creëren sociale beheersing is leiderschap zeer invloedrijk geweest, alle partijen hebben invloedrijke personen gecommitteerd aan het project die de gezamenlijk insteek hadden van 'we doen het samen'. Dit in combinatie met een externe relatiemanager heeft de basis gelegd voor de goede samenwerking.

Na de gelegde basis hebben 'workshops', in de vorm van actief samen werken het echte sociale 'gevoel' gecreëerd.

#### 3. Ontwerp van het inkoopproces

Voor selectie gefocust op een sociale team aanpak is het voeren van gesprekken en onderlinge interactie tussen de opdrachtgever en gegadigden heel belangrijk gebleken. Dit gaf een heel ander, en beter, beeld dan wat er op papier stond. Hierbij is het belangrijk dat bij de aanbesteding al duidelijk wordt gemaakt voor gegadigden dat de insteek dus is om op een progressieve manier te gaan samenwerken en het project gezamenlijk uit te voeren.

## **Nr. Verslag**

Voor Ritsumasyl was de afvallende partij, die op basis van hun PvA wel bijna won, gepasseerd omdat zij volledig de verkeerde insteek hadden voor de beoogde samenwerking. Het scoren op interactie/sociaal bij een gunning is lastig vanwege de benodigde subjectiviteit (komt vanuit de aanbestedingsregelgeving). Hier moet dus goed over worden nagedacht hoe dit verantwoordelijk wordt vorm gegeven.

Prijs/geld was belangrijk bij dit project maar zat amper in de aanbesteding. Echter kon dit ook niet omdat de scope onvoldoende vast stond voor gunning. Enkel wanneer scope vast staat is het mogelijk om (delen) af te prijzen en prijsconcurrentie mee te nemen in de aanbesteding. Geld is dus niet gebruikt in de aanbesteding maar had wel een belangrijke rol in het project zelf (na gunning). Vooraf is namelijk wel gesproken over hoe er met geld omgegaan zou worden en iedereen heeft zich bij de gunning gecommitteerd aan het budget. Dit werkte mede omdat hoe lager de kosten hoe groter de kans op een 'go' en dus realisatie was.

De machtigste opdrachtnemer in het project zal altijd de partij zijn die meeste omzet heeft in het project omdat deze partij dus ook de meeste invloed heeft over het totaal. Echter wanneer dit niet de partij is die cruciaal is voor de innovatie, let dan goed op hoe de macht verdeeld wordt. In het geval van Ritsumasyl bijvoorbeeld is dit gedaan door producent direct in het bouwteam te plaatsen. Dit gaf de producent de benodigde macht ondanks dat zijn deel (het wegdek, het innovatie deel van het project) significant kleiner is dan dat van de aannemer (het civiele deel).

## Appendix 13, Interview Report 13

**Nummer** 13  
**Datum** 11-03-2019  
**Opsteller** B. Ebbelaar  
**Onderwerp** Innovatie in het inkoopproces  
**Organisatie** Spoorwegbeheerder

### Als, namens

Programma manager  
Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Factoren van invloed

Aan de huidige categorieën van TRLs zou een goede toevoeging zijn een categorie 'ontwikkeld maar nog niet toegepast'. In veel gevallen komt het namelijk ook voor dat een innovatie elders als wel is ontwikkeld en toegepast, maar nog niet is toegepast door deze opdrachtgever en daarmee dus wel als een innovatie ervaren wordt.

Zorg bij marktconsultatie, vooral wanneer deze oriënterend is voor hoe ver innovaties ontwikkeld zijn, dat je een breed publiek trekt. En dus niet alleen de 'standaard' bedrijven, zoals bijvoorbeeld de grote nationale aannemers, maar ook juist bedrijven uit andere markten kunnen mogelijk met waardevolle innovaties komen.

