



2/18/2022

# Circularity in infrastructure projects with Early Contractor Involvement

Investigating the knowledge  
contribution of contractors towards  
circular construction in the design  
process



**Boris Kreike**

Delft University of Technology  
In collaboration with Witteveen+Bos



## Colophon

### General

Report

Circularity in infrastructure projects with  
Early Contractor Involvement

Subtitle

Investigating the knowledge contribution  
of contractors towards circular  
construction in the design process

Date

February 18, 2022

Place

Kaag

### Student

Author

B. Kreike

Student number

4616626

University

Delft University of Technology

Department

Civil Engineering and Geosciences

Master track

Construction Management and  
Engineering

### Graduation company

Company

Witteveen+Bos | Advies- en  
ingenieursbureau

### Graduation committee

Chairman

Prof.dr.ir H. Wamelink

First supervisor

Dr. Y. Liu

Second supervisor

Dr.ir D.F.J. Schraven

First company supervisor

Ir. F. Oosterhof

Second company supervisor

Drs. Ing. J.N. de Koning

### Contact

Delft University of Technology

Mekelweg 5

2628CD, Delft

[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)



Witteveen+Bos | Advies- en  
ingenieursbureau

Hoogoorddreef 15

1101BA, Amsterdam

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



## Preface

This thesis was conceptualized through a chain of random events throughout my education career. My curiosity with contracting started in my bachelor's in civil engineering during an internship at a Dutch construction project. Several issues regarding communication between members and its contract motivated me to do a master's degree in Construction, Management and Engineering.

Recently, circularity has become a more important item in the construction industry, which is necessary because our linear economy is unattainable in the long term. In this sense, I am grateful that I have connected my passion with a problem that my research can hopefully contribute to solving.

I would like to thank everyone that has helped me during the research. In particular, my first company supervisor Floris Oosterhof for his guidance and feedback. Furthermore, I would like to thank my family and friends for keeping up with the uncountable times I talked about Bouwteams and circularity, sending me all those interesting documents and helping me through this rollercoaster called "graduation".

Finally, I wish you a good time while reading and learning from this thesis as a reader. And I hope that it provides you with a starting point for your research.

Boris Kreike

A handwritten signature in blue ink that reads "Boris Kreike". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underlining the name.

Date: 18-02-22





## Table of Contents

<b>Colophon</b> .....	
<b>Preface</b> .....	
<b>Summary</b> .....	<b>v</b>
<b>List of Abbreviations</b> .....	<b>viii</b>
<b>List of tables</b> .....	<b>ix</b>
<b>List of figures</b> .....	<b>x</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
1.1 Background .....	1
1.2 Problem definition and research question.....	2
1.3 Scope and preconditions .....	4
1.4 Witteveen+Bos.....	5
1.5 Research design and reading guide.....	6
<b>2. Literature Review</b> .....	<b>8</b>
2.1 Early contractor Involvement (ECI) .....	8
2.1.1 Bouwteam.....	9
2.1.2 The design process of a Bouwteam .....	9
2.1.3 ECI benefits and challenges.....	10
2.2 Circular Economy (CE) .....	12
2.2.1 Circular construction (CC) .....	13
2.2.2 Circular design strategies .....	14
2.2.3 Typology of circular design solutions .....	16
2.3 Knowledge contribution .....	17
2.3.1 Knowledge Management .....	17
2.3.2 Knowledge process described by SECI .....	18
2.3.3 Validity of the SECI model .....	19
2.3.4 Knowledge domain of a contractor.....	19
2.4 Research gap.....	21
<b>3 Research methodology</b> .....	<b>23</b>
3.1 Introduction .....	23
3.2 The Critical Incident Technique .....	24
3.3 Data collection .....	25
3.3.1 Semi-structured interviews.....	25
3.3.2 Document study.....	26
3.4 Data Analysis .....	26
3.4.1 Tools for Analysis .....	26
3.4.2 Within-case and cross-case analysis .....	27
3.5 Case selection .....	28
3.6 Case description .....	29
3.6.1 Case 1: Wolferen-Sprok .....	29
3.6.2 Case 2: Ritsumasyl Bridge .....	30

3.6.3	Case 3: Cruquius Bridge .....	31
<b>4</b>	<b>Results and Analysis.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Case 1: Wolferen-Sprok.....</b>	<b>32</b>
4.1.1	General and critical events.....	32
4.1.2	Summary .....	36
<b>4.2</b>	<b>Case 2: Ritsumasyl Bridge.....</b>	<b>37</b>
4.2.1	General and critical events.....	37
4.2.2	Summary .....	41
<b>4.3</b>	<b>Case 3: Cruquius Bridge .....</b>	<b>43</b>
4.3.1	General and critical events.....	43
4.3.2	Summary .....	47
<b>4.4</b>	<b>Cross-case analysis.....</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1</b>	<b>Answer to the research sub-questions.....</b>	<b>55</b>
<b>6.2</b>	<b>Answer to the research question.....</b>	<b>57</b>
<b>6.3</b>	<b>Limitations of the research.....</b>	<b>58</b>
<b>6.4</b>	<b>Recommendations .....</b>	<b>59</b>
6.4.1	Recommendations for future research.....	59
6.4.2	Recommendations for practice.....	59
	<b>References.....</b>	<b>60</b>
<b>A.</b>	<b>Case discussion .....</b>	<b>70</b>
<b>A.1</b>	<b>Case 1: Wolferen-Sprok.....</b>	<b>70</b>
A.1.1	Discussion.....	70
A.1.2	Knowledge contribution of Contactor .....	71
<b>A.2</b>	<b>Case 2: Ritsumasyl Bridge.....</b>	<b>73</b>
A.2.1	Discussion.....	73
A.2.2	Knowledge contribution.....	74
<b>A.3</b>	<b>Case 3: Cruquius Bridge .....</b>	<b>75</b>
A.3.1	Discussion.....	75
A.3.2	Knowledge contribution.....	76
<b>B.</b>	<b>Document study.....</b>	<b>78</b>
<b>B.1</b>	<b>Case 1: Wolferen-Sprok .....</b>	<b>78</b>
B.1.1	Bouteam objectives .....	78
B.1.2	Bouwteam structure .....	79
B.1.3	Collaboration between parties .....	80
<b>B.2</b>	<b>Case 2: Ritsumasyl Bridge.....</b>	<b>81</b>
B.2.1	Bouteam objectives .....	81
B.2.2	Bouwteam structure .....	81
B.2.3	Collaboration between parties .....	82
<b>B.3</b>	<b>Case 3: Cruquius Bridge .....</b>	<b>83</b>
B.3.1	Bouteam objectives .....	83
B.3.2	Bouwteam structure .....	84
B.3.3	Collaboration between parties .....	84

<b>C.</b>	<b>Interviews.....</b>	<b>86</b>
C.1	Interview protocol.....	86
<b>C.2</b>	<b>Case 1: Wolferen-Sprok.....</b>	<b>87</b>
C.2.1	Interview sections related to events.....	87
C.2.2	Transcript Wolferen-Sprok.....	96
<b>C.3</b>	<b>Case 2: Ritsumasyl Bridge.....</b>	<b>134</b>
C.3.1	Interview sections related to events.....	134
C.3.2	Transcript of Ritsumasyl Bridge .....	139
<b>C.4</b>	<b>Case 3: Cruquius Bridge .....</b>	<b>166</b>
C.4.1	Interview sections related to events.....	166
C.4.2	Transcript of interviews .....	173

## Summary

The number of raw materials consumed and waste generated by the construction industry is no longer a viable solution in the future. The construction industry in the European Union accounts for 36% of the solid waste produced in 2016. Since the Paris agreement, signed by the Dutch government in 2015, it is required for the construction industry to move from a linear towards a circular economy (CE) by circular construction (CC).

In CC, the value of materials, products, and components remain in the construction cycle as long as possible. Meaning at a product's end of life, this can be repeatedly used as a secondary resource while avoiding or reducing the input of raw materials and minimizing waste generation. For this to happen, actions as part of many strategies of design, reuse, recycling, remanufacturing, and, if possible, energy recovery throughout the construction process need to be taken into account. The unfamiliarity in actions that need to be taken for CC is still new terrain for many companies since the whole life cycle of a project needs to be considered. Platform CB'23 and the Transition Team argue that CC is best accomplished by parties that usually work at other life cycle stages of a project to collaborate in the design phase, since the most impact towards circularity can be made in the front-end development of a project. In addition, by collaborating, parties can share and create new knowledge.

Contract forms such as Early Contractor Involvement (ECI) involve contractors in the design phase of a project, such as suppliers, builders, and demolition contractors. These contract forms are focused on parties collaborating with a best for project mentality. The aim of using ECI is to have more knowledge available at the front-end of a construction project to engender a better design. ECI has been beneficial towards mitigating risk, realistic planning and cost estimation, improved construction methods, and joint problem-solving, due to the contractor and the collaboration between multiple parties and their knowledge. There are however, no sources directly indicating that the benefits of ECI also regard circularity. At the same time, issues that emerge with CC remain an obstacle for fully transitioning to a CE.

This research aims to understand better the issues regarding CC and if ECI would be beneficial in solving them due to the knowledge contribution of contractors and their collaboration with other parties in the design process. Therefore the research question is framed as follows:

**“How is contractor's knowledge contribution improving circular construction in ECI context?”**

The exploratory research was divided between a literature study and an empirical study. The literature study would provide a deeper understanding of the three components of this research, ECI, CC, and knowledge processes, as it would form the foundation for the empirical study and selection of cases. On the other hand, the empirical study focussed on three cases in which documents were studied and interviews were held with participants involved during the development of CC in the design process.

The results from the literature study indicated that knowledge consists of tacit and explicit knowledge. Knowledge processes can be described by the SECI model and was considered for this research as an acceptable method for analysing the contribution of contractors towards CC in the cases. However, during the empirical study, it became evident that the knowledge contribution by contractors depends on the substance of that knowledge, which is challenging to identify by SECI since it is a theoretical model that focuses on the process of knowledge

itself. In addition, does the mapping of knowledge processes requires a first hands-on experience. Therefore, another method has been considered to describe the knowledge contribution of contractors called the Critical Incident Technique (CIT). In CIT, research participants are asked to recall and describe a time when a behaviour, action, or occurrence impacted a specified outcome positively or negatively. The key findings of the empirical study indicate that:

- The contractor's tacit knowledge contribution has played an essential role in the feasibility of CC. The tacit knowledge contribution is regarding the constructability of the work and stems from the contractor's in-depth knowledge in choosing suitable materials and construction methods. The contractor's tacit knowledge is based on intuition, skills, and experience that have positively contributed to overcoming CC's technical, cost, and legal issues. The substance of the contractor's knowledge provides that decisions in CC be more well-considered.
- The collaboration in ECI is characterised by an "open book philosophy", which provide the opportunity for design propositions to be openly discussed and, if necessary, be jointly solved. When parties are collaborating, the knowledge interchange brings forth the sharing and creation of new knowledge that can, in turn, achieve better circular results to be accomplished, for example, when issues occur or when risks need to be mitigated. When a good work relationship develops, due to the interaction between client and contractor, the contractor has a better understanding of the client's wishes and can propose solutions that are better in line with the client's expectations. This good work relationship is based on trust and transparency between the parties.
- The collaborative setting in ECI can also bottleneck the feasibility of CC such as parties being unfamiliar with the design process or the tendency to misuse the work relationship developed. In addition, especially where collaboration took place between parties during the development of a circular design solution, mutual support must first be created to get parties engaged in solving an issue. When a solution is late prioritized in combination with cost issues, there is less room to adjust other aspects of the project or change a client's mindset, showcasing the discontinuation of circular design solutions in the analysed cases.

In conclusion, contractors' knowledge contribution plays an essential role in the feasibility of a circular design solution. However, the dynamics in collaboration between multiple parties can lead to better circular results. Since the collaboration can result in knowledge creation and sharing, developing a good work relationship between contractor and client and problems can be jointly solved when there is mutual support. This, however, also requires trust and transparency between the parties, and if lacking, it can obstruct CC.

The research has faced several limitations. The two most important limitations are listed below:

- The transition from SECI towards CIT means that the results do not provide significant insight into the development of that knowledge. The benefits and challenges of collaborating in ECI indicate a particular influence on the knowledge contribution. The knowledge process is not mapped, so also not to which degree it affected knowledge contribution.

- CIT is based on asking participants to recall and describe a time within the design process when a behaviour, action, or occurrence impacted either positively or negatively a decision towards circular design solutions. Which is prone to bias and limited by the memory of participants

For future research, it recommended that:

- To map the inter-and intra-organisational knowledge processes for circular design solutions to understand better the impact of specific dynamics happening in the collaboration between parties and how it impacts the knowledge contribution of contractors towards a circular design solution.
- Not all typologies of circular design solutions identified in the literature study can be related to the selected cases. By investigating more design solutions that apply for other categories, a more conclusive answer can be given about contractors' knowledge contribution and whether collaboration of other parties is required for those specific categories.
- It would be valuable to understand what other companies in a Bouwteam contributed in knowledge towards the issues emerging in CC since not solely the contractor's knowledge is sufficient.

It is recommended for future practice that:

- When a client has circular ambitions, involving a contractor in the design process better indicates the feasibility of a design solution due to the contractor's in-depth knowledge of material characteristics, applicability, and local practices. This can help in mitigating risk and to solve the technical, legal and cost issues emerging with CC.
- When a good work relationship is developed, a contractor better understands the client's wishes. As a result, the contractor can propose additional solutions that would benefit the client that were not considered before the design phase. This requires no secrecy and a no-blame environment or disputes between the collaborating parties. Instead, frequent interaction enhances the communication and understanding of each other's needs.
- A client might value other aspects over CC, and it takes time to convince the client or create a win-win strategy. Therefore late prioritization of a solution should be prevented if there are already indications the client probably would not give their support or when a joint approach is required to solve issues. At the beginning of the design phase, there is still room to manoeuvre other aspects of the project.
- Close attention should be paid to the dynamics that play a role during the collaboration in ECI since the CC outcome can be beneficial or negatively affected by it. For example, participants might be unfamiliar with the ECI process, or the relationship with the client might be misused, resulting in time and cost overruns and reduced CC results.

## List of Abbreviations

CC	Circular Construction
CE	Circular Economy
DNR	The New Rules
DO	Final/detailed design
ECI	Early Contractor Involvement
IFD	Industrial, Flexible and Dismountable construction (modularity)
KM	Knowledge Management
NTA	Dutch Technical Agreement
SECI	Socialisation, Externalisation, Combination and Internalisation
SVO	Structural design
UAV	Uniform Administrative Preconditions
UAV-gc	Uniform Administrative Preconditions integrated contract
UO	Executable design
VO	Preliminary design
3R Principle	Reduce, Reuse and Recycle
9R Principle	Refuse, Rethink, Reduce, (Re-)use, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover



## List of tables

Table 1: Type of contractor .....	8
Table 2: ECI benefits.....	10
Table 3: ECI challenges.....	11
Table 4: Identified CC design solutions .....	16
Table 5: SECI and key elements.....	19
Table 6: Knowledge domain of contractors .....	20
Table 7: Selected cases .....	28
Table 8: Project information of Wolferen-Sprok.....	29
Table 9: Project information of Ritsumasyl Bridge.....	30
Table 10: Information of project Cruquius Bridge .....	31
Table 11: CC strategies and related design solutions of Wolferen-Sprok.....	32
Table 12: General events of Wolferen-Sprok.....	34
Table 13: Critical events of Wolferen-Sprok .....	35
Table 14: CC strategies and related design solutions of Ritsumasyl Bridge.....	37
Table 15: General events of Ritsymasyl Bridge .....	39
Table 16: Critical events of Ritsumasyl Bridge .....	40
Table 17: CC strategies and related design solutions of Cruquius Bridge.....	43
Table 18: General events of Cruquius Bridge.....	46
Table 19: Critical events of Cruquius Bridge .....	46
Table 20: Contractor’s knowledge contribution for each circular design decision of Wolferen-Sprok .....	71
Table 21: Contractor’s knowledge contribution for each circular design decision of Ritsumasyl Bridge.....	74
Table 22: Contractor’s knowledge contribution for each circular design decision of Cruquius Bridge .....	76

## List of figures

Figure 1: Circular Construction (CC) .....	1
Figure 2: Research model.....	6
Figure 3: Example of a ECI design team .....	8
Figure 4: Design process of a Bouwteam .....	10
Figure 5: From a linear to a circular economy.....	12
Figure 6: 9R Principle (own imagine, adapted from Potting et al., (2017)).....	15
Figure 7: SECI model .....	18
Figure 8: Technical framing of the research problem .....	22
Figure 9: Example of a timeline of events towards the feasibility of a circular design solution .....	24
Figure 10: Project area of Wolferen-Sprok (VSP-O, 2018) .....	29
Figure 11: Project area of Ritsumasyl Bridge (D.R.I.V.E., 2017) .....	30
Figure 12: Project area of the Cruquius bridge (left bridge A, right bridge B in new situation) (Bouwteam Cruquiusbrug, 2021) .....	31
Figure 13: Events related to circular decision solutions in the design process of Wolferen- Sprok .....	33
Figure 14: Events related to circular decision solutions in the design process of Ritsumasyl Bridge .....	37
Figure 15: Events related to circular decision solutions in the design process of Cruquius Bridge .....	43
Figure 16: Cross-case analysis .....	49
Figure 17: Bouwteam structure of Wolferen-Sprok.....	79
Figure 18: Collaboration between the organisations of Wolferen-Sprok .....	80
Figure 19: Bouwteam structure of Ritsumasyl Bridge.....	81
Figure 20: Collaboration between the organisations of the Ristumasyl Bridge.....	82
Figure 21: Bouwteam structure of the Cruquius Bridge .....	84
Figure 22: Collaboration between the organisations of the Bouwteam Cruquius Bridge .....	84



# 1. Introduction

## 1.1 Background

“It’s time to change the game. If we want to tackle climate change, we need to look beyond energy efficiency and move towards a circular economy. For a healthy future we have to stop wasting our finite resources, reuse our valuable materials and turn them into new products. Together we can close the loop to a circular economy, a necessity for climate neutrality by 2050. It’s time for a major change,” says the Dutch Minister of I&W and host of WCEF+Climate, Stientje van Veldhoven (30<sup>th</sup> of September 2020).

At the Paris Agreement in 2015, which is an international treaty on climate change, several countries have promised to reduce the temperature increase to only 1.5°C at the end of the century. However, for this to happen, countries, including the Netherlands, must transition to a circular economy (CE). Only by working together they can reduce global emissions and prevent excessive global warming (Rijksoverheid, 2018).