Het effect van de ontwikkeling en uitvoering van een TRL 1-6 innovatie project kan erg groot zijn. De ontwikkeling maakt dan namelijk in één project de stap naar TRL 7-9. Hierdoor is het ook zo dat er relatief minder projecten nodig zijn die zich focussen op de innovaties van TRL 1-6. Juist de innovaties in TRL 7-9 behoeven meer implementatie om deze op te schalen tot een commercieel product.

#### 2. Beheersing

Belangrijke overwegingen en/of kenmerken voor een opdrachtgever om rekening mee te houden zijn:

- Risicobereidheid, d.w.z. kan de opdrachtgever het accepteren wanneer een innovatie/project mislukt? Dat risico loop je namelijk wel als je met een innovatie aan de slag gaat. Hierbij geldt dat hoe dichter een innovatie bij de core-competenties van een organisatie komt hoe minder risicobereid deze zal worden.
- De motivatie voor innovatie. Het antwoord op de vraag waarom innovatie? Is er vanuit de opdrachtgever wel een echte (goede) behoefte om te innoveren? Dit is cruciaal omdat werken met innovaties een andere aanpak vergt dan de traditionele projecten. Hierbij geldt bijvoorbeeld vaak dat:
  - Een innovatie ambitie opgesteld wordt door een beleidsmaker, maar de uitvoerende organisatie teveel prikkels om niet te innoveren. Zij zijn dan niet gemotiveerd om de innovatie ook echt waar te maken waardoor de kans groot is dat het ook niet van de grond komt.

Opplossingsruimte en zekerheid zijn een belangrijk spanningsveld bij het werken met innovatie, en is ook de basis voor de genoemde factor risicobereidheid van de opdrachtgever. Opdrachtgevers moeten goed kunnen onderbouwen welke keuzes zij hebben gemaakt voor de verantwoording die zij af moeten leggen richting hun bestuur en burgers. Deze willen weten wanneer een project klaar zal zijn, hoeveel het zal kosten, wat de kwalitatieve resultaten zullen zijn. Echter brengen innovaties onzekerheid met zich mee t.a.v. deze aspecten.

Voor de echt grote innovatie projecten (van lage TRLs) waar veel ontwikkeld moet worden, moet echt een goede motivatie zijn vanuit de opdrachtgever om de investering te kunnen doen. Voorbeelden van zulke projecten zijn de kademuren van Amsterdam, de bio-based brug Ritsumasyl of een zinkend Venetië.

In de praktische uitvoering van projecten waar innovatie wordt geïntegreerd is de factor organisatorische middelen een sterke randvoorwaarde, geld en tijd kunnen erg belemmerend zijn voor innovatie.

#### 3. Ontwerp van het inkoopproces

Belangrijk om te begrijpen is dat het inkoopproces maar kort is en relatief weinig invloed heeft op innovatie. Voornamelijk in het voortraject en de uitvoering kan innovatie in een project worden geïntegreerd. Wees je dus bewust dat je vooral innovatie in deze fasen moet stimuleren om innovatie te laten slagen over het totale

## **Nr. Verslag**

project en dat het inkoopproces hier maar matige invloed op heeft.

T.a.v. het leggen van verantwoordelijkheid bij opdrachtnemers: uiteindelijk houdt een opdrachtgever altijd de verantwoordelijkheid voor zijn eigen maatschappelijke taak en de invulling daarvan. Ja het is mogelijk om een opdrachtnemer aansprakelijk te stellen voor het falen van een innovatie en op die manier het financiële risico bij hem neer leggen, maar een opdrachtgever zal altijd verantwoordelijk blijven voor zijn maatschappelijke taak en dus worden aangekeken indien er meer overlast optreedt dan gepland.

Indien innovatie niet per se nodig is voor het behalen van het projectdoel maar er wel een wens is om ruimte te geven kan er altijd een innovatieclausule worden toegevoegd aan het contract. Hierin wordt dan opgenomen dat een de opdrachtnemer alternatieven en/of innovaties mag voorstellen welke winst op kunnen leveren in het project. Deze kunnen dan door de opdrachtgever gescoord worden en indien opgenomen wordt de winst verdeeld tussen opdrachtgever en -nemer. Daarmee kan de opdrachtgever de mogelijkheid geven aan de opdrachtnemer om zijn innovaties te implementeren in het project. Een dergelijke clausule is ook risico vrij want beide partijen kunnen altijd nee zeggen, de andere kant is wel dat het niet zeker is dat er een innovatie aangeboden en/of geïmplementeerd word

## Appendix 14, Interview Report 14

**Nummer** 14

**Datum** 20-03-2019

**Opsteller** B. Ebbelaar

**Onderwerp** Innovatie in het inkoopproces

**Organisatie** Landelijke beheerde infrastructuur

### Als, namens

Programma manager

Afstudeerdeerder

### Nr. Verslag

#### 1. Ontwerp van het inkoopproces

De aanpak is in de basis goed met een focus op sociale beheersing, leiderschap en relatiemanagers voor projecten waarin een innovatie moet worden ingekocht met een lage TRL. Echter zijn er nog een aantal punten waarop deze aanpak verbeterd kan worden in de diagram:

- Voor het opzetten van een interactieve samenwerking, co-creatie, partnerschap mist in het diagram een nadruk op het voortraject. In dit voortraject, voorafgaand aan de aanbesteding, is het belangrijk dat de opdrachtgever en de marktpartijen in gesprek gaan over het beoogde inkoopproces.
  - Hierin is het belangrijk dat de opdrachtgever laat zien aan de markt wat het beoogde proces is, vervolgens is het aan de markt om hier op te reageren zodat het voor de opdrachtgever duidelijk wordt of dit proces ook acceptabel is voor de marktpartijen. Uiteindelijk moet er namelijk een proces komen waar alle partijen tevreden mee zijn zodat dit de basis kan zijn van de samenwerking.
  - Een mogelijk bijkomend voordeel van in het voortraject al de nadruk te leggen op samenwerking en partnerschap is dat dit vervolgens mogelijk minder nadrukkelijk hoeft te worden verwerkt in de aanbesteding (voornamelijk gunningscriteria), wat het makkelijker maakt de aanbesteding juridische goedgekeurd te krijgen.
- In de diagram ontbreekt een mate van interactie tussen de verschillende onderdelen (in verticale zin). In de huidige versie komt het over als vier losse processen, in de praktijk is dit echter minder het geval en zal een bepaalde mate van interactie en samenhang juist cruciaal zijn. Voornamelijk de aanwezigheid van 'een open mind en de dialoog' enkel bij de categorie van hoge TRL maar ook voor de andere categorie van lage TRL is dit belangrijk.

Ondanks dat samenwerking c.q. partnerschap een belangrijke factor is voor het slagen van een innovatieproject, zeker i.c.m. lage TRL, is het belangrijk om een duidelijke rolverdeling te hebben tussen opdrachtgever en -nemer. Uiteindelijk hebben de partijen verschillende belangen en ook een andere rol. Door dit vooraf explicet uit te spreken kunnen de partijen meer begrip hebben voor elkaar's perspectief wat bij zal dragen aan de samenwerking tussen deze partijen.

T.a.v. workshops voor creëren relatie/samenwerking moeten deze zich focussen op een wezenlijk ander niveau van interactie voor faciliteren van vertrouwen en een relatie. Het moet dus niet een soort van eenmalige oefening zijn maar het moet onderdeel zijn van de gehele proces met een nadruk op het creëren van wederzijds begrip tussen de betrokken partijen. Hierbij is het hebben van een open mind bij alle betrokken partijen wederom belangrijk om elkaar's belangen te zien en begrijpen.

Ook over inhoudelijke contractafspraken (bijv. t.a.v. intellectueel eigendom) is de dialoog tussen de opdrachtgever en marktpartijen in een voortraject belangrijk voor een juiste afstemming. Om de beoogde samenwerking te kunnen creëren moeten de betrokken partijen het eens zijn over hoe er met dergelijke zaken wordt omgegaan. Het kan dus niet zo zijn dat één partij zijn wil oplegt aan de ander, dit zal niet leiden tot een goede samenwerking.