Circularity refers to the environmental aspects of depletion of natural resources and the end-life of a product (Groene Brein, 2011). Most processes in the world’s economy are linear by nature. For example, a company uses natural resources to construct a product, the consumer would buy the product, use it and throw it away after it has served the consumer’s purpose. In a circular economy (CE), material waste does not exist, as the perception is that residual steams can be used to make new products and thus close the loop of the material life cycle. Another important aspect of CE is that it needs to be fed by renewable energy sources. And at last, it requires cooperation between each actor involved in the economy, such as companies and individuals. This is because an economy exists out of a network of actors that are influenced and affected by each other decisions in the short and long term (Ellen MacArthur Foundation, 2015a)

The construction industry is one of the major global waste producers. For example, the construction industry in the European Union accounted for 36% of the solid waste produced in 2016 (Eurostat, n.d.). Therefore, the construction industry can have a significant impact by moving to CE by circular construction (CC).

The essence of CC is that the materials, products, and components used in infrastructure projects will have a purpose beyond the life span of a project. CC acts, therefore, as a regenerative system in which resources, waste, emissions, and energy are minimized by slowing, closing and narrowing material and energy loops see Figure 1.

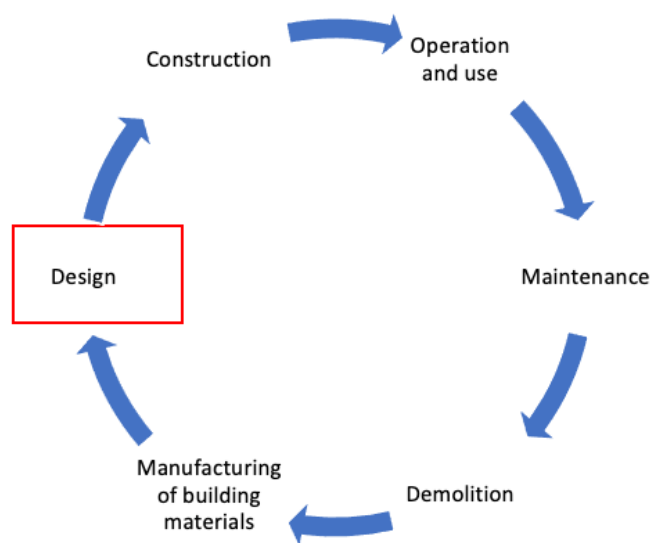


Figure 1: Circular Construction (CC)

This is achieved by implementing actions as part of many strategies of reducing, reusing, and recycling throughout the construction process, such as the 3R-principle (Ruiz et al., 2020). Unfortunately, CC is plagued with technical, cost and legal issues that obstruct the transition and there are no national norms yet that state how to CC.

A recent guideline on CC has been published by Platform CB'23 (Platform CB'23, 2021). This organisation has as ambition to work consensus with the Dutch building industry in terms of CC. In this guideline, the collaboration between actors, in terms of knowledge sharing in the design of the construction, is stipulated.

A contract form where more knowledge is available during the design process is Early Contractor Involvement (ECI). ECI has many forms in practice; one of the ECI forms used in the Dutch construction industry is called a Bouwteam. In essence, a contractor collaborates with multiple parties in the design process to develop a more well-established design. Since construction factors regarding the whole life cycle of a project can be taken into account (Rahmani, 2020). In addition, could the collaboration of multiple parties in ECI solve the issues associated with CC because parties can share and create new knowledge. ECI could therefore provide a better foundation to implement CC within a project.

## 1.2 Problem definition and research question

The ambition to realize CC is a difficult task and requires not only knowledge on how to build something, in fact, the whole life cycle and beyond needs to be taken into account (Ferme et al., 2018; Platform CB'23, 2021). This has resulted in technical, cost and legal issues regarding CC (Sieffert et al., 2014). Furthermore, the environmental impact of each material, element and object needs to be considered, from the manufacturing and construction towards maintenance and demolition, see Figure 1. When retrieving the elements and objects of a structure during maintenance or demolition, there should be a plan to use it for a new purpose. Previously mentioned does, a decision cause long term effects, and the earlier CC is considered in a project, the better the circular outcome of the project (Ellen MacArthur Foundation, 2015a).

In traditional contract models, there is a separation between design and construction, which prevents the contractor's knowledge integration from influencing the design (Ferme et al., 2018). In addition, there are different types of contractors that pertain to specific knowledge in their knowledge domain for each phase of the project's life cycle (Gálvez-Martos et al., 2018), such as a builder, demolition contractor, maintenance contractor, material miner and supplier (Platform CB'23, 2021).

Studies on contract models where ECI has been considered have indicated the positive knowledge contribution towards mitigating risk, reducing execution cost, shortening the project period, and providing a safer work environment since construction factors are taken into consideration (Rahmani, 2020; Song et al., 2009). These positive effects are the resultant of contractor's knowledge and the collaboration between parties and their knowledge. This is because the collaboration between parties could result in creating new knowledge. Unfortunately, there are no sources directly indicating that the benefits of ECI also regard circularity. At the same time, issues that emerge with CC remain an obstacle for fully transitioning to a CE (Sieffert et al., 2014).

In theory, the benefits of involving a contractor early could reduce or overcome obstacles emerging with CC. However, the knowledge contribution of ECI, specifically for CC, seldom been studied.

There is a gap in research indicating if the use of ECI has a positive effect on CC. In collaboration with Witteveen+Bos, this research will focus on the knowledge contribution of contractors in ECI towards CC. More information about the company Witteveen+Bos is provided in subchapter 1.4.

This research aims to have a greater understanding of the issues regarding CC and if the use of ECI would be beneficial in solving them due to the knowledge contribution of contractors and their collaboration with other parties in the design process. Therefore, the research question is framed as follows:

***“How is contractor’s knowledge contribution improving circular construction in ECI context?”***

To answer the main question, it is essential to understand the benefits and challenges of ECI, the most common CC methods used, the knowledge contractors have about these CC methods, how this knowledge is being created and shared and impacted the feasibility of CC. This leads to the following sub-questions:

1. What knowledge is captured in the domain of the different contractors that can contribute towards the CC strategies of closing, slowing and narrowing loops?
2. Which events in circular decision making are identified in the design phase of an infrastructure project?
3. How do contractors contribute in knowledge towards this decision making?
4. What would be the implications of patterns that lead to the investigated design solutions?

To answer the sub-questions, an approach is required. Each sub-question is chronologically placed, as it can provide valuable information for answering the subsequential sub-question. The research will follow a path of literature research followed by an empirical study of cases.

Literature research:

1. *What knowledge is captured in the domain of the different types of contractors that can contribute towards CC strategies of closing, slowing and narrowing loops?*

A deeper understanding of the three components of this research is required: ECI, CC and knowledge processes. As it is important to understand what design strategies in the construction industry are circular. Different contractors can have certain knowledge for a specific part of a project life cycle that could contribute towards a CC strategy. This is also important for selecting cases that involve circularity. In addition, some of the contributions of knowledge towards circularity by a specific type of contractor can be documented. This will also help identify similarities or differences between what is documented and the cases that will be investigated.

Empirical study:

2. *Which events in circular decision making are identified in the design phase of an infrastructure project?*

The contribution of a contractor might depend on a lot of factors. These could be related to the qualifications of the contractor and the process of the design phase, such as time, cost and collaboration with other parties. Therefore, it is important to understand, prior to the decision about CC, how and when this decision emerged by investigating the events that took place in the design process.

3. *How do contractors contribute in knowledge towards this decision making?*

Knowledge is often a mixture of tacit and explicit knowledge. This sub-question is related to the substance of that knowledge, such as what knowledge within the event, contributed by the contractor, led towards a circular decision.

4. *What would be the implications of patterns that lead to the investigated design solutions?*

Across cases, there might be similarities between the substance of the contractor's knowledge contribution and other influential factors that lead towards circular decision making. Cross-case comparison can reveal insight for improving decision making in circularity.

### 1.3 Scope and preconditions

Determining the scope of the research is crucial to clarify the domain in which the research will take place to eventually provide more focussed knowledge within that domain.

#### *Circular Construction (CC)*

CC has been introduced as a regenerative system in which resources, waste, emissions, and energy are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops, see subchapter 1.1. The case studies that will be researched are infrastructure projects. Since the scope of CC is large and the limited amount of time available, there will only be focussed on resources and waste instead of emissions and energy.

#### *Design process*

The front-end development exists out of different phases and depends on the framework chosen for that particular project. The design process begins after the contract signing but is completed before the same or other contractor commences construction. The stages of the design phase are indicated in section 2.1.2. This research will focus on the design process in the front-end development of a project. The phases in the design process depend on the ECI framework used for a specific infrastructure project and are therefore case-specific.

### *Early Contractor Involvement (ECI)*

There are 25 different ECI approaches, according to P.A. Wondimu (2016), which can be considered as a wide variety of different ECI approaches. In this research, there has been considered as a requirement that the contractor has already been selected and not been part of the selection procedure of the construction process, then this is considered ECI. Contract forms like a Bouwteam can be recognized as ECI but not, for example, a competitive dialogue. For this research, Bouwteams will solely be investigated as a form of ECI.

As mentioned, will this research focus on the contractor's knowledge contribution towards CC. The type of contractors identified are builder, supplier, producer, maintenance contractor, demolisher, and material trader. According to Platform CB'23 (2021, p39), lease and insurance companies are also categorized as contractors. However, since this research will focus on construction, these actors are not considered as one of them in this research.

### 1.4 Witteveen+Bos

Witteveen+Bos is a consultancy firm that focuses on resolving complex issues and helping society to progress, such as the energy transition, climate adaption, flooding problems, healthy cities and important for this research, the circular economy. Witteveen+Bos advises and helps clients make the right choices by providing an extensive amount of knowledge and expertise to help solve these challenges, with in mind to improve the environment (*About Witteveen+Bos*, n.d.). Therefore, they use the United Nation's sustainable goals as an inspiration guideline.

Witteveen+Bos has a network of 23 offices in 11 countries with over 1400 engineers and consultants. They cover the entire project chain, from policymaking and design to the contracting and realization of construction projects. Due to their involvement in the whole construction process, contractors develop long-term relationships with their clients, which is important to meet the expectations and needs of these clients (*Organisational Structure*, n.d.).

The relevance of this research for Witteveen+Bos is to have valuable insight regarding the effect of ECI in relationship with the influence of knowledge contribution by the contractor to the outcome of CC projects. This research is conducted in the Relational Contracting PMC (Product Market Combination) of the Infrastructure and Mobility Business Line.



## 1.5 Research design and reading guide

This exploratory research started with an introduction towards ECI, CC, and knowledge at the start of chapter 1, resulting in the research questions and the scope it will operate in. After that is, the report structured according to two phases: theoretical and empirical studies, see Figure 2. The chapters are highlighted in Bold.

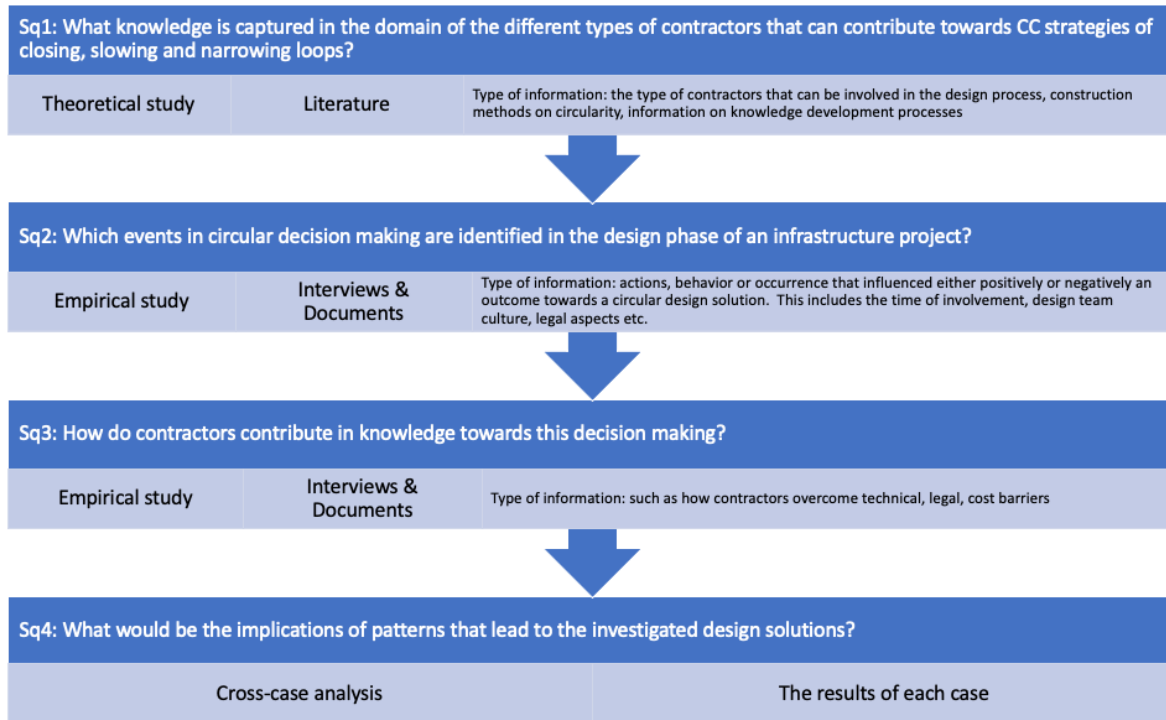


Figure 2: Research model

The objective of exploratory research is to investigate a problem that has not been thoroughly studied in the past. Exploratory research is conducted to have a more defined understanding of the existing problem, but it usually does not lead to a conclusive result (Formplus Blog, 2007). This is also the disadvantage of exploratory research; even though it can point a direction towards the answer, it is usually inconclusive. However, the benefit of exploratory research is that the results provide a foundation for new research ideas into the matter and if it is worth pursuing.

The theoretical study is carried out through literature research. First, it is important to have a deeper understanding of the theoretical form of ECI and the Dutch practical form, Bouwteam. In addition, it is important to understand what obstructs CC and which type of contractors that can be involved in the design process should be invited based on their knowledge about CC. The literature study is aimed to answer sub-question 1 and is indicated in **chapter 2**.

In **chapter 3** the methodology of the empirical study will be explained. The theoretical study forms the foundation for which cases should be selected and how each case's data should be obtained, analysed, and compared with another.

The first part of **chapter 4** is the analysis per individual case to answer sub-question 2 and 3. Sub-question 2 deals with the identified events based on actions, behaviour or occurrence that impacted a design solution regarding CC. While sub-question 3 deals with how the knowledge contribution of contractors impacted that decision.

The project documents will provide an overall understanding of the Bouwteam objectives, how the Bouwteam should collaborate in theory and the deliverables in each phase of the design, which is indicated in **appendix B**. In turn, with support of the literature about the collaboration aspect of ECI, the difficulties with CC and the knowledge domain of contractors form the basis for the interviews. The interviews are conducted with multiple parties involved in each project to reduce bias. The interview transcripts are indicated in **appendix C**.

In the last part of **chapter 4** “cross-case analysis” are the results of each case being compared to identify similarities and differences about the knowledge contribution of contractors towards CC to answer sub-question 4.

In **chapter 5** the overall results of the cross-case analysis will be discussed and verified according to the literature study. In **appendix A** can, additional information be found about the individual case results elaborated with the literature.

This research will end in **chapter 6** with stating the conclusion by answering the research questions. In addition, this chapter indicates the research's limitations and the recommendations for future research and practice.

## 2. Literature Review

### 2.1 Early contractor Involvement (ECI)

A triangular agreement characterizes the traditional contract model, architect/consultant-client-contractor, divided between design and construction. The contractor is invited to bid for a fully designed project that only requires construction (Naoum & Egbu, 2016).

In early contractor involvement (ECI), this subdivision is prevented by involving the contractor in the design process of a project. The aim of using ECI is to have more knowledge available at the front-end of a construction project to engender a better design in terms of time management, quality, and cost and improve the collaboration between stakeholders from the onset (Ferme et al., 2018).

In ECI, parties behave on an equal footing, but there is still authority from the client in terms of decision making. The client will have a contractual relationship with each party, and, commonly, the parties have a coordination agreement amongst themselves. These parties will perform the tasks assigned to their roles in a coordinated manner, see Figure 3.

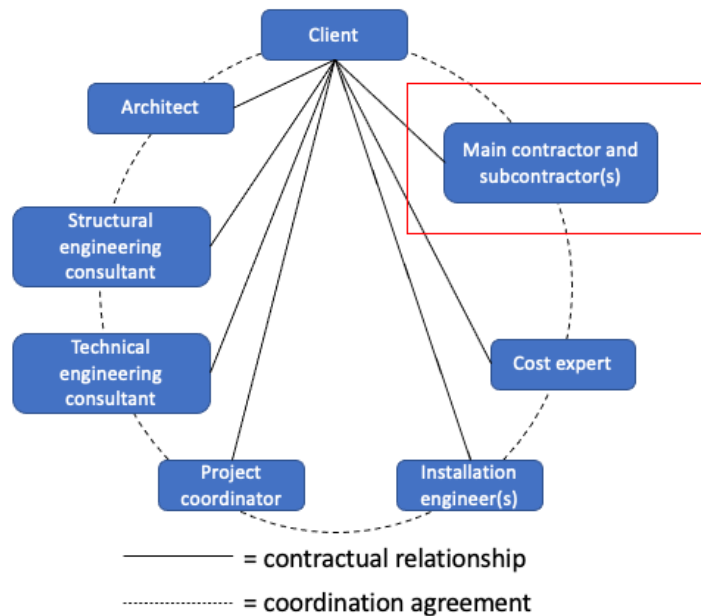


Figure 3: Example of a ECI design team

From a circular approach, there are different types of contractors that can be involved in a project's design process (Platform CB'23, 2021). For this research, a distinction is made between five types of contractors, see Table 1

Table 1: Type of contractor

Type of contractor	Description
<b>Builder</b>	A builder realizes the designed project by the assembly of materials and objects. Their responsibility is to the constructability of the required work (Rahmani, 2020).
<b>Demolition contractor</b>	A demolition contractor is traditionally involved in the end life of a project. The main purpose is to dismantle existing materials, objects and elements of a construction work (Osaily et al., 2019).
<b>Maintenance contractor</b>	This type of contractor maintains the object of a specific project to maintain/extend its life (Coenen et al., 2020).
<b>Material miner</b>	A material miner is not always described as a contractor as they might not supply, build or extend a project's life cycle but mine the materials (Samiha, 2013).
<b>Supplier</b>	The supplier is responsible for delivering the required materials/objects needed for a project. Suppliers have knowledge about material characteristics and life span (Asaad & El-Sayegh, 2021).