## Appendix 15, Workshop Results

Datum 05-04-2019

Opsteller B. Ebbelaar

Onderwerp Innovatie in het inkoopproces

### Als,

Adviseur aanbesteden en contracteren  
Adviseur aanbesteden en contracteren  
Directeur innovatie  
Road Engineer  
Begeleider en adviseur contracteren en aanbesteden  
Begeleider en adviseur contracteren en aanbesteden  
Hoofd vestiging en adviseur contracteren en aanbesteden  
Adviseur contracteren en aanbesteden  
Afstudeerde en organisator workshop

### Namens

Gemeente  
Waterschap  
Aannemer  
Aannemer  
Ingenieursbureau  
Ingenieursbureau  
Ingenieursbureau  
Ingenieursbureau  
Ingenieursbureau  
Ingenieursbureau en Universiteit

### Nr. Verslag

#### 1. Introductie Onderzoek

T.a.v. Technology Readiness Levels is het belangrijk om duidelijk te maken naar alle betrokkenen dat een TRL geen doel op zich is maar een communicatiemiddel. Dit is ook direct het nadeel van het model. Ervaren wordt dat TRLs opdrachtgevers vaak het gevoel geeft dat TRLs gebruikt moeten worden als meetinstrument en op die manier onderdeel moet zijn van een inkoopproces. TRLs zijn echter beter voor communicatiemiddel om bespreekbaar te maken hoe ver een innovatie ontwikkeld, en dus hoeveel risico en onzekerheid deze nog bevat.

De splitsing in twee categorieën a.d.h.v. TRLs geeft houvast en laat ook zien dat er een onderscheid is tussen het stimuleren van innovatie ontwikkeling (lage TRLs) en het realiseren van een innovatie (hoge TRLs). Deze scheiding geeft goed inzicht in de verschillen tussen innovaties van verschillende TRLs en wat dit kan betekenen voor een inkoopproces. Tevens biedt het een handvat voor opdrachtgevers om hun ambitie te formuleren.

In relatie tot de gestelde randvoorwaarde:

- Voor het ontwikkelen van innovatie is investeren nodig. Hiervoor zijn twee mogelijkheden:
  - De markt investeert. Dit doen zij echter alleen indien er een goede businesscase voor de innovatie is, oftewel de investering zal zich op termijn terugverdienen. Bij innoveren binnen één project is het dus zo dat er weinig businesscase geboden wordt aan de markt, waardoor zij zelf weinig gestimuleerd worden om te investeren;
  - De opdrachtgever investeert. De opdrachtgever betaalt (deels) de onderzoeks- en ontwikkelkosten, vooral nodig wanneer de markt niet wil investeren wegens een onvoldoende potentieel voor terugverdienen van de investering voor hun.
- T.a.v. kennis en kunde van de betrokken partijen, het is belangrijk dat alle betrokken partijen belang hebben bij het slagen van een innovatie zodat de focus ook ligt op het slagen van de innovatie. Hierbij moet ook verschillende belangen in het project worden erkend door de partijen (opdrachtnemer wil geld verdienen, opdrachtgever wil zijn probleem opgelost hebben);
- Belangrijk voor de opdrachtgevers organisatie is een combinatie ambtelijke en bestuurlijke wil voor innovatie. Alleen met deze combinatie is er voldoende commitment voor een innovatieproject.
- De randvoorwaarde/uitgangspunten van dit onderzoek (voldoende tijd, geld en juiste kennis/kunde) zijn geen zekerheid bij een ‘innovatie’-project. Zeker een ingenieurs- en adviesbureau, zoals Witteveen+Bos, heeft vaak een beperkte invloed op deze randvoorwaarde/uitgangspunten omdat zij pas in een later stadium aansluiten bij het project. Zijn missen dus (een deel van) de voorbereidingsfase waarin deze randvoorwaarde/uitgangspunten bepaald worden.

## 2. Discussie t.a.v. oplossingsruimte voor innovatie in het inkoopproces

Het is belangrijk om bij innovatiegericht inkopen vroegtijdig met de markt in gesprek te gaan (d.m.v. bijvoorbeeld marktconsultaties en/of dialogen), dit kan namelijk zorgen voor:

- Afstemmen of de huidige specificatie en beoogde inkoopproces voldoende oplossingsruimte geven voor opdrachtnemers voor het inbrengen van innovatie;
- Het vroegtijdig laten zien van innovaties door opdrachtnemers om verassingen bij de aanbesteding te voorkomen. Verassing zorgen namelijk vaak voor weerstand t.a.v. de adoptie van innovaties en dus wil een opdrachtnemer aftasten of er draagvlak is voor zijn innovatie voor hij deze aanbied;
- Opdrachtnemers kunnen 'gevoel' krijgen bij de opdrachtgever, wat is haar visie op het project, wat is hun belang en motivatie voor het project, hoe innovatief is de opdrachtgever zelf?
- Goed voor interne proces bij de opdrachtgever, deze kan de weerklank uit de markt gebruiken voor het intern afstemmen van beoogde inkoopproces en besluitvorming hiervan;

Input voor deze vroegtijdige interactie met de markt moet duidelijk worden neergezet door de opdrachtgever wat het doel is om naar toe te werken. Zij moet een duidelijk beeld geven van wat zij wil met het project en de innovatie, waar moet naartoe gewerkt worden. Voor innovaties van TRL 1-6, die nog ontwikkeling behoeven, zal niet meer dan de projectdoelstellingen zijn omdat er verder teveel onzekerheden zijn, deze doelstellingen moeten echter wel zeer scherp geformuleerd worden voor duidelijkheid. Hier moet wel gelet worden op de juridische kant, d.w.z. de 'bepaalbaarheid' van de opdracht, dat duidelijk is wat er daadwerkelijk wordt ingekocht.

## 3. Discussie t.a.v. sociale beheersing en samenwerking voor innovatie

Bevestiging dat voor samenwerking/sociale beheersing het belangrijk is om te focussen op samenwerkingscompetenties van partijen en personen en de match tussen opdrachtgever en -nemer. Hierbij is het belangrijk voor de opdrachtgever om expliciet te maken wat zij verwachten. Zet helder en strak neer hoe het inkoopproces zal gaan en wat er verwacht wordt van opdrachtnemers. Wat wordt verstaan onder 'samenwerkingscompetenties' en wat wordt hier van verwacht (wat is goed?). Dit kan ook goed worden afgestemd met de markt in een vroegtijdig stadium, zoals voorgesteld in nr. 2. Van dit verslag.

Het aanbesteden van de categorie O&O (TRL 1-6) gaat om het aanbesteden van een dienst, zijnde het onderzoek en de ontwikkeling van de innovatie voor realisatie, met de intentie tot werk. De nadruk ligt hierbij op de dienst, omdat nog onzeker is of de innovatie daadwerkelijk kan worden gerealiseerd en het werk gedeelte (de realisatie) dus mogelijk niet tot uiting kan komen.

Waar een aanbesteding/selectie- en gunningsproces voornamelijk op focus moet per project bepaald worden. Welk onderdeel het meest onderscheidend is dient ook het zwaarste te wegen in de selectie. Voor innovatieprojecten dient hiervoor de juiste balans gevonden te worden tussen samenwerking, technische kennis/kunde en de ervaring en kennis van werken met innovaties.

Ook is het benadrukt dat volledige sociale beheersing niet praktisch is. Een combinatie met proces beheersing is beter. De visie hierop is op een algemeen abstract niveau sociaal te beheersen maar op praktisch niveau het proces strak te beheersen. Dit zorgt voor een goede samenwerking in het algemeen maar voor beheersbaarheid en efficiëntie binnen het project op een praktisch niveau.