### 2.1.1 Bouwteam

A common form of ECI used in the Dutch construction industry is called Bouwteam; however, internationally, there are many more perceptions of what is considered ECI (Wondimu et al., 2020). According to the Dutch VGBouw Standard Bouwteam contract, Article 1, a Bouwteam can be described as:

*“A cooperative partnership in which the members, each retaining his independence and responsibility, work together to prepare the project. To this end, each of the members is required to make the best use of his specific expertise and experience” (Chao-Duivis et al., 2018, p. 97).*

Similar to the international concept “ECI”, a Bouwteam considers all members equally, except the client who still holds the authority. A Bouwteam is appealing for knowledge contribution due to its liability. Article 11 to 14 discusses the liability of the members in a Bouwteam. In terms of liability, members are mostly not responsible for advice given to other members in the design team (Chao-Duivis et al., 2018, p. 105).

Each member in a Bouwteam is responsible for its specific area; in turn, this reduces the obstacles of knowledge contribution as open communication is facilitated due to no joint liability.

According to Boes (2017), there are two variants of the Bouwteam: classic and integrated Bouwteam. In the classic Bouwteam, the client is responsible for the design, and the contractor acts more as a technical consultant. Conversely, in the integrated Bouwteam, the contractor is responsible for the design of the project, and the client acts as a consultant. This means the client's involvement is more significant in the classic Bouwteam. In both Bouwteam variants, the contractor designs under the DNR conditions and commerce is under UAV (traditional Bouwteam) or UAV-gc (integrated Bouwteam).

### 2.1.2 The design process of a Bouwteam

A project's development has three main phases: initiation, design, and execution (Wondimu et al., 2020). The design phase is a creative process and does not always have a clear structure. Depending on the situation, several iterations are necessary before the next sub-phase can start. The design phase is often divided into four sub-phases: structural design, preliminary design, final design and detailed design (Bond van Nederlandse Architecten BNA, 2014, p. 12). In

Figure 4, a schematisation is presented with the different sub-phases of a design process. A Bouwteam does not have to start with the structural design nor end with a detailed design. The sub-phase the Bouwteam starts and ends with is project-specific and depends on the project characteristics and the objectives that the client wants to achieve with the Bouwteam.

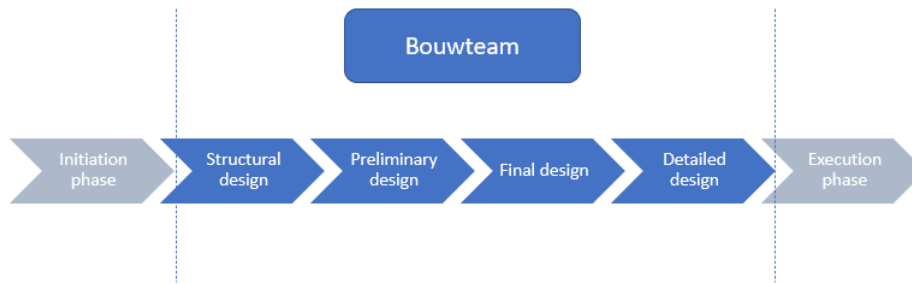


Figure 4: Design process of a Bouwteam

### 2.1.3 ECI benefits and challenges

The contractor is involved earlier in the construction process in ECI, and a longer-term relationship can develop between contractor and client. This longer-term relationship has the potential to offer more value for the client (Song et al., 2009). However, this may also result in more costs involved in the project's front-end (Rahmani, 2020). According to Song et al. (2009), contractors generally have a higher level of construction expertise, and their input will have a direct positive impact on project outcomes. Professional advice from the contractor in the design phase is often related to managing project risks, the time schedule, costs and safety stemming from the contractor's in-depth knowledge of construction materials, applicability and local practices (Rahmani, 2020). The following benefits of ECI in projects are identified and presented in Table 2.

Table 2: ECI benefits

ECI benefits	Description	Source
Price and scope certainty	Price and scope certainty due to joint risk management with the help of the expertise and experience of the contractor. This positively influences the relationship between participants since it enhances trust and reduces mindreading and inaccurate assumptions between parties.	(Laryea & Watermeyer, 2014) (Song et al., 2009) (Rahmani, 2020) (Mosey, 2009)
Construction factors are taken into consideration during decision making (constructability)	The insight of contractors in project constraints is different. Hence, they can propose a wide range of solutions, for example, if the initial design was not in compliance with project objectives. The different insight of contractors can have mainly a positive effect on project cost and time.	(Sødahl et al., 2014) (Laryea & Watermeyer, 2014) (Rahmani, 2020) (Song et al., 2009)
Innovation and value engineering	The collaborative link between contractors and other participants allows the contractor to propose innovative solutions to problems that are different to what normally were done. The development of innovative solutions can add value to the project. It, however, requires an "open to negotiating approach" from the client.	(Sødahl et al., 2014) (Rahmani, 2020)
Joint problem-solving	The no joint liability associated with ECI helps propose ideas to jointly come towards a solution. This requires engagement of the participants as well as convincing them to collaborate. Jointly solving problems mostly occurred when standards of the project were not well defined and developed.	(Bundgaard et al., 2011) (Rahmani, 2020)
Working relationship	A good work relationship is characterized as being open, honest and collaborative by which mutual trust and understanding prevail. This requires no secrecy and a no-blame environment or disputes between the collaborating parties. A good work relationship is being developed due to frequent interaction	(Rahmani, 2020) (Sødahl et al., 2014)

	between client and contractor, resulting in enhanced communication and understanding of each other's needs.	
--	---	--

However, the adoption of ECI also has showcased disadvantages that shadows the associated benefits. The challenges in ECI are presented in Table 3.

Table 3: ECI challenges

<b>ECI challenges</b>	<b>Description</b>	<b>Sources</b>
Demonstrating value for money	Especially for public clients, a softer contract form as ECI is difficult to justify the obtained value for money. In ECI, there is the authority of the client and can discontinue a solution.	(Song et al., 2009) (Rahmani, 2020)
Unfamiliarity with ECI process	ECI is still fairly new to many participants. Participants have limited experience of a contract form that requires a collaborative approach, such as being open and honest.	(Rahmani, 2020) (Wondimu et al., 2016) (Love et al., 2014)
Compensation for contribution	A key aim of a contractor is to get profit out of the project. Therefore, for contractors to collaborate, the client must provide sufficient compensation for the contractor's engagement to share knowledge. Different compensation formats are needed depending on the ECI form used however, forms that provide a win-win situation for both client and contractor are the most suitable	(Wondimu et al., 2016) (Laryea & Watermeyer, 2016)
Cultural barriers	The absence of trust hinders the development of a collaborative and open book relationship between contractor and client. This requires effort from both sides to overcome.	(Laryea & Watermeyer, 2016) (Farrel & Sunindijo, 2020)
Misusing the relationship by the contractor	Opportunistic advantage seeking behaviour negatively affects the working relationship between client and contractor, which could lead to time and cost overruns and reduce production efficiency.	(Rahmani, 2020) (Zhang & Qian, 2017)

## 2.2 Circular Economy (CE)

*A circular economy is an economic system of closed loops in which raw materials, components and products lose their value as little as possible, renewable energy sources are used, and systems thinking is at the core (Groene Brein, 2011).*

The primary objective of CE is to dismantle the relationship between economic growth and environmental degradation and resource consumption through new production practices and technological developments, satisfying users' needs in different and more sustainable ways. The concept of CE is not new but is starting to become more important for each industry. The world's linear economy is built on a take-make-use-dispose concept that cannot be sustained indefinitely (Eberhardt et al., 2019). Therefore, each industry has to change its way of working, especially the construction industry (Eurostat, n.d.).

The bottleneck in transitioning to CE is the unfamiliarity of realising circular ambitions. To address this issue, Platform CB'23 has committed to draft circular agreements for the entire Dutch construction industry: residential, non-residential and infrastructure. However, at this stage, these agreements are working agreements in the form of a guideline rather than formal standards (PLATFORM CB'23, n.d.).

This guideline concludes that it is essential, for realizing circular ambitions, that knowledge needs to be shared between the parties involved (Platform CB'23, 2021). Therefore, Platform CB'23 advises having more knowledge available at the front-end of the construction process. This indirectly means that parties involved in later phases of the construction process should be involved earlier, such as the contractor.

Huang et al. (2018) researched 195 articles about transitioning towards CE and identified a wide variety of issues extending in the field: technology, policy and regulatory, financial and economic, managerial, performance indicators, customer and social. The next chapter will discuss the CC barriers that also accounts for the construction industry alone. Figure 5 presents a general schematisation of how industries transition towards CE. Specifically, the construction industry has to CC by implementing circular design solutions according to frameworks such as the 3R and 9R principle.

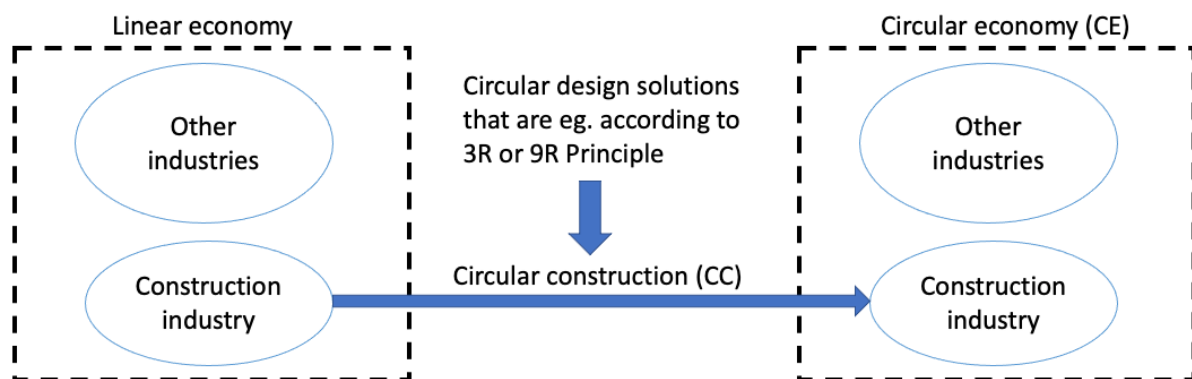


Figure 5: From a linear to a circular economy

### 2.2.1 Circular construction (CC)

The CE is a wide concept that includes many industries. For the construction industry to transition to CE, circular construction (CC) needs to be focused on. The essence of CC is that the materials, products, and components used in infrastructure projects will have a purpose beyond the life span of a project. CC acts therefore as a regenerative system in which resources, waste, emissions, and energy are minimized by slowing, closing and narrowing material and energy loops. (Ruiz et al., 2020).

- Narrowing loops: reducing the use of resources and maximizing efficiency in production processes.
- Slowing loops: lengthening the use and reuse of a product through actions such as repair, refurbishment and remanufacture.
- Closing loops: creating a circular flow of resources resulting from the use phase that are generally considered waste, achieved through recycling processes.

This is achieved by implementing actions as part of many strategies of design, reuse, recycling, remanufacturing and, if possible, energy recovery throughout the construction process (Ruiz et al., 2020). Although CC is a wide concept, it can be broadly defined according to Ghaffar et al. (2020) as:

*A model in which the value of materials, products and components remains in the construction cycle for as long as possible. Meaning at a product's end of life, it can be repeatedly used as a secondary resource while avoiding and reducing the input of raw materials and energy and minimizing waste generation.*

Sieffert et al. (2014) researched the challenges of CC and concluded that they relate to changing the mindset of actors towards using cleaner resources and overcoming technical issues, costs, legal barriers and regulations towards CC. This is also stipulated by Adams et al. (2017), that investigated the challenges and enablers of CC. Their research has indicated that although there is an industry-wide awareness to move towards CC, clients have limited awareness, interest and knowledge, which form the key challenges for greater circular adoption. Other challenges were regarding legal barriers and regulation and technical issues as well. Adams et al. identified collaboration as the key requirement for progressing in CC.

In both types of research are:

- Technical issues regarding the constructability of the work, such as what approach is required to implement a circular design strategy, its environmental impact and the required time.
- Costs as a barrier is mainly regarding the fact that a circular solution is considered not as economical as other design solutions.
- There is a wide variety of legal barriers, and these can be rules, laws and policies that make it difficult or impossible to implement a circular design solution.

In the Netherlands, there is a transition plan that describes the strategy for achieving the transition to a CE for the Dutch construction industry. The transition team indicates that CC requires an increase in knowledge and awareness. Also are, multiple parties required to jointly tackle a challenge and share knowledge to find solutions (Transitieteam, 2018), since techniques and products required for CC do not yet exist or only partially.



## 2.2.2 Circular design strategies

In the Netherlands, no formal standard states the actions that need to be taken on how the construction industry should design circular. However, actions that conform CC can usually be related to the design strategies such as the 3R, 4R and 9R principle.

### 2.2.2.1 3R Principle

When it comes down to waste management, the 3R principle states that:

*“What cannot be reduced should be reused if possible. That what cannot be reused or reduced should be recycled” (Samiha, 2013).*

- Reduce: one of the first steps is to prevent waste. This can be done by reducing, at the source, the waste produced. The best ways to prevent waste is by reducing the amount of solid waste and limiting the use of raw materials (Syed, 2006);
- (Re-)use: depending on the circumstances, it is not always possible to reduce waste. Components and materials considered waste could be reused in the same or other projects by repairing, selling or donating. The reuse of materials and components is often preferred over recycling as the items are not needed to be reprocessed (Samiha, 2013). Some consideration should be given to repairing objects as this can be an expensive solution;
- Recycle: when an object or material is at the ends of its life cycle, it is processed into usable raw materials to make it applicable for other products. In any recycling process, materials need to be separated, which is often achieved through financial incentives (Sassi, 2008).

The scope of a project is often not focused on just CC alone. This makes certain circular choices, even if better for the environment, economically not an attractive option to implement. When circularity is considered during the design of a project, timing is an important factor. Material considerations and choices for CC in the design process are often required to be determined earlier for the recycling process to be effective compared to reducing waste (Samiha, 2013). However, for each principle to be applied, a thorough understanding of the material's life cycle is required.

### 2.2.2.2 9R Principle

Since circularity has gained momentum, more strategies have been developed like the 4R principle, which contains the "Recover" principle. In addition, an even more extended version of the 3R principle is called the 9R principle (Potting et al., 2017). Figure 6 indicates the 9R Principle and the level of circularity of these design strategies.

Circular economy ↑	R0: Refuse	Make product redundant by abandoning its function with a radically different product
	R1: Rethink	Make product use more intensive (e.g. through sharing products, or by putting multi—functional products on the market)
	R2: Reduce	Increase efficiency in product manufacture or use by consuming fewer natural resources and materials
	R3: Re-use	Re-use by another consumer of discarded product which is still in good condition and fulfils it original function
	R4: Repair	Repair and maintenance of defective product so it can be used with its original function
	R5: Refurbish	Restore old products and bring it up to date
	R6: Remanufacture	Use parts of discarded product in a new product with the same function
	R7: Repurpose	Use parts of discarded product or its parts in a new product with a different function
	R8: Recycle	Process materials to obtain the same (high grade) or lower (low grade) quality
	Linear economy	R8: Recover

Figure 6: 9R Principle (own imagine, adapted from Potting et al., (2017))

Unfortunate, there is a difference in the conceptualization of which circular design strategies there are and the actions that belong towards these circular design strategies. A study from Kirchherr et al. (2017) investigated 117 CC definitions, and their results indicate that there are misconceptions about the degree of circularity and which actions should be taken. There are different perceptions in these R Principle frameworks in categorizing a circular design solution towards a strategy and what actions should be taken.

An R Principle framework is not used for this research to prevent misconceptions. And will the circular design strategies be researched according to the CC essence of narrowing, slowing and closing of loops, see 2.2.1. Instead of categorizing them according to the R Principles.

### 2.2.3 Typology of circular design solutions

For this research, several databases such as Scholar and Scopus have been searched to find circular design solutions that have already been previously used in construction projects and how they can be typologized. The following 11 types of circular design solutions from this research have been identified related to such R Principle frameworks, see Table 4.

Table 4: Identified CC design solutions

Typology of CC design solution	Description	Source
Selective demolition	This strategy has two phases: first, identifying and removing hazardous waste of a construction object (soft stripping). Secondly, the removal of components and materials can be reused or sold for reprocessing.	(Cha et al., 2012) (Coelho & de Brito, 2011) (Pantini & Rigamonti, 2020)
Deconstruction (disassembly)	In deconstruction, a construction object is being disassembled. The components and materials are then recovered to be reused.	Garcia-Navarro (2017) (Jiménez-Rivero & García-Navarro, 2017) (Sanchez et al., 2019)
Specify recyclable and reusable materials	Implementation of recycled and reusable materials during design specification. Or, as an alternative strategy, choose materials that can be recycled/reused at the end of life of the project.	(Arora et al., 2020) (Rasmussen et al., 2019)
Design out waste	Off-site construction and material optimization to minimize waste. Alternatively, use a construction method that reduces the generation of waste	(Akadiri et al., 2012)
Design for modularity	In a modular design are materials and components compatible with other systems in terms of dimensions and functionality.	(Kamali & Hewage, 2016) (Kyrö et al., 2019)
Closed loop recycling	Remanufacture of materials into the same product.	(Vefago & Avellaneda, 2013)
Open loop recycling	Remanufacture of materials into a different product.	(Vefago & Avellaneda, 2013) (Yuan et al., 2011)
Design for adaptability and flexibility	Design of a construction object to be modified/adapted during its life (for example, over dimensioning for a different function of the object).	(Sadafi et al., 2014)
Design for standardization	Standardisation of construction materials and components to simplify the disassembly and sorting processes at the end-of-life of an object.	(Rios et al., 2015) (Ortlepp et al., 2017)
Designing in layers	Design the construction object in layers that should help disassemble and separate components with different life spans.	(Ortlepp et al., 2017)
Design for prefabrication	The off-site manufacturing process in which materials are combined to form a component later installed into the project.	(Jiang et al., 2019) (Yuan et al., 2011)

## 2.3 Knowledge contribution

Subchapter 2.1 indicated that involving a contractor in a design process can provide multiple benefits for a project due to their knowledge contribution. From subchapter 2.2 there can be concluded that CC faces a scarcity of information. In addition, it is required that multiple parties share knowledge to overcome the challenges CC is facing. However, to understand if a contractor would positively contribute towards circularity, a deeper understanding is required. Knowledge can be defined as:

*A mix of framed experiences, values, contextual information, expert insight provides an environment and framework for evaluating and incorporating new experiences and information. It originates from the knower's mind (Hastie et al., 2017).*

Two types of knowledge can be distinguished: tacit and explicit knowledge. Explicit knowledge is a type of knowledge that is formalized and codified. In projects, explicit knowledge can be documented and easily retrieved from project databases (Wellman, 2009). Alternatively, tacit knowledge is referred to as know-how knowledge. According to Nonaka and Takeuchi (1995), tacit knowledge is difficult to codify as it is based on intuition, skills and experience. Furthermore, these factors are often based on the individual and are context-specific, making it hard to communicate and share through documentation. Tacit knowledge often requires close communication with the individual that features this knowledge.