Naast het belang van de match tussen mensen voor samenwerking is ook de organisatie achter personen die deelnemen aan een project erg belangrijk. Sluiten deze organisaties op elkaar aan qua organisatiestructuur, intern draagvlak voor het innovatieproject, visie, werkwijze etc.? Dit voorkomt namelijk dat het project afhankelijk wordt van bepaalde personen.

Ondanks het belang van samenwerking en sociale beheersing voor een innovatiegericht project moet een inkoopproces zich niet alleen focussen op de 'softe' aspecten. Het is goed ook 'harde' aspecten op de nemen om er ook zeker van te zijn dat een opdrachtnemer als organisatie geschikt is voor het project (en niet alleen een goede samenwerkingspartner). Voorbeelden van 'harde' aspecten:

- Plan van aanpak t.a.v. de ontwikkeling van de innovatie;
- Plan van aanpak t.a.v. financiën van het project;
- Ervaring/referenties voor het werken met innovatieve en/of onzekere projecten.

## 4. Discussie t.a.v. de opgestelde diagram

De diagram mist een mate van interactie tussen de opdrachtgever en -nemer. Samenwerking komt van twee kanten maar de diagram legt nog voornamelijk de visie van de opdrachtgever op. Dit moet beter gebalanceerd worden.

De zeer invloedrijke input en randvoorwaarden voor het diagram, die al vooraf aan het inkoopproces invloed hebben, komen nog onvoldoende terug in de diagram. Denk hierbij aan de invloed van eigenschappen van de opdrachtgeversorganisatie of reeds gemaakte keuzes t.a.v. het inkoopproces.

De nadruk of sociale beheersing zit goed in het diagram, maar de combinatie van sociale en proces beheersing ontbreekt nog. Juist deze combinatie van sociale beheersing op algemeen niveau maar proces beheersing op praktische niveau lijkt voor de praktijk veel potentie te hebben.

## Appendix 16, Documentation literature search

In this appendix the approach to searching and retrieving the used literature is described. This appendix is constructed based upon the format of the Centre of Reviews and Dissemination (Centre for Reviews and Dissemination, 2009). This format is been deemed suited because it's design is based upon an extensive peer-review by employees of several leading universities, such as Oxford, Cambridge and London.

Collecting the research has been done at several occasions during the period of 03-09-2018 and 26-04-2019.

### *Collection of known literature*

To start off the literature already known for the researcher was collected. This literature was known because of it was part of one or several courses which the researcher attended at the University Twente for the master Construction Management and Engineering. Subsequently some documents have been added which were obtained from Witteveen+Bos, such as reports of Master Thesis researches performed by employees of Witteveen+Bos.

### *New literature*

The next step was collecting additional literature, both for widening as deepening the information regarding the subject. This step consisted of two steps. In addition to widening and deepening the available information this search of new literature also ensured no relevant literature was missed.

1. Examine the references of known literature

The references of the prior collected known literature has been examined to determine any other relevant literature concerning the same subject. Especially review articles, like Pries & Dorée (2004), are valuable in this step because they present an overview and analysis of the, at that time, relevant literature.

2. General search in (digital) databases

This has been done mainly through the (digital) database FindUT, the online library of the University of Twente. This library is connected to the global bibliographic database Worldcat. Within this search a focus was made on just articles and chapters, as format, to make sure the found and used literature was scientifically relevant and specific for the research's subject.