### 2.3.1 Knowledge Management

When multiple parties are involved in a design process, a pool of knowledge is available. Only by effective knowledge management (KM) could knowledge contribute to a CC. Locating tacit knowledge within an organisation or entity is important as Hastie (2017) have identified that a lack of awareness in tacit knowledge reduces capability for sustained competitiveness and innovation. However, mainly western firms are unaware of the importance of KM, according to Nonaka and Takeuchi (2000).

Knowledge management revolves around getting the right knowledge to the right person at the right time. KM includes knowledge creation, sharing, storing and refinement. Knowledge management can be defined as:

*The systematic management of an organization's knowledge assets creates value and meets tactical and strategic requirements (Hajric, 2018).*

KM consists of initiatives, processes, strategies, and systems that sustain and enhance knowledge storage, assessment, sharing, refinement, and creation. How knowledge is managed often depends on the organizational goals that are project-specific for the construction industry. KM could be a challenging task in practice as it is not always evident if the knowledge exists within an organisation. If the required knowledge is available, the next question is its location. Knowledge can be available at specific departments, old files or in the mind of experts. When knowledge of a specific subject is located, it must become available to the relevant people.

The best method to transfer knowledge depends on the knowledge itself. For example, in organisations, to prevent loss of knowledge, mentoring relations are sometimes created between experienced experts and new employees and implementing document systems to store knowledge that other relevant persons can access.

### 2.3.2 Knowledge process described by SECI

One of the largest contributors to KM are Nonaka and Takeuchi (2000). Their research focussed on how western firms solely focused on explicit knowledge while the most value within a company lies in tacit knowledge. Their research forms the cornerstone of a lot of the knowledge creation models that exist today. From their findings, Nonaka and Takeuchi developed the SECI model:

*SECI is a knowledge model that describes the process of knowledge creation through socialisation, externalisation, combination and internalization (Hastie et al., 2017).*

Figure 7 describes the flow and creation of knowledge according to the SECI model. Four quadrants in the SECI model can be distinguished:

- Socialization (tacit to tacit): knowledge being transferred by practising, dialogue and observation;
- Externalisation (tacit to explicit): the mechanism to codify difficult knowledge which cannot always be done. It often requires, as previously mentioned, close communication with the individual who contains that knowledge;
- Combination (explicit to tacit): new knowledge is being produced by existing codified material;
- Internalisation (explicit to tacit): codified knowledge being internalised, which is done by sharing documents that employers can read.

Within the SECI model, Nissin (2006) identified four different dimensions:

1. Epistemological: conversion of knowledge from tacit level to explicit level and vice versa;
2. Ontological: conversion of knowledge from individuals to groups;
3. Life cycle: related to knowledge flows such as the kind of activity (sharing and application);
4. Flow time: length of time necessary to move from one person, organisation or place to another (minutes, days etc.).

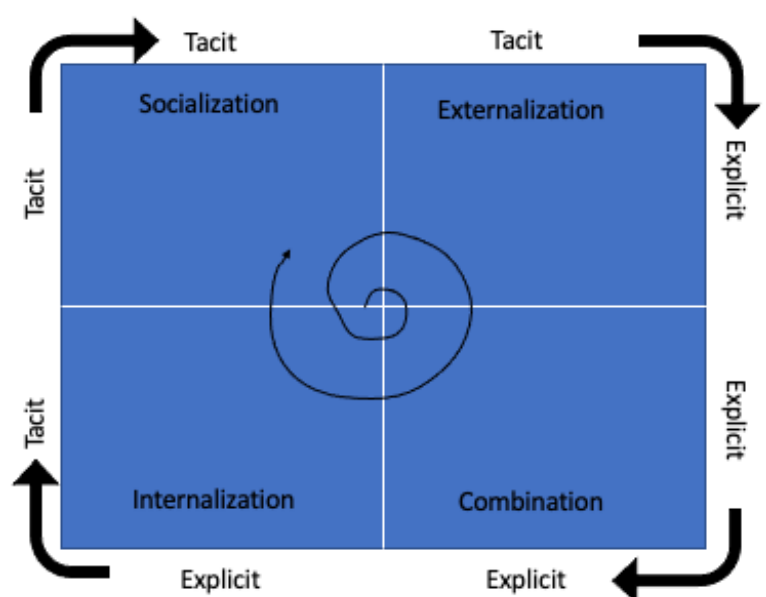


Figure 7: SECI model

### 2.3.3 Validity of the SECI model

SECI is an important tool to describe a knowledge process because of its high applicability in different circumstances compared to other knowledge models. Other knowledge models might be favoured over the SECI model in certain circumstances, such as when knowledge management within an organisation requires optimization. However, for this exploratory research, it is preferred to use the SECI model due to its use of describing the process of knowledge in different contextual settings. For this research, the data and information retrieved will be project specific.

Hastie et al. (2017) has applied the SECI model to three ECI projects to explore the knowledge processes in the front-end of a project. Aim to optimize the associated benefits of having more knowledge available in the front-phase by KM. They investigated the intra-organisational knowledge process followed by the inter-organisational process of knowledge. This inside-out perspective of knowledge processes revealed the need for mapping the implementation of the knowledge process from an instrumental to an incremental approach to optimise the intended benefits of ECI.

One of the major concerns with the applicability of SECI is that it has been created mainly to describe an intra-organizational knowledge process. While for this research, were there will be looked at several parties involved in the design process, a model that is built to describe an inter-organizational knowledge process is favoured. Fortunately, the SECI model has also been tested in inter-organisational settings and showcase the flexibility of the model again. An important research from Rice (2002) tested the applicability of the SECI model in an inter-organisational setting. From their findings, a couple of additional key elements need to be considered when implementing SECI across multiple organisations, which are presented in Table 5.

Table 5: SECI and key elements

SECI element	Key elements
Socialisation	Focus on potential barriers to personal knowledge exchange. For example, inter-organisational knowledge creation requires stronger relations between the different companies.
Externalisation	Look for creative development of systems that aggregate tacit knowledge.
Combination	The development of a context for combination emphasises collaborative efforts to develop and share the newly aggregated learning across organisational settings.
Internalisation	Focus on the transfer of knowledge between organisations back to the individual worker.

### 2.3.4 Knowledge domain of a contractor

For this research, five different types of contractors have been identified that contribute to specific parts in knowledge towards CC design strategies; demolition contractor, supplier, builder, maintenance contractor and material miner. However, note that it's difficult to classify contractors solely under one type because a company may work in multiple fields. See Table 6 for the knowledge domain of a contractor in CC.

Table 6: Knowledge domain of contractors

Type of contractor	Knowledge domain for the identified circular design solutions	Additional notes
<b>Builder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deconstruction</li> <li>- Adaptability and flexibility</li> <li>- Modularity</li> </ul>	<p>A builder's main focus is on the constructability of the work. Design for standardisation is a grey area as it simplifies the deconstruction of the work. However, the contributed knowledge of a builder into standardisation has not been specifically documented. Standardisation has traits related to constructability, but this can only be assumed and has therefore not been added to this category (Rahmani, 2020).</p>
<b>Demolition contractor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design for standardisation</li> <li>- Selective demolition</li> <li>- Design out waste</li> <li>- Design in layers</li> <li>- Specifying recyclables and reusable materials</li> </ul>	<p>These circular design solutions all influence the end-life of an object's lifecycle that the demolition contractor can contribute to (Osaily et al., 2019).</p>
<b>Maintenance contractor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design for adaptability and flexibility</li> </ul>	<p>As the name suggests, this type of contractor maintains the object of a specific project. Together with suppliers and builders, they add their knowledge to materials and constructability of the work but to extend/maintain the life of an object (Coenen et al., 2020).</p>
<b>Material miner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Closed loop recycling</li> </ul>	<p>The flow of materials and what is considered waste at the end of a project's life can be valuable knowledge when considering a particular material choice such as tradability and selling (Samiha, 2013).</p>
<b>Supplier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design for standardisation</li> <li>- Deconstruction</li> <li>- Design for adaptability and flexibility</li> <li>- Design for prefabrication</li> <li>- Design out waste</li> <li>- Closed loop recycling</li> <li>- Specify recyclables and reusable materials</li> </ul>	<p>Suppliers have a wide field of knowledge towards material characteristics. In circular construction, knowledge about the effect of materials and objects on the environment is another important supplier asset (Sariola, 2018). Suppliers tend to be product-oriented.</p>

## 2.4 Research gap

In ECI, multiple parties collaborate to engender a better design (Rahmani, 2020). This collaboration is a process of sharing and developing tacit “know-how” and explicit “know-what” knowledge, which can be described by the SECI model developed by Nonaka and Takeuchi (2000). SECI has been developed to map intra-organisational knowledge processes, but Hastie et al. (2017) and Rice (2002) also applied it to map inter-organisational knowledge processes. In theory, ECI provides more value to the client as the contractor's knowledge contribution could mitigate risk, reduce execution cost, shorten the project period, and provide a safer work environment (Rahmani, 2020; Song et al., 2009).

Rice (2002) specifically mapped the knowledge contribution of contractors in ECI and concluded that the tacit knowledge of contractors is an integral part of project deliveries but makes the knowledge contribution of other actors involved in ECI increases the likelihood of success. Since the collaborative setting of ECI is characterised by an “open book philosophy”, which stimulates the knowledge interchange. In the practical contract form “Bouwteam” is this openness facilitated due to no joint-liability in which actors are mostly not responsible for advice given to other actors (Chao-Duivis et al., 2018, p. 105). A good relationship between the actors is required to achieve joint problem-solving (Bundgaard et al., 2011; Rahmani, 2020; Rice & Rice, 2002). And the contribution of a contractor depends on the time of involvement, risk distribution, client's competence, compensation of knowledge, and the contractor's qualifications (Wondimu et al., 2016).

Specifically for CC is a need for collaboration between actors since CC is plagued with technical, cost and legal issues (Adams et al., 2017; Platform CB'23, 2021; Sieffert et al., 2014; Transitieteam, 2018). Both Sieffert et al. (2014) and Adams et al. (2017) stipulate that a change in the mindset of the client is required for the successful adoption of circularity within a project. In ECI, a longer-term relationship is developed between client and contractor (Song et al., 2009). This could provide an opportunity to change the client's mindset for the successful adoption of CC.

In CC, all life cycle aspects of a project need to be considered. It depends to a certain extent on the contractor's qualifications and what they can contribute in knowledge. Literature on the knowledge domain of several types of contractors has indicated a wide variety of circular design solutions they could contribute towards, see section 2.3.4. Generally, each type of contractor has a higher level of expertise in the constructability of the work that mainly relate to the technical issues associated with CC. However, contractors work in multiple fields and have different work experiences in practice. This makes classification difficult, and does the knowledge domain of a contractor need to be studied on an individual level since knowledge depends on the individual that pertains that knowledge, specifically tacit knowledge (Nonaka & Takeuchi, 1995). Besides, there are also cost and legal issues regarding CC and does the contextual setting of ECI with the knowledge contribution of the contractor provide an opportunity to tackle these. Unfortunately, is there no research that has investigated the potential of ECI towards CC and overcoming the associated issues. See Figure 8 for a visualization of the technical framing of the research problem.



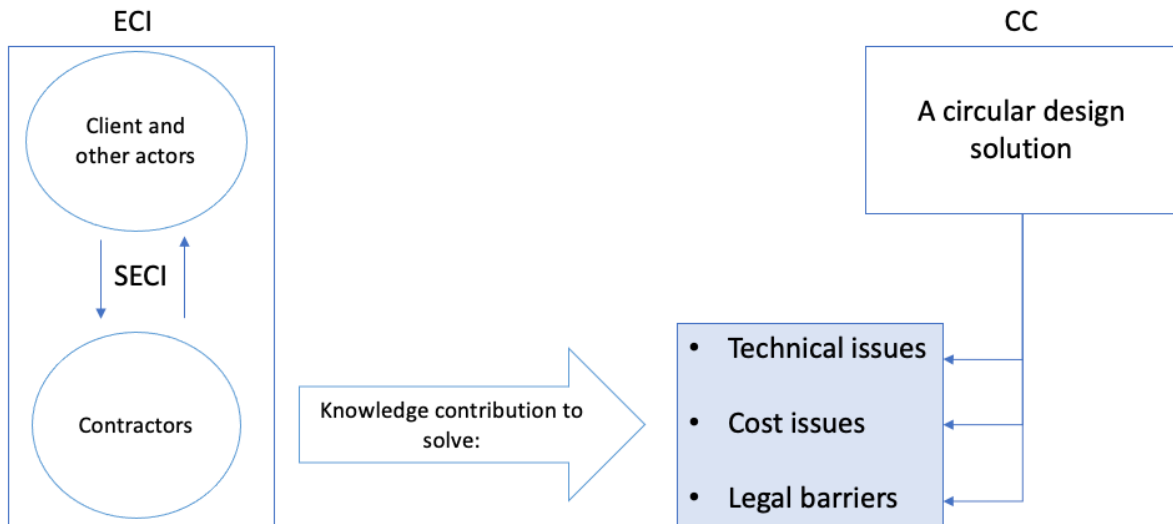


Figure 8: Technical framing of the research problem

To conclude, a joint approach between parties is required to face the challenges involved with CC. The benefits of ECI might provide a solution due to the added value a contractor might contribute in knowledge. Unfortunately has the knowledge contribution of contractors not solely been investigated for CC. To bridge this gap, empirical research is required that investigate practical ECI cases that have implemented CC.

## 3 Research methodology

### 3.1 Introduction

As previously mentioned, a joint approach is required to face the challenges involved with CC since knowledge can be shared and new knowledge can be created. The most influence regarding CC can be made in the design process, and the collaborative setting of ECI can provide this.

From the literature review it became evident that mainly tacit knowledge of a contractor is valuable to overcome technical issues regarding CC. However the contribution of knowledge is highly context-specific and depends on the individual that pertains that knowledge. Therefore it needs to be investigated on an individual level through an empirical study. The knowledge required to come towards a circular design solution supposedly goes through a process that the SECI model in literature describes. In which parties collaborate by means of sharing and creating new knowledge with a best of project mentality in mind.

However, during the research, it has been established that the SECI model is not a method in which the contractor's knowledge contribution can be sufficiently identified. SECI model is a theoretical model that explains the knowledge process from point A to point B through multiple dimensions. It however does not provide any clarity about the substance of that knowledge and its effect. This is important for this research as the substance of a contractor's knowledge can influence CC decision-making. In practice is this by SECI not as evident since each specific knowledge component of a single design solution needs to be carefully tracked and studied, which is restricted by the time for this research.

Therefore another method is proposed, called the Critical Incident Technique (CIT). This is a qualitative research method in which people's actions are analysed that contribute to an outcome. These actions are based on knowledge or a lack of knowledge at a specific point in time. Qualitative data is valuable for exploratory research because it is descriptive and focuses on people's interpretation, experience, and opinions (Baarda, 2014).

This chapter is divided into four sections. Firstly, the method CIT is explained and how it can be applied for this research. Secondly, how data is obtained and which information will be required. The third part discusses how the retrieved information will be analysed, followed by the selection and description of cases used for this research.

### 3.2 The Critical Incident Technique

*The CIT is a qualitative research method in which the researched participants are asked to recall and describe a time when a behaviour, action or occurrence impacted (either positively or negatively) a specified outcome (Hausner et al., 2018).*

A critical incident can be described as one that contributes, either positively or negatively to an activity or phenomenon. John Flanagan initially developed this technique to study human activity and behaviour with as purpose for the observer to make predictions about the person performing the act (Flanagan, 1954). CIT has been applied in a wide field of industries and is performed by the following five steps (Fauvelle, 2019):

1. Determine and review the incident
2. Fact-finding which includes collecting details of the incidents from participants with on-hand experience
3. Identify the issues
4. The decisions made to resolve the issues based on various possible solutions
5. Evaluation of the solution selected for the issue will solve it.

As earlier mentioned, is SECI the process on how knowledge is developed but it is the aim of this research to find the result of that knowledge in decision making towards a circular design solution, see figure 8. Since this research focuses on the contribution of that knowledge from the contractor in the design process. It becomes difficult to track exactly how tacit or explicit knowledge develops when considering all quadrants and dimensions associated with SECI. However, this does not mean that SECI is not important for this research. As indicated in the literature study, the contribution of knowledge from a contractor is an integral part of project outcomes, but the likelihood of success depends on the knowledge development and contribution of all actors in ECI (Rice 2002).

In CIT, participants are asked to recall how an incident happened and what actions have been taken to solve this. The participant can be asked who came up with that solution and for the observer to identify if the substance of that solution is mainly tacit or explicit knowledge or a combination of both. When the participant would indicate that it was a collaboration between several parties to come up with this solution, inter-organisational knowledge process took place. The identification of the exact knowledge process described by SECI is then not perused. Still, it can there be identified to what extent the contractor contributed in tacit or explicit knowledge towards this solution.

For example, one circular design solution is being developed over a certain period, see Figure 9. Within this period, there are two events. Each event can be divided into an incident resulting in an issue followed by an action taken to solve this. This solution can be a knowledge contribution by a contractor or a collaboration between parties to come towards a solution.

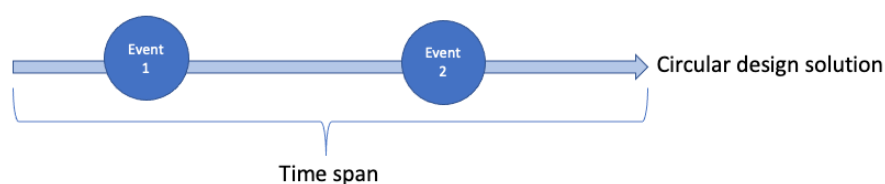


Figure 9: Example of a timeline of events towards the feasibility of a circular design solution

There are two types of events distinguished: general and critical events.

- General events: identified when an action, behaviour or occurrence indirectly impacted one or multiple circular design solutions. For example, the soil investigation results affect the volume of soil that could be (re-)used and the amount of concrete required for a pole foundation.
- Critical events: identified when an action, behaviour or occurrence directly impacted the specific outcome of a design solution. Mainly technical, cost and legal issues regarding a circular design solution (Adams et al., 2017; Sieffert et al., 2014). For example, not being able to reach a certain span length with a recycled material or that the implementation of a sustainable material is too costly.