Firstly, a general search was done with the following searchterms and results:

Searchterms	Results	Additional selection
Inovation in construction	98.163	
innovation in construction industry	27.590	
Construction industry AND innovation	15.942	
innovation stimulation in construction	6.411	
construction projects, innovation	38.038	
Procurement in construction, innovation	2.525	
transition dutch construction industry	661	
(innovation OR productinnovation) AND ("construction industry" OR "construction" OR "Infrastructure industry" OR "Infrastructure")	36.324	Last 5 years
(innovation OR productinnovation) AND (procurement OR tendering OR contracting)	30.175	2002 till 2018
(innovation OR productinnovation) AND (procurement OR tendering OR contracting)	15.858	Last 5 years

(innovation OR productinnovation) AND 3.522	Last 5 years
(procurement OR tendering OR contracting) AND ("construction industry" OR "construction" OR "Infrastructure industry" OR "Infrastructure")	Last 10 years

After the research's focus was more clear and specific, literature was collected for this specific focus on Technology Readiness Levels, factors of influence on the procurement of innovation, control and designing the procurement process.

Searchterms	Results	Additional selection
Technology Readiness Level	22.188	
Technology Readiness Level in construction	9.271	
Principal agent theory	8.953	
principal agent, construction	5.040	

### *Not scientific literature*

Lastly, to complement the scientific literature with more practical information several sources have been checked, mainly websites and reports of companies and institutions active in the Dutch construction industry. Examples of such companies and institutions are: Cobouw, PIANOo, Rijkswaterstaat and Witteveen+Bos.

## Appendix 17, Details regarding the interviews

All interviews in this research have been conducted with a semi-structured approach. This approach ensured the combination of sufficient information regarding the specific focus of the interview due to the structure but also sufficient space to zoom in on unforeseen relevant content brought up during the interview.

How many interviews have been conducted for each step of the research, with what organizations this was done ,what the function(s) of the interviewee(s) is and what the focus of the interview was, is presented in the table below:

### Step II

Nr. Of interview	Organization	Function Interviewee(s)	Focus of interview
1	Engineering consultancy firm	advisor contracting and procurement	Validating conceptual model
2	Contractor	Project manager	Validating conceptual model
3	Provincie	Project leader	Validating conceptual model
		Procurement advisor	
4	University	Assistent Professor Innovative Structural Design	Gain insight on biocomposite and its current state of development
5	Producer biocomposite	Manager innovation and productdevelopment	Gain insight on biocomposite and its current state of development
6	Expertise centrum	Advisor	Validating conceptual model

### Step III

Nr. Of interview	Organization	Function Interviewee(s)	Focus of interview
4	University	Assistent Professor Innovative Structural Design	Gain insight on biocomposite and its current state of development
5	Producer biocomposite	Manager innovation and productdevelopment	Gain insight on biocomposite and its current state of development
7	engineering consultancy firm	advisor contracting and procurement	Procurement process of project Ritsumasyl
8	Province	Project manager	Procurement process of project Ritsumasyl
9	Contractor	Project manager	Procurement process of project Ritsumasyl
11	Producer biocomposite	Owner/director	Procurement process of project Ritsumasyl
12	Engineering consultancy firm	Senior advisor	Procurement process of project Ritsumasyl

### Step IV

Nr. Of interview	Organization	Function Interviewee(s)	Focus of interview
10	Province	Senior procurement advisor	Generalising findings and concluding the research
13	Governmental agency managing rail infrastructure	Program manager	Generalising findings and concluding the research
14	National agency managing road and water infrastructure	Program manager	Generalising findings and concluding the research

## Appendix 18, Agenda workshop

### Agenda:

- Introductie gehele onderzoek en opzet workshop (15-20 min)
- Bespreken conclusie en praktische invulling t.a.v. oplossingsruimte (60 min)
  1. Hoe breng je balans in voldoende zekerheid voor de OG maar ook voldoende ruimte/comfort voor de ON om te innoveren;
  2. Wanneer moet deze balans (voornamelijk) besproken worden, gedurende de aanbesteding of na gunning (en dan dus gunnen o.b.v. andere criteria dan prestatie t.a.v. de eisen);

### Pauze (15 min)

- Bespreken aanbesteding van een aanpak die juiste balans ruimte en zekerheid heeft en die sociaal beheerst wordt (30 min)
  3. Niet specificeren voor gunning betekent dat afprijsen voor gunning niet mogelijk is. Daarnaast blijkt voor de categorie R&D alleen sociale beheersing passend te zijn. Hoe moet het aanbesteden van een proces zonder specificatie en een focus op sociale beheersing georganiseerd worden?
- Bespreken conclusie en praktische invulling t.a.v. sociale beheersing (30 min)
  4. Beoogde opzet combineren van nadruk op leiderschap, meenemen relatiemanager en actief samenwerken/workshops. Hoe kan dit goed vooraf vastgesteld en georganiseerd worden in de aanbesteding/contractering.