### 3.3 Data collection

One of the downfalls of CIT is that it relies on events being remembered by participants and will also require accurate and truthful reporting. The latter can be biased when the incidents happened recently since they are easier to recall. Therefore, an incident can seem to have a larger impact than is the case (Rosala, 2020). Because of these reasons it is important to acquire data from different resources. For this research there has been chosen to acquire data from several participants through semi-structured interviews and by doing a document study.

#### 3.3.1 Semi-structured interviews

Multiple actors within each case are being interviewed to get different perceptions on the identified events. The interviewee will be asked for a comprehensive description of an event. In turn, the researchers will follow up with questions specific to that event to identify the circumstances that were decisive in circular decision-making according to the interviewee. Information required from the interviews are:

- Identification of circular ambitions and the CC strategies involved. This helps to understand how circular design solutions have been developed and which critical events took place during this development.
- Role and responsibility of the contractor towards these CC design strategies. A contractor can contribute more than they are legally obliged to in a Bouwteam. Therefore it is important to ask this question instead of solely reviewing the documented role distribution. In addition, this interview topic is important to identify contractors' knowledge contribution towards developing CC strategies.
- The level of difficulty and risk of these design solutions. Certain solutions might have a large impact on other aspects of the project, such as planning and cost. Understanding the difficulty of a design and mitigation measures. For example, the actions performed on mitigated the risk of a certain CC strategy.
- ECI challenges and benefits towards these CC strategies. The value of the contractor's knowledge contribution can be affected by several ECI challenges. For example, the timing the contractor was involved in developing this CC strategy or the collaboration between the actors.

The order of the topics, the formulation of questions and answers are not determined before the start of the interviews. However, the interviews are held according to a protocol indicated in appendix C.1.

Each interview will also be videorecorded to prevent data loss during the process. The interviews are planned for a duration of 60 minutes in which contractors and other relevant parties are questioned.

### 3.3.2 Document study

It is not always possible to gather all the data during interviews. In addition, documents are also required for a deeper understanding of the data gathered. It helps to provide more context to the interviewees' experiences and opinions. Project documents sometimes contain classified information that is therefore not allowed to be used for this research. Other sources such as news articles and publicly accessible documents are then the only possible way to receive the needed data.

The information required from documents that needs to be used for this study should contain the following information:

- Scope of the project
- The objectives of the design team
- Design specifications and work breakdown structure (WBS)
- Role and responsibility of each actor in the design team
- Collaboration methods/schematisations

## 3.4 Data Analysis

### 3.4.1 Tools for Analysis

Since the interviews are held with people from the Dutch construction industry the transcription will be in Dutch. A program that will assist in the transcription is called Trint. Trint is a web-based program that makes editing text more sufficient due to its ability to synchronise video or audio formats with the text that is being edited (Kofman, 2021). Important pieces of the transcription information regarding a certain subject are indicated in appendix C.2.1, C.3.1, C.4.1 and the full transcription of the interviews are indicated in appendix C.2.2, C.3.2, C.4.2.

The data acquired from the interviews will be examined, broken down into components, and assigned codes. This process is called "open coding" and help to later establish categories to understand the issues regarding CC, the knowledge the contractor contributed to overcome these issues and if it required a collaboration between multiple actors. In addition, the open coding process prevents identifying categories prior to the received data and mismatching with the project-specific circumstances. For the coding process a program called ATLAS.ti is used. ATLAS.ti is a tool that can assist in a qualitative analysis of large bodies of textual data (ATLAS.ti Support Center, 2021).

### 3.4.2 Within-case and cross-case analysis

CIT is based on a five-step procedure as previously explained in subchapter 3.2. In which the first step is to identify the incident. For the incident to be critical, the participant must be confident that the event had a causal relationship with the outcome (Rosala, 2020).

In this research the outcome is the development of a circular design solution or being discontinued. Incidents can have many shapes or forms and can be positive or negative towards the outcome. Examples are highlighted in *Italic*.

*For example, as ambition, a client wants to reduce material input to develop a new bridge (CC strategy). The design solution is for example the use of a new material (outcome). During the design process the thickness of the deck prevents a certain size ship from passing through (event). In this case, the required span length results in thicker beams needed to be used. As solution, a contractor proposed to narrow the canal. This is then a solution proposed by a contractor based on their knowledge domain. However, the solution was ineffective since the width of the canal could not be narrowed due to regulations stated by the waterboard. As a result, the contractor has proposed another solution to develop a new bridge structure that transfers the loads differently to reach the required span length.*

The event in this example harmed the project outcome. In CC issues are mainly categorized as technical, cost or legal issues, see section 2.2.1. In this case the span length is a technical issue. However, the solution would not solve this technical issue but would create a legal issue. So the solution that seemed effective was to use another type of bridge structure. This was also proposed by the contractor, and the knowledge contribution is in this example tacit “know-how” knowledge as it is based on intuition and experience. In this case was the event mainly due to associated issues with CC. But an event can also be influenced by the benefits or challenges in ECI, see section 2.1.3.

*For example, there is still a lot to learn about using that new material (event). The client has the ambition to apply this kind of material in multiple projects if successful. The contractor knows this and asks the client if they would be interested in using a sensor system to measure the material behaviour.*

In this case, there is a technical issue about the material's behaviour. But also the ECI benefit of a good working relationship being developed in which the contractor has an upright understanding of the client's wishes. This proposal is then a positive contribution in knowledge by the contractor with the influence of ECI towards the outcome. Furthermore, the contractor used its explicit “know-what” knowledge because the types of sensor systems is documented, which the contractor accessed.

The analysis per case starts with a description of the events that occurred in each design phase. The events will then be distinguished between general and critical events. Finally, the events will be studied on a detailed level to identify how a contractor's knowledge in ECI context influenced design solutions.

The cross-case analysis aims to identify similarities and differences across cases to support empirical generalisability. Since the research will follow an open-coding process, categories are not predetermined beforehand. However, in CIT, events are analysed that positively or negatively impact a project outcome. For example, in the literature study the benefits and challenges associated with ECI affect the feasibility of the project outcome, such as time,

planning, quality and cost (Rahmani, 2020; Rice & Rice, 2002; Wondimu et al., 2016). However, the influence of ECI has not been studied for a project outcome such as the feasibility of a circular design solution. This is also why semi-structured interviews and an open-coding process have been chosen, as this prevents missing important aspects of how actions and behaviours impacted project outcomes.

### 3.5 Case selection

As the subject ECI is an important factor in this research, the cases were chosen according to presence of ECI. This means that contractors are involved in the design process instead of after the commencement construction of the project. ECI is an umbrella name for involving the contractor earlier in the construction process. A form of ECI used in the Dutch construction industry is called Bouwteam which this research focusses on.

Circular construction is an emerging concept but not always necessarily an ambition of the client that is high on the agenda “yet”. To have sufficient cases, there has been chosen to widen the horizon. Case selection does not depend on project development with circularity as a cornerstone. Nonetheless, projects should have a form of circularity. The requirement set for this research, is that activities of the design team, related to the development of the CC design strategies in section 2.2.3 is considered sufficient if there can be reflected upon.

To sum up the cases are chosen by the following criteria:

- Infrastructure projects that have implemented circular aspects in an infrastructure project.
- Contractor was involved in the design process, preferably a case with significant and less significant input of the contractor into CC.
- The design phase should be (almost) finished and be commenced for construction.

According to the previously mentioned criteria, the following cases has been chosen, see Table 7.

*Table 7: Selected cases*

Case	Description	Location	Contract type
<b>1: Wolferen-Sprok</b>	Flood protection project	Province of Gelderland	Integrated Bouwteam
<b>2: Ritsumasyl Bridge</b>	Developing a bridge from bio-based material	Province of Fryslân	Integrated Bouwteam
<b>3: Cruquius Bridge</b>	Renovation and replacement of two bridges while constructing modular	Province of Noord-Holland	Integrated Bouwteam



### 3.6 Case description

#### 3.6.1 Case 1: Wolferen-Sprok

Project Wolferen-Sprok is about protecting the hinterland between Wolferen and Sprok against flooding for an upcoming 100 years. The dike section Wolferen-Sprok has a total length of approximately 15 km and is located on the north side of the Waal, see Figure 10. See Table 8 for project information.

Table 8: Project information of Wolferen-Sprok

<b>Project name:</b>	<b>Wolferen-Sprok</b>
<b>Project place:</b>	Province Gelderland
<b>Primary project objectives:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Meeting the water safety norms in 2024</li> <li>2 Added value for the surrounding</li> <li>3 Fruitful cooperation with the market</li> <li>4 Public law decisions and main licences required in 2020</li> <li>5 Executing the project within budget</li> <li>6 Safe execution of the project</li> </ol>
<b>Primary objectives of Bouwteam</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 A smart and executable plan</li> <li>2 Good management of high risks in the execution phase</li> <li>3 Careful decision making of the project trajectory</li> <li>4 Realistic price estimations for execution phase</li> <li>5 Acceleration of the plan</li> </ol>
<b>Bouwteam participants</b>	<p><b>Client:</b> Waterschap Rivierland (WSRL)</p> <p><b>Contractor combination:</b> Dura-Vermeer, Ploegam, GMB and consultancy company Royal Haskoning DHV (RDHV).</p> <p><b>Consultancy company:</b> Witteveen+Bos (W+B)</p>



Figure 10: Project area of Wolferen-Sprok (VSP-O, 2018)

The design process has five phases extending from loop 0 to loop 5. More information about the role distribution and each design loop is indicated in appendix B.1. Circularity was part of primary objective 1 of the Bouwteam:

- Smart: reducing cost, better for the environment, maintenance-free, safer and trustworthy design solutions.
- Executable: constructability, manufacturability of the design.



Under the “better for the environment section”, ambitions such as energy, raw materials, exhaust and processing of materials were themes to reduce CO2 emissions and materials' use.

### 3.6.2 Case 2: Ritsumasyl Bridge

Project Ritsumasyl is about replacing a movable bridge at the Harinxma canal with a bicycle bridge constructed from bio-based material, see Figure 11. The intention was to innovate by developing a bio-based material in collaboration with the market and knowledge institutes such as universities, see Table 9 for project information. The bridge should last 100 years.

Table 9: Project information of Ritsumasyl Bridge

<b>Project name:</b>	<b>Ritsumasyl Bridge</b>
<b>Project place:</b>	Province Fryslân
<b>Primary project objective (1): Secondary project objectives (2-4):</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Realizing a movable bicycle bridge and widening the Harinxma canal to be able to facilitate class-V ships</li> <li>2 Realizing the movable bicycle bridge in a sustainable matter with a focus on innovation with bio-composite</li> <li>3 Collaboration with the market, knowledge institutes and client to tackle sustainability and innovation</li> <li>4 Sharing knowledge on the applicability of bio-composite material</li> </ol>
<b>Primary objectives of Bouwteam</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Innovate</li> <li>2 Execute</li> <li>3 Prominent role in transitioning towards a CE</li> </ol>
<b>Bouwteam participants</b>	<p><b>Client:</b> Province Fryslân</p> <p><b>Contractor combination:</b> Strukton (builder), Infra Composites (supplier)</p> <p><b>Consultancy company:</b> Sweco, Witteveen+Bos (W+B)</p>



Figure 11: Project area of Ritsumasyl Bridge (D.R.I.V.E., 2017)

Each primary objective is prioritized differently by each party. For example, the builder wanted to build, the supplier focussed on innovation, and the province to take a more prominent role in transitioning towards a CE.

The design process had three phases, a synchronisation phase, a structural design phase (SVO) and a preliminary/final design phase (VO/DO). In the preliminary design phase there was decided that the final design would be part of the design process. More information about the role distribution and each design phase is indicated in appendix B.2. Circularity falls under primary project objective 2 with the circular focus on material input and output.

### 3.6.3 Case 3: Cruquius Bridge

Project Cruquius bridge exist out of bridge A and B. In which bridge A will be replaced and will last 100 years. Bridge B will be renovated to last an additional 30 years. Besides the primary objectives, the ambition is to design as circular as possible, energy neutral, maintenance low. The focus on circularity for this project is to minimize the use of raw materials and designing for modularity that at the end of the project’s life these materials can be (re-)used. Modularity is according to the IFD guidelines within the NTA 8086 of the province Noord-Holland. In addition is there the desire to use the knowledge and experience from this project to other similar renovation projects.

Table 10: Information of project Cruquius Bridge

<b>Project name:</b>	<b>Cruquius Bridge</b>
<b>Project place:</b>	Province Noord-Holland
<b>Primary project objectives:</b>	1 Replacing bridge A 2 Renovating bridge B Both objectives are to safeguard future traffic availability
<b>Primary objectives of Bouwteam</b>	1 With satisfaction realizing the work as one team 2 Redeem provided opportunities 3 Preparing a design that seamlessly fit to continue towards the execution phase 4 Applying IFD and NTA principles and improve them and sharing learning experiences 5 Applying minimal of three products that are not on TRL-9 6 Researching outside the scope the application of circularity 7 Innovation below TRL-7 such as the applicability of geopolymers concrete and becoming energy neutral
<b>Bouwteam participants</b>	<b>Client:</b> Province Noord-Holland <b>Contractor combination:</b> Van Hattum en Blankevoort, Hollandia Infra. <b>Consultancy company:</b> Witteveen+Bos (W+B)

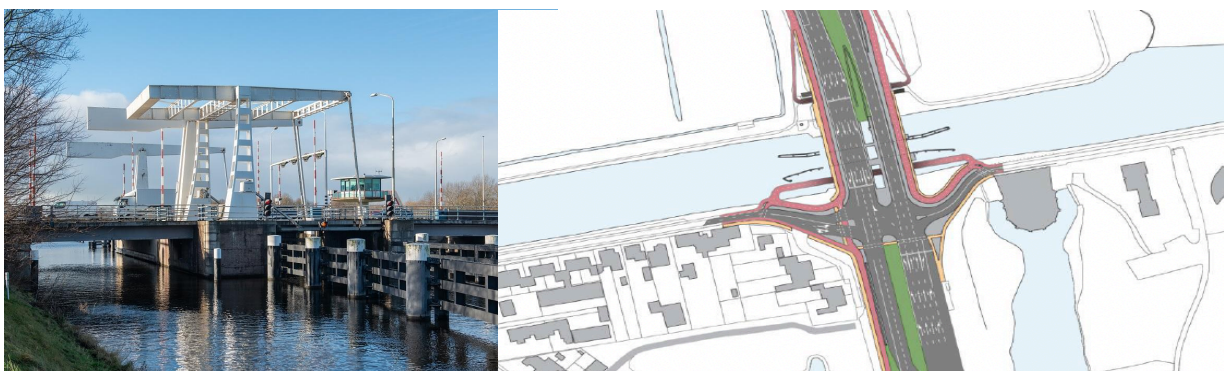


Figure 12: Project area of the Cruquius bridge (left bridge A, right bridge B in new situation) (Bouwteam Cruquiusbrug, 2021)

The design process had three phases, a synchronisation phase, structural design phase (SVO) a preliminary design (VO) phase and a final design phase (DO). More information about the role distribution and each design phase is indicated in appendix B.3.

## 4 Results and Analysis

In line with the method of event tracking elaborated in the previous chapter, the analysis and results of the interviews and documents are combined in this chapter to identify the knowledge contribution of contractors in ECI towards CC during the design process. This chapter is constructed into four sub-chapters:

- Case 1: Wolferen-Sprok
- Case 2: Ritusamly Bridge
- Case 3: Cruquius Bridge
- Cross-case analysis

The first three sub-chapters describe the related events that led towards developing a circular design solution during the design process in a Bouwteam. Which should provide an answer for sub-question 2:

*Which critical events in circular decision making are identified in the design phase of an infrastructure project?*

Each case starts with representing the CC strategies and the important circular design choices related to that strategy. These circular design choices are influenced/ a product of the identified general and critical events. The occurrence of the events are described for the different design phases. In addition, each case is visualized by a timeline that displays the events related to circular design decisions. Events can be distinguished by critical and general events. Critical events are directly related to a specific circular design choice, while general events can be linked to multiple design choices. Each case ends with a case summary. The design phases and solutions are highlighted in *Italic*, the design solutions are given a letter and/or number to indicate a specific event.

In the last subchapter the case results are compared using a cross-case analysis to identify patterns and differences between cases. Which is related to sub-question 4.

### 4.1 Case 1: Wolferen-Sprok

#### 4.1.1 General and critical events

The Bouwteam was divided into five design loops (0-5) instead of the elaborated design stages indicated in section 2.1.2. See Table 11 for the CC strategies and the related important circular design solutions developed to reach their CC objectives.

*Table 11: CC strategies and related design solutions of Wolferen-Sprok*

CC strategy	CC objective	Details of CC strategy	Circular design solutions	Typology
Reduction of material use	25%	Is about materials that are newly being delivered	Reuse of plastic sheet piles (A)	Specify recyclable and reusable materials
			Sustainable asphalt mixture (D)	Specify recyclable and reusable materials
			Keeping the existing road foundation (C)	Design out waste
Reuse of materials	98%	Is affiliated with the reuse of available materials inside and outside the project.	Cleaning existing dike revetment for it to be reused (B)	Deconstruction
Reuse of soil	75%	Is linked to the reuse of soil inside the project	Reuse of sand and clay from a lower quality (E)	Design out waste
Reuse of secondary raw materials	20%	Related to high quality reuse of available materials.	Reuse of sand and clay from a higher quality (F)	Design out waste

The following events were identified after analysing the interviews and documents, see Figure 13. The general events are related to all the design solutions and indicated in Table 12. An overview of the events related to each design solution is indicated in Table 13.

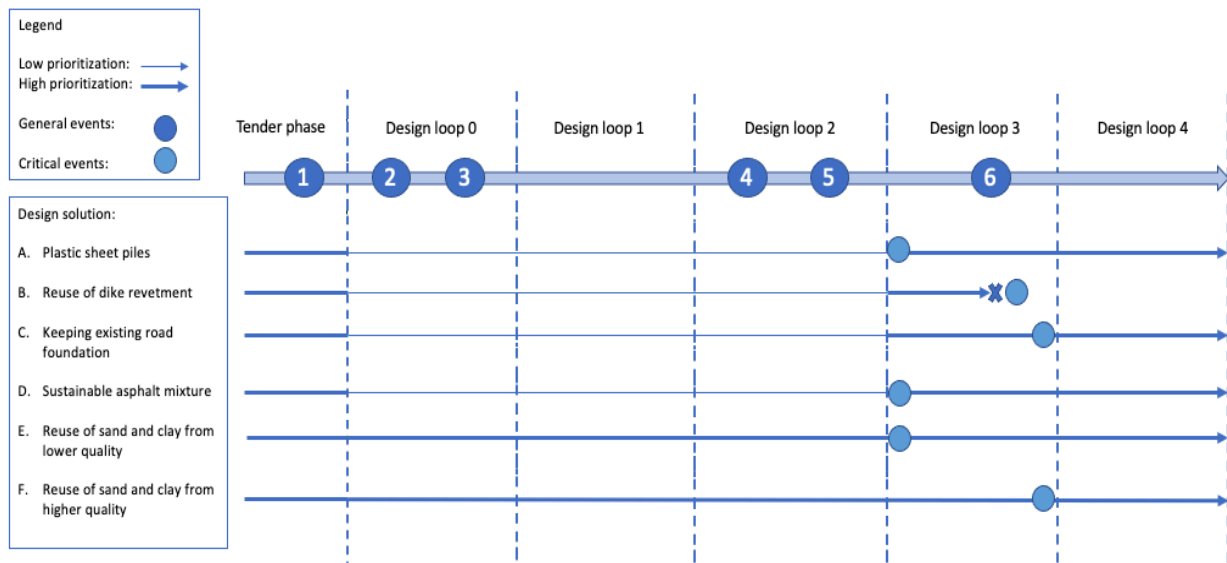


Figure 13: Events related to circular decision solutions in the design process of Wolferen-Sprok

### Tender phase

In the tender phase, the client had an abstract ambition towards circularity. A circular result-based outcome such as a percentage or reduction was not specified. Since there were no circular policies in place within the client’s organisation on such reduction percentages on what they want to achieve. The client, however, required that circularity and sustainability should be considered in the decision making of each design decision. Circularity would be measured according to MKI and material in- and output. The activities for the Bouwteam phase were divided into work packages that included a work package sustainability and circularity.

The contractor combination provided a plan of action for project Wolferen-Sprok. There are two important aspects of this approach plan related to this research. Firstly, a plan was provided for how the different organisations would collaborate with another, focusing on the importance of relationship building. Secondly, the plan of action contained preferred design alternatives of the mentioned CC strategies in Table 11.

### Loop 0

Firstly, a joined plan of action has been set up by all parties in which the Bouwteam- and project objectives were linked and how the parties should be collaborate, see appendix B.2.3. One of the objectives of the Bouwteam was to provide a smart and executable plan. Under smart, the aspects such as circularity and sustainability were included, see appendix B.1.1. In this plan, the responsibility of each work package has been assigned to an individual or organisation. For the sustainable work package, there has been decided that the client would take up that responsibility. Actual result-based objectives such as percentages for material (re-)use has been determined in this phase by the whole team, see Table 11. The structure and divisions of roles is indicated in appendix B.1.2. During loop 0, the Bouwteam came up with five agreements on collaborating with another, indicated in appendix B.1.3. Additional geotechnical ground investigations started at the end of loop 0 to determine the dimensions of the dike.

### *Loop 1*

This phase was focused on an acceleration of perpetuating the preferred design based on intermediate results of the geotechnical ground investigations. This was prioritized because the local inhabitants needed to be informed about the project if their properties needed to be demolished or a custom construction would be built to keep their properties intact. This was necessary for the procedural plan since it would require buying the parcels or confiscating them. Therefore the dike route and dimensioning needed to be known at 1 meter accurate. Loop 1 was also the start of preparing the execution preparations as stated in objective 5 of the Bouwteam, see appendix B.1.1.

### *Loop 2*

The final results came back from the geotechnical ground investigations, perpetuating the preferred design. The custom locations and related designs were determined here as well. In this stage, the contractor combination started to support the client in shaping the sustainable work package to establish more CC, taking into account the logistics and staying within budget. Since the client had difficulties with making the circular design solutions feasible.

### *Loop 3*

Circularity became a more important factor at this stage since mostly the location and dimensioning of the dike was clear. For circularity, several of the design solutions in the plan of action provided by the contractor combination, in the tender stage, have been implemented or were in development.

### *Loop 4*

In loop 3 were the circular design solutions developed and in loop 4 a technical design in which the actual dimensions were perpetuated. Development of the CC strategies was in this stage finalized.

*Table 12: General events of Wolferen-Sprok*

<b>General events</b>	<b>Description</b>
<b>1</b>	Contractor combination provide a plan of action with circular design solutions
<b>2</b>	Role and responsibility defined in which the sustainable work package being shaped by client
<b>3</b>	Additional geotechnical ground investigation
<b>4</b>	Contractor combination is supporting the client in shaping the sustainable work package
<b>5</b>	Final results of the soil investigation
<b>6</b>	Decision making on the design solutions



Table 13: Critical events of Wolferen-Sprok

Critical events	Circular design solution	Description
A	Plastic sheet piles	Budget becomes available to do tests with plastic sheet piles to reduce cost in the risk reservation for execution.
B	Reuse of dike revetment	Reusing dike revetment is not possible since it is labour intensive and does not fit in the panning.
C	Keeping existing road foundation	The existing dike road is not being removed to prevent soil deformation. Instead, specific road parts will be reinforced.
D	Sustainable asphalt mixture	Asphalt that becomes available within the project will be reused in the new asphalt mixture for the dike road.
E	Reuse of sand and clay from lower quality	To prevent a lower-level soil becoming obsolete, a probabilistic method has been used to give the obsolete soil still a functioning purpose.
F	Reuse of sand and clay from higher quality	High quality soil will be separated on the building site to prevent a lower quality soil.

#### *A - Plastic sheet piles*

Since the project costs exceeded the preliminary estimations, there was a focus on reducing them. Since the outbreak of the COVID-19 pandemic has steel prices surged upwards due to low production (Metaalnieuws, 2021). An initiative from the contractor combination was to innovate by using plastic sheet piles instead of the more conventional steel sheet piles in preventing seepage. However, this method has not been applied at a depth of 10 to 11 meters before. The cost related risk of using plastic sheet piles would have been reserved for the execution. To reduce this risk reserved cost, the client provided budget that the contractor could perform tests. These tests focussed on the manufacturability and applicability on using plastic sheet piles. After successful testing, preventing seepage with plastic sheet piles has been implemented in the design.

#### *B - Reuse of dike revetment*

The contractor combination wanted to (re-)use the existing dike revetment. However, this design solution has not been further considered because, after further investigating the feasibility of this design solution by the contractor combination, it is a highly labour intensive, and therefore costly, construction method.

#### *C - Keeping the existing road foundation*

One of the reasons to keep the existing dike road was to prevent soil deformation. Preventing the construction of a new road also meant a reduction of materials used. The contractor combination has investigated which road sections the foundation did not suffice and provided custom solutions.

#### *D - Asphalt mixture*

The existing road will have a new asphalt layer. The existing asphalt layer will be recycled and the granulates are then reused for the new asphalt layer. The contractor combination suggested this method.

#### *E - Reuse of sand and clay from lower quality*

From the start of the Bouwteam, there has been investigated if soil that would come available from other projects could be used for Wolferen-Sprok. This integral approach was not possible since the nearby projects are in terms of time, out of sync with another. However, within the project, a lot of the soil has been reused since it is a cost-effective measure. After the soil results came back a certain amount of sand and clay would not suffice. To meet the circular outcome of reusing 75% of the soil, a probabilistic method has been developed by the whole Bouwteam. This would help in determining soil that would otherwise be obsolete, still giving it a functional purpose. With the probabilistic method would it be possible to calculate what the probability was soil would fail instead of solely looking at soil classes.

#### *F - Reuse of sand and clay from a higher quality*

High quality soil that came available within the project needed to be stored. Logistically certain measures had to be taken, mainly keeping the soil separated on the building site. The logistical measures have been suggested by the contractor combination.

For more information about the tacit and explicit knowledge contribution by the contractor combination towards the design solutions developed in the Bouwteam of Wolferen-Sprok, see appendix A.1.

#### 4.1.2 Summary

Project Wolferen-Sprok started with an abstract ambition on circularity. Mainly due to the fact that within the client's organisation there were no specific policies in place that state circular objectives for projects. In loop 1 and 2, priorities were given to perpetuate the design since, parallel to this loop, the work preparation plan could start earlier and would it accelerate the transition towards the execution. In addition, the client was responsible for the sustainable work package but had difficulties with perpetuating the feasibility of the design solutions. The contractor combination has supported the client by taking up the responsibility of substantiating the work package in loop 2. According to the client, this had to do with the knowledge and expertise of the contractor combination about CC.

Prioritization of circularity became higher at the beginning of loop 3 since the design was perpetuated and the activities parallel to the design started. Circular design solutions affiliated with soil have been a priority from the start, not from a circular perspective but to reduce costs. The choice of using plastic sheet piles was also considered to reduce costs which was made possible with additional budget by the client. Keeping the existing dike road was to reduce the risk of soil deformation and there also has been chosen to use a sustainable asphalt mixture. The choice of reusing the dike revetment was in loop 3 not possible anymore to implement due to time and planning constraints.

## 4.2 Case 2: Ritsumasy Bridge

### 4.2.1 General and critical events

The project Ritsumasy had three phases. A synchronisation phase, a structural design phase (SVO) and a final design phase (VO/DO). The latter is the preliminary and final design combined. See Table 14 for the CC strategies and the related important circular design solutions developed to reach the CC objectives. However, a quantitative circular result-based outcome such as a percentage or reduction was not specified.

Table 14: CC strategies and related design solutions of Ritsumasy Bridge

CC strategies	CC objective	Details of the CC strategy	Circular design choices	Typology
<b>Reduction of material use</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizing the use of materials as much as possible</li> <li>- Using as much Bio-composite as possible (80%)</li> </ul>	Is about materials that are newly being delivered	Bio-based bridge deck (80%), (A)	Specify recyclable and reusable materials
			Wear layer that excretes salt (B)	Design out waste
<b>Reuse of materials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reusing materials as much as possible</li> </ul>	Is affiliated with the reuse of available materials inside and outside the project.	Recycling of the concrete from the old bridge (50%), (G)	Closed loop recycling
			Reuse of dolphins for leisure yachts and inland shipping (C)	Design out waste
			Deconstruction of the old bridge steel deck (D)	Deconstruction
			Reuse of the bridge support pillars (E)	Design out waste
			Reuse of the bridge foundation (F)	Design out waste

The following events were identified after analysing the interviews and documents, see Figure 14. The general events are related to all the design solutions Table 15. An overview of the critical events related to each design solution is indicated in Table 16.

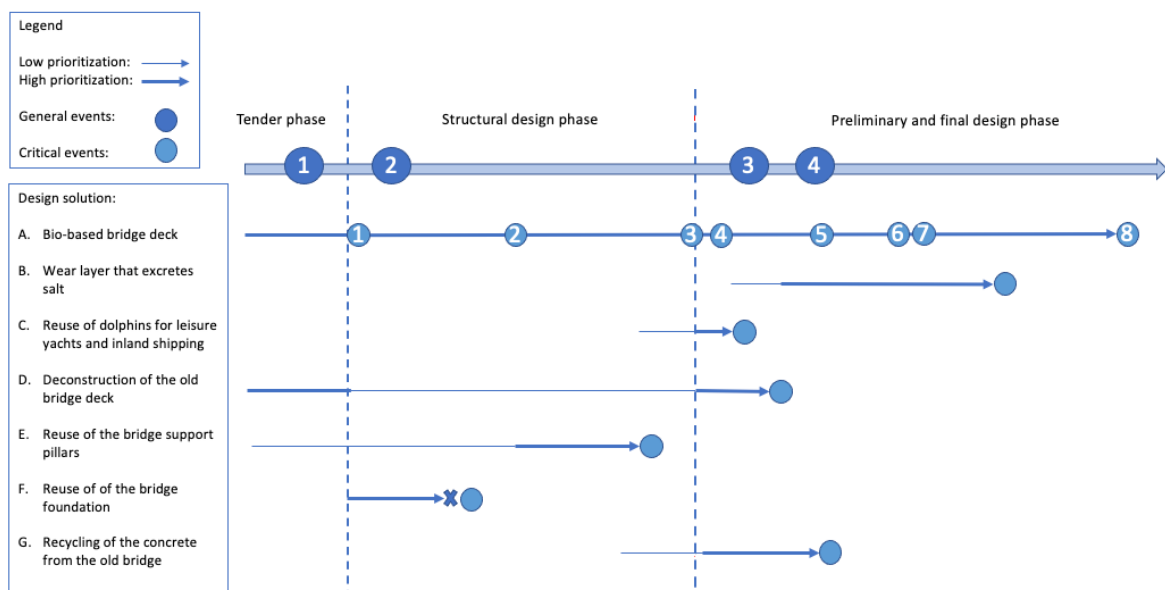


Figure 14: Events related to circular decision solutions in the design process of Ritsumasy Bridge



### *1 - Tender phase*

The client “province Friesland” has as ambition to buy 50% of their materials circular in 2025. The Ritsumasyl bridge project would function as one of the pilots to achieve this ambition. Two contractors have been tendered individually; a builder and a supplier. The builder would design the base structure of the bridge and the supplier the deck from bio-composite, the innovative part of the project. However, at this moment it was unclear what type of bridge would be designed since the bio-based mixture was still in development.

Both contractors handed in a plan of action as part of their bid. The supplier won due to its approach in developing bio-composite mixture and its ties with other institutes such as universities. On the other hand, the plan of action of the builder contained an approach on demolishing the existing bridge and realizing the new movable bio-composite bridge.

### *2 - Structural design phase (SVO)*

In the first couple weeks parties focussed besides the project objectives on collaboration and the values of each party involved, see appendix B.2.3. This resulted in a joined plan of action. The main focus of the structural design phase was to investigate the economic viability of different types of bio-based composite bicycle bridges. Therefore, the supplier performed a study of available bio-based materials that eventually led towards a sketch design of an asymmetrical swing bridge. The sketch design, developed by the builder, was based on preliminary results of the bio-based materials.

The reuse of the bridge support pillars has been investigated in this phase by the builder. However concluded that due to geometrical issues would this circular design solution fail to be implemented since the bio-based materials would not reach the required span length. To overcome this issue, the builder suggested, as solution, to narrow the channel. By narrowing the channel, the existing support pillars of the bridge could still be used which would require less additional money than alternative solutions. Reusing the complete bridge foundation as a constructive part of the project was not further investigated due to the state of the object and complicated calculations it required. Instead, the old foundation has not been removed and new structural elements have been added.

The output of the structural design phase was a variance study that led to two types of bridges constructed from bio-based materials that seemed economically viable; a budget based and a dream bridge. The budget bridge variant was cost-focused while the dream bridge variant would provide additional steps in circularity and sustainability.

### *3-4 - Preliminary and final design phase (VO/DO)*

The preliminary and final design phase focussed on perpetuating the economic viability of a bio-based material bridge and reducing risks as much as possible for the execution phase. Therefore, it depended on additional budget to determine which of the two variants of asymmetrical swing bridges would be realized. Eventually, additional budget became available to continue developing the dream bridge due to subsidisation.

Since one of the objectives was to build the bridge with as much bio-based materials, the builder made a best for project decision: buying the bridge abutment decks in bio-based materials instead of developing them with concrete as material.

In the preliminary design phase, the builder developed a deconstruction method for the old bridge deck to be (re-)used in a project at another municipality. Unfortunately, due to the steel deck's poor state, this initiative has been stranded. In addition, a recycling method was developed to reuse 50% of the concrete from the old bridge in the new one by the Builder.

Another circular design solution that has been implemented is the reuse of dolphins. Instead of buying new materials, there has been searched for existing dolphins in depots retrieved from other province-projects. The type of dolphins extended from leisure yachts towards inland ships. The client suggested the (re-)use of dolphins.

For the bridge wear layer, instead of basalt, the supplier has suggested another type of material. The wear layer would be designed by a porous stone that contained salt. In winter, during operation, would then less salt needed to be sprinkled.

Midway this preliminary phase parties decided mutually to extend the Bouwteam-phase until the end of the final design. This was decided to reduce the risks related in developing the bio-based material. Several parameter results of a full scale (1:3) design tested at TU-Delft were not available yet; therefore, the design phase was extended. Also due to the good relationships, the parties have developed with another it would be beneficial for the continuity of the process to include the final design phase in the Bouwteam.

At the end of the preliminary design phase, results came back that deflection would be larger than initially considered; 40cm instead of 30cm. Subsequently, the bridge would not be able to close once it's opened. Since this issue was the supplier's responsibility, they would try to solve the problem themselves. Unfortunately, was there no quick solution and did it take a significant amount of time before the supplier communicated this with the other parties. The actual solution was for the builder to adjust the design of the movable part of the bridge to safeguard the project objective to use as much bio-based material. However, due to the time it took to discuss this issue, the movable parts were already ordered. Therefore, additional money was provided by both client and supplier for the contractor to (re-)engineer and adjust the ordered movable parts of the bridge.

Within the final design phase, the supplier suggested to use a measuring system that would analyse the bio-based bridge deck over several years. This idea has been implemented to additionally fulfil the objective of project Ritsumasyf Bridge: developing new knowledge. Since there were uncertainties how the Bio-based deck would behave over time. The tests at TU-Delft were stopped after the bridge indicated a lifespan over 108 years, while the requirement was only 50 years. The lifespan requirement of the bridge has then been readjusted to 100 years.

*Table 15: General events of Ritsumasyf Bridge*

General events	Description
1	Builder and supplier provide a plan of action for their part of the bridge.
2	Role and responsibility of the parties are defined.
3	Additional budget becomes available due to subsidization. Instead of a budget bridge a dream bridge could be developed.
4	Decided upon the final design phase to be included in the Bouwteam.

Table 16: Critical events of Ritsumasy Bridge

Critical events	Circular design solution	Description
A1	Bio-based bridge deck	Start with testing bio-based bridge
A2		Span length issues
A3		Choosing bridge type
A4		Land abutments decks in bio-based material as well
A5		Deflection problem after intermediate test results came back
A6		Late expression of concerns by supplier
A7		Implementation of a measuring system
A8		Stop with testing bio-based bridge after life span exceeds 100 years.
B	Wear layer that excretes salt	The choice of porous stone that excreted salt instead of the commonly used basalt blocks.
C	Reuse of dolphins for leisure yachts and inland shipping	Localization of dolphins and additional materials stored in depos from previous projects in the province of Friesland.
D	Deconstruction of the old bridge steel deck	Adjusted deconstruction method for the old steel deck to the wishes of another client within the province of Friesland.
E	Reuse of the bridge support pillars	Narrow the channel to overcome the span issues of the bio-based deck.
F	Reuse of the bridge foundation	Reuse of the complete bridge foundation as a constructive part of the project was not possible. Therefore, the old foundation has not been removed and new structural elements have been added.
G	Recycling of the concrete from the old bridge	A recycling method developed by a daughter company of Strukton in which 50% of the concrete could be reused in the new bridge.