### Aanwezigen

Functie	Organisatie
Adviseur aanbesteden en contracteren	Gemeente
Adviseur aanbesteden en contracteren	Waterschap
Directeur innovatie	Aannemer
Road Engineer	Aannemer
Begeleider en adviseur contracteren en aanbesteden	Ingenieursbureau
Begeleider en adviseur contracteren en aanbesteden	Ingenieursbureau
Hoofd vestiging en adviseur contracteren en aanbesteden	Ingenieursbureau
Adviseur contracteren en aanbesteden	Ingenieursbureau
Afstudeerde en organisator workshop	Ingenieursbureau en Universiteit

### Hoe

1. Hoe breng je balans in voldoende zekerheid voor de OG maar ook voldoende ruimte/comfort voor de ON om te innoveren;

Dilemma OG toelichten: Wil wel ruimte geven maar moet objectief en transparant aanbesteden, mag niet significant wijzigen aan scope en de uitvoerende organisatie moet verantwoording afleggen aan de bestuurlijke/politieke organisatie. Om aan deze drie aspecten te voldoen is zekerheid van het uiteindelijke resultaat van groot belang voor de OG en het geven van ruimte lastig.

Met innovatie is deze zekerheid echter (gedeeltelijk) afwezig en daarom kan deze dan ook niet gegeven worden door ON. Hoe kijkt een ON dan naar het nodig hebben van voldoende ruimte maar het wel tegemoet komen aan de benodigde zekerheid voor de OG?

2. Wanneer moet deze balans tussen zekerheid en ruimte (voornamelijk) besproken worden, gedurende de aanbesteding of na gunning (en dan dus gunnen o.b.v. andere criteria dan prestatie t.a.v. de eisen);

Mijn visie toelichten, d.w.z. het zo vroeg mogelijk bespreken van cruciale aspecten in een aanbesteding (bijv. in marktconsultatie al voorleggen). Vervolgens OG vragen naar zijn voors en tegens hierop en de ON naar wat zijn voorkeur heeft.

3. Niet specificeren voor gunning betekent dat afprijsen voor gunning niet mogelijk is. Daarnaast blijkt voor de categorie R&D alleen sociale beheersing passend te zijn. Hoe moet het aanbesteden van een proces zonder specificatie en een focus op sociale beheersing georganiseerd worden?

\*Geeltjes: wat zijn gewenste gunningscriteria voor het inkopen van innovatie? (verschil maken tussen OG, ON en W+B). Vergelijken resultaten hiervan t.a.v. verschillende partijen en onderbouwen hierop. -> ook vragen

naar meer aspecten van het aanbesteden naast gunningscriteria, bijv. eerder besproken interactie, beoordelen samenwerking tussen partijen a.d.h.v. deze interactie en dergelijke.

4. Beoogde opzet combineren van nadruk op leiderschap, meenemen relatiemanager en actief samenwerken/workshops. Hoe kan dit goed vooraf vastgesteld en georganiseerd worden in de aanbesteding/contractering.

\*Geeltjes: eerst vragen naar ‘hoe invullen/realiseren sociale beheersing?’. Daar op ingaan en ook schakelen naar de theorie aspecten leiderschap, relatie manager en colocatie werken.

\*geeltjes = aanwezige op een sticky note laten invullen wat hun antwoord op de vraag is en deze sticky notes verzamelen op een flipover en aan de hand van de geschreven antwoorden de discussie initiëren.