#### *A - Bio-based bridge deck*

The development of bio-based materials and the applicability at large scale has not done before this project. Since one of the project's objectives was developing a bio-based mixture, this design solution was prioritized from the start of the design process. The builder made in the preliminary phase a best for project decision to buy in the land abutments decks from the supplier, resulting in a larger bio-based content of the bridge. Since the testing with bio-based mixtures was not finalized, there were still uncertainties on the material's behaviour. Therefore has, the final design phase been included in the Bouwteam. After certain test results came back it indicated a significantly larger deflection than firstly assumed. After the supplier cannot solve the problem within its scope the issue has been discussed with the other parties of the Bouwteam. The movable part of the bridge had to be (re-)engineered by the builder due to the supplier's late notice of the problem.

#### *B - Wear layer that excretes salt*

The supplier suggested to use a porous stone layer instead of the commonly used basalt blocks. In wintertime during operation, less salt would need to be poured over the deck since the porous stone layer would excrete salt.

### *C - Reuse of dolphins for leisure yachts and inland shipping*

Between 2011 and 2016, the province of Friesland has done several projects in which some of the available materials have been stored in depots. The province provided these to the builder to refurbish them where necessary to be (re-)used in project Ritsumasyl.

### *D - Deconstruction of the old bridge steel deck*

The demolition of the old bridge was already part of the project scope. Instead of demolishing however the province informed local municipalities about the possibility to reuse this steel bridge deck. One of the municipalities was planning to build a circular bridge themselves and was interested to use this. The builder has therefore changed their deconstruction plan according to the wishes of that local municipality. Unfortunately this initiative was not viable due to the poor state of the steel deck in the end.

### *E - Reuse of the bridge support pillars*

One of the issues with the bio-based material research in the preliminary design phase was that the span would not meet the required length of 22m. Only a maximum of 20.5m could be reached which would not suffice for a channel of 44m. Therefore the builder suggested to narrow the channel. Since the channel has a draining function and the objective was to accommodate class-V ships this option required to include other parties, like the water board, in the decision making. After several investigations a geometrical change of the channel seemed viable to implement without affecting its function. As result, significant cost increases were prevented since the bridge support pillars could be reused.

### *F - Reuse of the bridge foundation*

Early in the preliminary design it was understood that the structural function of the foundation could not be reused due to the difficult calculations according to the builder. Therefore, the foundation has been kept but new structural elements have been added.

### *G - Recycling of the concrete from the old bridge*

A daughter company of the builder has developed a recycling method for concrete. Due to this method, it was possible to use 50% of the concrete of the old bridge for the new one.

For more information about the contractor's tacit and explicit knowledge contribution towards the design solutions developed in the Bouwteam of the Ritsumasyl Bridge, see appendix A.2.

## 4.2.2 Summary

The client had as ambition to buy 50% of their materials circular in 2025. To meet the client's ambition the project objective was to design a bio-based composite bridge. The structural design phase, focussed on investigating the economic viability of a bio-based bridge, resulted in two variants: a budget bridge and a dream bridge. Due to subsidization, the latter was further developed to provide a higher level of circularity.

During the project's development, there was a problem with (re-)using the bridge pillars during the structural design since the deck span would not reach the required length. The builder suggested changing the channel's geometric dimensions to solve this issue.

Furthermore, the bridge foundation could not be (re-)used or would require extensive calculations. So instead, additional structural elements have been added.

There were uncertainties about the behaviour of the bio-based material that was being developed, therefore final design has been included within the Bouwteam.

In the preliminary design phase, it became apparent that the deflection of the bio-based bridge deck would be larger than expected. This would result in the bridge, once its opened, not closing. The supplier tried to solve the issue within its scope but without success. In addition, because the supplier did not inform other parties in time, certain parts of the bridge were already ordered and needed to be (re-)engineered in the final design. Client and supplier have carried these additional costs.

The old bridge steel bridge deck has been deconstructed to be (re-)used in another project. Which was done, based on the wishes from a municipality within Friesland. Unfortunately due to the poor state of the deck, has this initiative stranded outside the scope of the Ritsumasyl Bridge project.

### 4.3 Case 3: Cruquius Bridge

#### 4.3.1 General and critical events

The Bouwteam for Cruquius bridge project had three phases. There is a Synchronisation phase, preliminary design (VO), and final design (DO) phase. The final design phase is at the moment of analysis not finished. See Table 17 for the CC strategies and the related important circular design solutions developed to reach their CC objectives. A quantitatively circular result-based outcome such as a percentage or reduction was not specified. The use of raw materials should be held to a minimum and at the end of the functional life span be reused without waste.

Table 17: CC strategies and related design solutions of Cruquius Bridge

CC strategies	CC objective	Details of the CC strategy	Circular design choices	Typology
Reduction of material use	- Minimizing the use of materials as much as possible	Is about materials that are newly being delivered	Geopolymer concrete (B)	Design out waste
			Conserving methods (C)	Design out waste
Reuse of materials	- Reusing materials as much as possible	Is affiliated with the reuse of available materials inside and outside the project.	Reuse of the steel deck of bridge A (D)	Selective demolition
			Design for modularity (A)	Design for modularity

The following events were identified after analysing the interviews and documents, see Figure 15. The general events are related to all design solutions and indicated in Table 18. An overview of the events related to each design solution is indicated in Table 19.

Critical events	Circular design solution	Description
A1	Design for modularity	Design for modularity of bridge B is not possible due to one-on-one replacement of parts
A2		NTA norm is not in line with project requirements and the NTA developers are contacted for support to stick as much as possible towards the essence of modularity
B	Geopolymer concrete	Impact plates and edge elements will be constructed out of geopolymer concrete. Extending the use of geopolymer concrete is further investigated in the final design phase.
C	Conserving methods	Cor-Ten steel is not in line with project requirements and instead, thermal spread aluminium is used as a protection layer with S355 steel.
D1	Reuse of the steel deck of bridge A	Further investigations in the final design phase to use as ballast or bicycle tunnel
D2		The reuse of the steel deck as material for the ballast is terminated due to costs.

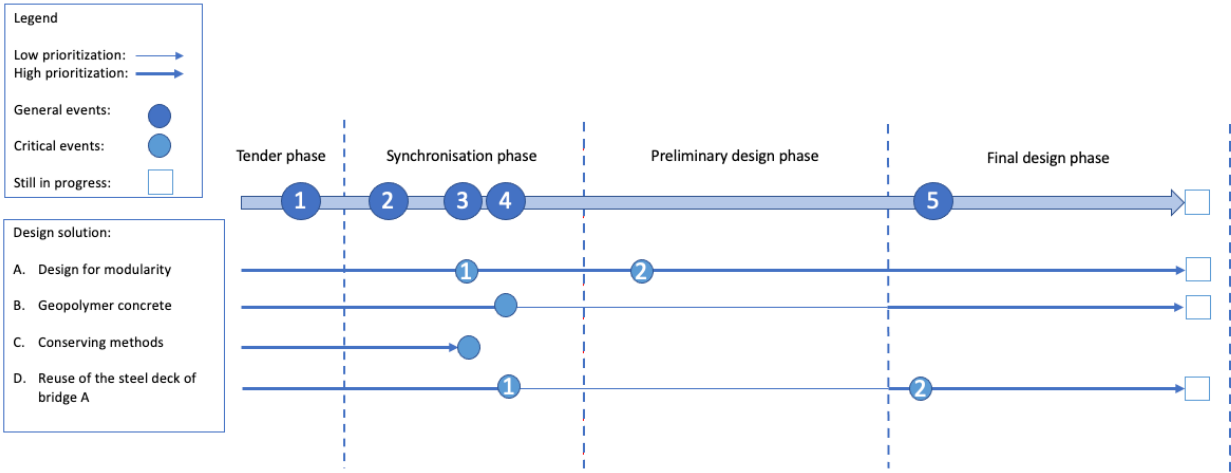


Figure 15: Events related to circular decision solutions in the design process of Cruquius Bridge

### *1 - Tender phase*

Each contractor provided in their bid, individually, a plan of action related to ambitions, collaboration and execution. As a result, the contractor combination came up with the possibility to build bridge A in Cor-Ten steel regarding the ambition of circularity and low maintenance. Which would create a brown oxidation layer that prevents the bridge from corrosion. Thus, no coating has to be applied during the bridge's life span for conservation. Another solution brought forward by the contractors is to realize certain parts including structural elements of bridge A in geopolymers concrete. This type of concrete uses geopolymers as a binder instead of cement.

### *2-4 -Synchronisation phase*

This phase focussed on collaboration agreements with the involved parties and validating project requirements. For more information about the collaboration agreements, see appendix B.3.1. The interviewees have pointed out that this phase took longer than estimated since there was initially some disagreement. A specialist from the contractor combination has pointed out that there is a significant chance that bridge B is in a bad condition. According to the contractor, the preliminary analysis was not sufficiently thorough. While the client was convinced the bridge was still in good condition. If the bridge would not be in a good condition, it would form a risk in the planning and more time needed to be reserved. Additional research has been done to overcome this dispute, which concluded that bridge B was still in good condition.

The contractor's proposal to meet the client's low-maintenance project objective was to build bridge A in Cor-Ten steel. Due to oxidation a brown protection layer is formed with as positive effect to reduce maintenance and required materials. On the contrary, both bridges have a different colour since bridge B is still in a good condition. One of the project requirements is that the bridge should be white, meaning a change of this project requirement. The client valued aesthetics over this solution. Therefore has this solution been terminated and chosen to construct bridge A with thermal sprayed aluminium for the areas above water. Another solution suggested by the contractor combination, that has been terminated, was to design the bridge with a closed deck which would reduce the use of conservation with 27%. In addition, since it would be less accessible during inspections and repairs would result in large traffic obstructions if cracks occur.

In the synchronisation phase parties determined that the impact plates and edge elements of bridge A had to be constructed out of geopolymers concrete. The possibility to extend the use of this material was further investigated in the final design phase. Also a new purpose for the old steel deck of bridge A as a new bicycle tunnel or as ballast was further investigated in the final design phase.

Design for modularity is one of the main objectives for this project. It was already established in the synchronisation phase that the replacement of components of bridge B requires a one-on-one replacement. Designing bridge B modular was therefore not possible but the initial thought about the reuse of components and long-life span has still been pursued. An additional life span of 30 years for bridge B has been guaranteed with the replaceable components having a life span of 50 years. If the bridge would only last 30 years these components could be reused. And if the life span of bridge B last longer than 30 years the new placed components will still suffice.



### *Preliminary design phase (VO)*

The preliminary design focussed upon the agreed design choices established in the synchronisation phase. To the extent that a functional design is established that can be further developed in the final design phase. The main phasing, working methods, and spatial planning were established in the preliminary design phase. In addition a more detailed cost estimation and planning has been performed. The design budget has afterwards increased by the client.

Some issues occurred between project requirements and the NTA norm in terms of modularity. In the project requirements, bridge A and B are a family of bridges and with the replacement of bridge A, a similar new bridge had to be built. The NTA 8086 norm indicates standard dimensions for certain newly built movable bridge elements. This modular bridge would have different dimensions and clash with the project requirements. Therefore the developers of the NTA norm have been contacted by the contractor combination to understand the essence and arguments of certain choices in designing for modularity. As much as possible the NTA norm was taken into account with still accomplishing the project requirements.

### *5 - Final design phase (DO)*

In the final design phase, the functional design was further developed towards a technical design in which risks are mitigated as much as possible. At the kick-off, a brainstorm session was held about the postponed circular design solutions in the synchronisation phase, will be further developed or terminated.

The use of the old steel deck of bridge A as ballast for the new to build bridge has been terminated. The steel deck contains toxic lead paint substances that requires a significant amount of labour and cost to remove it. The material of a ballast is often from a lower degree of steel and repurposing did not outweigh the cost of newly buying it. However, repurposing the steel deck for the newly to build bicycle tunnel is still in development. The cost of removing the toxic substances is still being investigated for this purpose. Initially, the (re-)use of the deck would save an additional €35.000 before the contractor awarding the tender. Currently, instead of reducing the project's costs it is estimated to cost an additional €150.000.

Another circular design solution that is still in development is extending the use of geopolymers concrete. Since there are no Dutch norms, it is difficult to identify and mitigate these risks. And thus, the willingness to take these unidentified risks. Some elements will be already constructed from geopolymers concrete since these risks are pinned down as well as the possible mitigation measures. Further extension is, in collaboration between contractor and client, still investigated.

In this final design phase, there is also still some disagreement towards the level of detail of the technical design. According to person C of the contractor combination is the essence of the technical design in a Bouwteam to identify and mitigate risks as much as possible with all involved parties. Which, in his opinion, is different than the expectations of a technical design between an engineering company and client. While person A of the engineering company stipulates that the design budget has been increased from €1 million to €2.3 million in the preliminary design phase. The problem mostly is within the productivity/efficiency of the contractor.

For more information about the contractor's tacit and explicit knowledge contribution towards the design solutions developed in the Bouwteam of the Cruquius Bridge, see appendix A.3.

Table 18: General events of Cruquius Bridge

General events	Description
1	Contractor combination provide a plan of action for their part of the bridge.
2	Role and responsibility of the parties are defined.
3	Disagreement on the state of the bridge which required further investigation
4	The extended use of geopolymer concrete and reuse of the old steel deck are postponed towards the final design phase.
5	Disagreement on the level of detail of the final design between contractor combination and client

Table 19: Critical events of Cruquius Bridge

Critical events	Circular design solution	Description
A1	Design for modularity	Design for modularity of bridge B is not possible due to one-on-one replacement of parts
A2		NTA norm is not in line with project requirements and the NTA developers are contacted for support to stick as much as possible towards the essence of modularity
B	Geopolymer concrete	Impact plates and edge elements will be constructed out of geopolymer concrete. Extending the use of geopolymer concrete is further investigated in the final design phase.
C	Conserving methods	Cor-Ten steel is not in line with project requirements and instead, thermal spread aluminium is used as a protection layer with S355 steel.
D1	Reuse of the steel deck of bridge A	Further investigations in the final design phase to use as ballast or bicycle tunnel
D2		The reuse of the steel deck as material for the ballast is terminated due to costs.

#### *A - Design for modularity*

Each of the involved parties was already aware that it will not be possible, if the shape of bridge B was in good condition, to follow the NTA 8086 norm since it requires one-on-one replacement. Although, the project requirements and the NTA norm were clashing, the contractor combination contacted the developers of the NTA norm to understand certain design decisions and to keep the essence of modularity alive as much as possible. Meaning that for some of the bridge elements a deviation of the NTA was required.

#### *B - Geopolymer concrete*

The contractor combination opted in their plan of action already to use geopolymer concrete as a circular design solution. Since it prohibits the use of blast furnace slag cement which is a finite resource. This type of concrete is not widely used, mainly in Eastern Europe. Dutch norms are still unavailable, which creates risks for extending this project's use. At the start of the design phase, was it out of the question for further extension of geopolymer concrete by

the client. However has this design solution become more open for discussion later in the design phase. According to person C has this to do with the fact that a better relationship was established with the client. The client has more confidence that the mitigation measures proposed by the contractor combination will be effective. Therefore is further extension of geopolymer concrete under investigation.

The elements constructed of geopolymer concrete will be monitored to gain more knowledge on the behaviour characteristics of the material and further application in the construction industry.

#### *C - Conserving methods*

The contractor combination has suggested the use of Cor-Ten steel as a solution for the project requirement, low maintenance. However, the newly-to-build bridge A's brown appearance would clash with the existing white bridge B. Since it would not fulfil the project requirement, family of bridges. This solution would only have been further developed if bridge B also needed to be replaced. Instead, the contractor combination opted for S355 steel with a thermal spread layer that requires a little more maintenance.

#### *D - Reuse of the steel deck of bridge A*

The contractor combination suggested to reuse the steel deck for ballast of the new bridge or as deck for the bicycle tunnel. The steel deck contains the toxic lead substances that increases the cost of reuse since it needs to be removed. There was awareness of these toxic substances already before the Bouwteam started. Since a ballast is generally from a lesser degree material, the cost of reusing the material of the steel deck is terminated. Therefore, it is more cost effective to buy a new ballast according to the contractor combination. Reusing the steel deck for the bicycle tunnel is still being investigated, but the cost issue also plays an important role here.

For more information about the contractor's tacit and explicit knowledge contribution towards the design solutions developed for the Cruquius Bridge in the Bouwteam, see appendix A.3.

#### 4.3.2 Summary

In the synchronisation phase there was disagreement of the state of bridge B and the willingness to take that risk. It required further investigation to solve this issue between contractor combination and client. Once the investigations pointed out that bridge B was still in good condition it was not possible to follow the NTA 8086 norm with one-on-one replacement of parts. In addition, designing bridge A in Cor-Ten steel, which requires low maintenance, was impossible due to its brown aesthetical appearance. Since bridge B is white it would not fit the project requirements, a family of bridges. Therefore, the contractor combination opted for designing bride A with S355 steel and thermal spread aluminium.

During the preliminary design phase, it became apparent that the standard dimensioning the NTA 8086 prescribes is not in line with the dimensions of the existing bridge. Therefore the contractor combination could not follow the NTA as much as desired since it would clash with the project requirement, family of bridges as well.

Another circular design solution brought by the contractor combination is to work with geopolymer concrete that does not use the finite resource, blast furnace slag cement. Dutch norms are still unavailable and extending this further than impact plates and edge elements

is still under investigation. The (re-)use of the old steel deck of bridge A is also still under investigation for a new ballast, in terms of cost, since the steel deck is covered with lead paint. A newly bought ballast is more cost effective. They are still investigating if the old steel deck could be repurposed for the deck of the bicycle tunnel. Cost plays an important role here since the contractor combination first estimated a reduction in project cost while it actually becomes more expensive.

## 4.4 Cross-case analysis

In this subchapter the knowledge contribution of contractors towards the circular design solutions of each case is being compared. The subchapter is divided into two sections: the knowledge contribution of contractors based on Figure 16 and the patterns the results indicate. Towards which design solution a contractor contributed in knowledge is indicated in brackets. The circular design solutions have been categorized according to the typology in Table 4. The top section of Figure 16 indicate, per case, the circular objectives. The bottom part of the table presents components related to the Bouwteam that influenced the development of these circular design solutions. In red is indicated which solution has been discontinued. For a deeper understanding of the tacit and explicit knowledge contributed by contractor for each circular solution see Table 20, Table 21, Table 22 in appendix A.

Figure 16: Cross-case analysis

	Knowledge contribution by contractor for:		
	Case 1	Case 2	Case 3
<b>Circular objectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduction of material use by 25%</li> <li>- Reuse of materials by 98%</li> <li>- Reuse of soil by 75%</li> <li>- Reuse of secondary material by 25%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizing the use of materials as much as possible</li> <li>- Using as much Bio-composite as possible (80%)</li> <li>- Reusing materials as much as possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizing the use of materials as much as possible</li> <li>- Reusing materials as much as possible</li> </ul>
<b>Typology</b>			
Selective demolition	X	X	- Method of demolition and proposing new purposes (D) to safe cost
Deconstruction (disassembly)	- Viability of the dike revetment solution in terms of cost and time (B)	- Method of deconstruction of the old bridge(D)	X
Specify recyclable and reusable materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitigating risk and thus execution cost of plastic sheet piles (A)</li> <li>- Choice of a sustainable asphalt mixture (D)</li> </ul>	- Development of a Bio-based mixture (A)	X
Design out waste	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitigating risk of soil deformation by proposing to reuse existing dike road (C)</li> <li>- Developing a probabilistic method to (re-)use more lower-class soil to safe executional costs (E)</li> <li>- Logistics on separation on preserving a higher class soil (F)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wear layer that excretes salt (B) to reduce operation costs.</li> <li>- Refurbishing dolphins (C) to reduce cost</li> <li>- Proposing method to solve span length issues (E)</li> <li>- The technical viability of reusing the bridge foundation (F)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitigating risk of Geopolymer concrete (B)</li> <li>- Reduce maintenance cost by proposing conserving methods (C)</li> </ul>
Design for modularity	X	X	- Technical solutions to design modular (A)
Closed loop recycling	X	- Proposing a recycling method to recycle 50% of the concrete of the old bridge (G)	X
Open loop recycling	X	X	X
Design for adaptability and flexibility	X	X	X
Design for standardization	X	X	X
Designing in layers	X	X	X
Design for prefabrication	X	X	X
<b>Bouwteam components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating mutual support (A, B)</li> <li>- Joint-problem solving (A)</li> <li>- Collaboration of all parties in developing a probabilistic method (E)</li> <li>- Long term relationship developed (B)</li> <li>- Innovation and value engineering (A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localizing dolphins by client (C)</li> <li>- Joint-problem solving (A, E)</li> <li>- Supplier not transparent that resulted in cost increase (A)</li> <li>- Long term relationship developed (A, B)</li> <li>- Innovation and value engineering (A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contractor is transferring execution risks towards the design phase with cost increase as result (D)</li> <li>- Long term relationship developed (B)</li> <li>- Innovation and value engineering (A)</li> </ul>

Many circular design solutions that the contractors have proposed in the cases have been developed during the design phase. These solutions have been developed according to the wishes of the client. In case 1 there was the incentive to reduce the project's overall cost. In case 2, the focus was on developing a bridge with a bio-based mixture. In case 3, were the client's wishes regarding maintenance low and closing the loop by modular construction. The results indicate that:

- In terms of circularity, the majority of the solutions proposed by the contractors to design out waste followed by specifying recyclables and reusable materials. None of the design solutions is affiliated with the last five categorizations. Design out waste was in case 1 associated with the contractors proposing construction methods. In case 2 and 3 this was done in combination with choosing specific materials. Specifying recyclables and reusable materials came from the contractor in case 1 and 2 as well.
- The contribution of knowledge by contractor mainly focusses, in case 1, on proposing design solutions with certainty to reach quantifiable circular objectives and reduce risk-related costs. In case 2 there is a focus on the feasibility of the bio-based mixture. Issues associated in the supplier's scope, that could potentially reduce the amount of bio-based content, is solved to an extend by providing money by client or solving it in the scope of the builder eg. solution E or the deflection issue in solution A. In case 3 the contractor proposes several solutions to meet the client's circular wishes in combination with reducing costs.
- A work relationship is developed between client and contractor during the design process. The contractors propose opportunities within the design solutions which could be out of the box but might be interesting for the client to consider eg. solution B in case 1 or in case 2 solution A, using a measuring system to track the behaviour of the bio-based material, proposing an alternative material that excretes salt (B). In case 3 solution C, the use of Cor-Ten steel to reduce maintenance.
- Contractor's knowledge have resulted in the successful development of design solutions A and C in case 1, A in case 2, and C in case 3 since they were able to reduce uncertainties and concerns of the client
- The collaboration aspect in a Bouwteam in which knowledge is shared and developed was important to the feasibility of design solution A and E case 1, and A, C and E in case 2. The mentality to engage in this collaboration was toward reducing project costs in case 1 and to a lesser extend in case 2. In case 2 was the development of the bio-based mixture a central part towards parties collaborating. Interestingly, in case 2 the supplier was not transparent about the deflection issues associated with solution A, resulting in a cost increase paid by both supplier and client. However, the issue was solved in the builder's scope to succeed solution A.
- Innovation and value engineering is also part of solution A in case 1, A in case 2 and B in case 3. The contractor had to convince the client in case 1 and 3 about its added value and mitigate the associated risks. In case 2 had the client already as ambition to build a bridge from bio-based material.
- The discontinuation of design solution B in case 1 and solution F in case 2 are not due to the contractor's contribution in knowledge but was cost reduction valued over circularity during the decision making. In addition, case 1 was late prioritization combined with trying to create mutual support making solution B not feasible. For design solution D in case 3, the solution wat terminated due to a cost increase while

the contractor first calculated a cost reduction. To an extent the cost increase results from the level of detail the contractor wants to accomplish in the design. Late prioritization was here an issue as well to be able to create support.

- Legal issues played a large role in case 3. No norms are available for implementing geopolymer concrete (B) which was less prohibited at the end of the design due to the development of trust between client and contractor. However, project requirements obstructed the use of Cor-Ten steel (C) therefore the contractor proposed another solution. The design norm developed by client for modularity (A) clashes with project specifications. In case 1 legal issues were mostly associated with solution (E). The collaboration between parties was an important factor to solve the legal issues in case (1) solution (E) and case 3 solution (B).

A contractor has in the cases contributed in knowledge by interpreting the wishes of the client in combination with the circular objectives and then propose circular design solutions. In the investigated cases, since the objectives are regarding reduce and reuse, the majority of the solutions are by the contractor focussed on technical aspects of the work such as choosing construction methods and materials. During the development of the circular design solutions, contractors have mitigated risk, come up with solutions regarding technical, cost and legal issues. The collaborative setting in ECI has positively and negatively influenced a circular design solution. Positively is the creation and sharing of knowledge that have leaded to better circular results. This required mutual support between the parties to engage in this collaboration. The long-term relation being developed between client and contractor increases trust which is important for mutual support. However, in case 1 and 3, the lack of mutual support between client and contractor has been one of the contributing factors in combination with late prioritization why solutions have been discontinued. Not because of trust issues or a lack of knowledge of the contractor but that the client prioritized project requirements or cost as a more important factor than achieving a higher circular result.

## 5 Discussion

This chapter discusses the overall research findings and their relation to the literature. The chapter starts with reiterating the research problem, the change in methodology, and concisely summarizing the research findings and implications with support of the literature.

CC is plagued with challenges linked to stakeholders' mindset, technical issues, higher costs, legal barriers and regulations (Sieffert et al., 2014). In addition, does the scarcity of information and misconception about circularity obstruct the transition towards the CE. Platform CB'23 (2021) and the transition team (2018) stipulate the importance of joint collaboration of parties to have sufficient knowledge to realize circular ambitions. Better circular results are accomplished when this collaboration between parties happen in the design phase (Ferme et al., 2018; Platform CB'23, 2021).

In theory, ECI provides more value to the client as the contractor's knowledge contribution could mitigate risk, reduce execution costs, shorten the project period and provide a safer work environment (Rahmani, 2020; Song et al., 2009). However, a research gap prevents the linking of knowledge contribution of contractors in ECI towards CC.

Knowledge is a mixture of tacit and explicit knowledge that develops over time by going through multiple dimensions (Hastie et al., 2017; Nissen, 2006; Nonaka et al., 2000). A study by Hastie et al. (2017) that applied the SECI model to three ECI projects to explore the knowledge processes taking place in the front-end of a project discuss the validity of the SECI model for inter-organizational knowledge processes. However, for this research, is it more important to understand the influence and effect of knowledge contribution, which the SECI does not consider. Therefore, a new methodology was chosen, called the critical event technique (CIT), to identify the knowledge contribution of contractors towards CC. Actions and occurrences that impacted a circular design solution led to several patterns between the investigated cases.

In each of the three cases have, contractors proposed all circular design solutions based on the circular wishes of the client. These wishes are related to the objectives of reducing and reusing materials described by Ruiz et al. (2020) as narrowing or slowing loops. Most of the solutions proposed by the contractor, based on these objectives, were to design out waste and specify recyclables and reusable materials. In both categories, contractors proposed construction methods and specific materials to use. Rahmani (2020) argued that this knowledge contribution stems from the contractor's in-depth knowledge of construction materials, applicability and local practices. Rice (2002) concluded that the tacit knowledge of contractors is an integral part of project deliveries in ECI. In-depth knowledge is considered tacit knowledge since it is based on intuition, skills and experience, according to Nonaka and Takeuchi (1995).

The actual closing of the material loop is considered a costly objective since it is regarding recycling processes (Sassi, 2008). Since cases 1 and 3 were also focused on cost, contractors have not proposed any design solutions towards closing loops. In case 2, the client valued circularity over cost to an extent, and that is also why the contractor combination proposes a recycling method for concrete (G).

Both Sieffert et al (2014) and Adams et al. (2017) have already stipulated that the development of CC is challenged in the technical, cost and legal field. The issues that occurred



in these fields have presented themselves in the case study and in different degradations. The constructability of the work was an issue in each case. The contractor contributed in knowledge by mitigating risk or even avoiding it by proposing an alternative solution and thus saving cost for the client. In cases 1 and 3, cost was an essential factor in which the contractors used circularity as a way to reduce cost, e.g. (re-)use of a lower degree of soil (E) and (re-)use of the steel deck (D). Case 1 showcases solutions suggested by the contractor that can also overcome cost challenges. Supposedly, the design solution in case 3 suggested was to reduce project cost; however, later in the design phase, this solution increased cost.

The collaborative setting of ECI is characterized by an “open book philosophy” that stimulates the knowledge interchange towards better project outcomes. The knowledge of a contractor plays an integral part, according to Rice (2002). Since in ECI, an equal playing field is created by the parties, issues can be discussed and, if necessary, jointly be solved (Ferme et al., 2018). Specifically for solution (A) and (E) in case 1, (A) and (E) in case 2 and (B), case 3 has collaboration led to better circular results. Collaboration between client and contractor resulted in a cost reduction for the client and a risk reduction for contractor “win-win” in cases 1 and 2. Rahmani (2020) and Sødahl et al. (2014) argued that a good work relationship is characterized by trust, openness, and honesty. In case 2, the supplier was not as transparent, resulting from their unfamiliarity with ECI, which is also one of the associated challenges (Love et al., 2014; Rahmani, 2020; Wondimu et al., 2016). Sariola (2018) argued that suppliers are product-oriented and not project-oriented. Therefore, suppliers operate in a more stable market than builders and consultants. When issues started to occur with the development of the bio-based mixture, the supplier tried to keep it for themselves. Still, there was a good relationship between client, builder and supplier, and the problems were jointly solved.

The development of a good working relationship has also showcased the contractor to develop opportunities within the design solution that a client might like to implement. The collaborative link between the contractor and other participants could help in the feasibility of innovative solutions and related issues (Bundgaard et al., 2011; Rahmani, 2020). This is recognized in the case analysis for solution (A) of each case.

Unfortunately, the collaborative setting of ECI also presented challenges that have negatively affected a circular design solution, e.g. as earlier mentioned, the unfamiliarity of the ECI process by the supplier in case 2. Furthermore, a challenge that has not been earlier recognized in ECI is the importance of timing a solution is being prioritized. In ECI, especially where collaboration took place between parties during the development of a circular design solution, mutual support must first be created to get parties engaged in problem-solving (Bundgaard et al., 2011; Rahmani, 2020). This was not an issue in case 1 solution (A) since a win-win situation was formed. However, for solution (B) case 1 and solution (D) case 3, the implementation of the solution would be more costly, while there was a focus on reducing costs in both cases. However, due to late prioritization, there was little room to, e.g. tweak other aspects of the project in terms of cost or change the client's mindset, and no mutual support was reached. The latter is one of the issues recognized by both Sieffert et al (2014) and Adams et al. (2017) towards the feasibility of a circular design solution when there is no change in the client's mindset.

In case 3, a good work relationship has developed over time to implement solution (B). However, there are between client and contractor differences on the level of detail the final

design should have, affecting the development of solution (D). The interviewees indicate two different stories. On one side, could it relate towards an unfair risk distribution for the contractor and, on the other hand, an opportunistic advantage seeking behaviour by the contractor to reduce risks that are currently leading to cost overruns. This can negatively affect the current working relationship (Zhang & Qian, 2017). To sum up the key findings from this research as it relates to the literature study:

- The tacit knowledge contribution stemming from the contractor's in-depth knowledge of construction materials, applicability and local practices is a central part of the feasibility of the circular design solutions developed in the cases. The contractor's knowledge has contributed to overcoming challenges regarding the technical, cost and legal issues associated with CC.
- Better circular results can be accomplished in a collaborative setting associated with ECI since knowledge can be shared and new knowledge can be created by the multiple parties working together. Moreover, the equal playing field and good work relationship can positively help propose ideas and solutions to overcome the challenges with CC.
- Several downfalls known in the collaborative setting in ECI have presented themselves in the cases. To a large extent is, finding the mutual support of parties, when it comes to cost issues in combination with late prioritization, has the circular design solution the tendency to be discontinued.

## 6 Conclusion

### 6.1 Answer to the research sub-questions

This section answers the research sub-questions and addresses the main research question.

1. What knowledge is captured in the domain of the different types of contractors that can contribute towards CC strategies of closing, slowing and narrowing loops?

In CC, the challenges are regarding changing the mindset of actors towards using cleaner resources and overcoming technical issues, cost, legal barriers and regulations (Sieffert et al., 2014). In theory, the contractor's knowledge in ECI could mitigate risk, reduce execution cost, shorten the project period, and provide a safer work environment (Rahmani, 2020; Song et al., 2009). This accounts for both tacit and explicit knowledge.

Labelling a contractor under a specific type is, in practice, difficult since a contractor can work in multiple fields. Moreover, it depends on the contractor's qualification to what extent they could contribute towards the CC strategies of closing, slowing or narrowing loops. However, the knowledge domain of a supplier extends further than other types of contractors due to their detailed knowledge in material characteristics, which extends to be applicable for multiple types of design solutions, as indicated in Table 6.

2. Which events in circular decision making are identified in the design phase of an infrastructure project?

Each event is divided into an incident that results in an issue, followed by an action taken to be solved. This solution can be the contribution in knowledge by a contractor or a collaboration between parties to come towards a solution. In which the first step is to identify the incident. For the incident to be critical, the participant must be confident that the event had a causal relationship with the outcome of a circular design solution. The events can be subdivided into general (indirect effect on the outcome) and critical events (direct effect on the outcome)

Incidents can have many shapes or forms and can be positive or negative towards the outcome. Many of the events identified within the cases are related to risks, legal barriers and regulations, cost or technical issues that affected a circular design solution. For example, the span length issue in design solution (A) in case 2 was a technical issue solved by the contractor proposing to narrow the canal. Alternatively, the development of a probabilistic method to (re-)use more lower-class soil, solution (C) in case 1, which was a legal issue solved by a collaboration between multiple parties. An overview of the general events are indicated per case in Table 11, Table 14 and Table 17. An overview of the critical events are indicated per case in Table 12, Table 15 and Table 18.

3. How do contractors contribute in knowledge towards this decision making?

The client's wishes are mainly regarding the objectives of reducing and reusing materials, described by Ruiz et al. (2020) as narrowing or slowing loops. A contractor would, within these objectives, propose solutions related to the categories of specifying recyclables and reusable materials and design out waste. In the investigated cases, contractors have proposed all circular design solutions to meet the client's wishes. Mainly construction methods or choosing

specific materials have been submitted by the contractors due to their in-depth in the constructability of the work, which is based on their instinct and abilities, known as tacit knowledge according to **Nonaka and Takeuchi (1995)**. The tacit knowledge contribution of contractors has also helped mitigate or overcome risks, technical, cost or legal issues that occurred during the development of these solutions. The knowledge contribution of a contractor is a central part of the decision being made if the design solution will be pursued, terminated or if an alternative solution needs to be proposed. In general, the contractor provides more substance to the extent that a decision is well considered. An overview of the knowledge contribution towards circular decisions is indicated in Table 18.

#### 4. What would be the implications of patterns that lead to the investigated design solutions?

During the development of the circular design solutions, contractors have mitigated risk and come up with solutions regarding technical, cost and legal issues. Within that development process, parties are constantly collaborating, and a working relationship is being developed between client and contractor. Both parties will get an enhanced understanding of each other's needs. The contractors propose opportunities within the design solutions that could be out of the box but might be interesting for the client to consider, e.g. case 2 solution (A), using a measuring system to track the behaviour of the bio-based material, proposing an alternative material that excretes salt (B).

The collaboration also enhances the creation and sharing of knowledge that led to a more feasible circular design solution, e.g., case 1 design solution (A), the applicability of plastic sheet piles in which explicit knowledge was not available yet. Alternatively, as an objective to reduce the use of new materials, e.g. the development of a probabilistic method to (re-)use more lower-class soil, solution (C) in case 1. When issues emerge, the problems can also be solved jointly, as happened several times in case 2, e.g. span length issue for solution (E) and deflection issue in solution (A). Newer circular design solutions that require innovation are challenging to implement due to a scarcity of information and the involved risks. In each case, does the contractor try to reduce the involved risks. Nevertheless, are the lack of policies still an obstacle that makes it more challenging to mitigate the involved risks. A Bouwteam has showcased that implementing such solutions become easier since risk allocation and mitigation can be openly discussed.

At the same time, the collaboration aspect could also obstruct the feasibility of a circular design solution, e.g. the unfamiliarity of the ECI process by the supplier in case 2. A challenge that has not been earlier recognized in ECI is the importance of the time a solution is being prioritized. Less priority is given to circular design solutions that do not influence the main project trajectory. However, design solutions prioritized later in the design process tend to be terminated due to cost and/or time constraints. In ECI, first, mutual support must be created to get parties engaged in problem-solving, as is the case for solution (B) case 1 and solution (D) case 3. Due to late prioritization, there was little room to tweak other aspects of the project in terms of cost or change the client's mindset, and no mutual support was reached. In the end, a client makes the final decision and can prioritize values such as cost or project requirements over achieving a higher circular result.

## 6.2 Answer to the research question

The objective of this research was to have a greater understanding of the issues regarding CC and if the use of ECI would be beneficial in solving them due to the knowledge contribution of contractors and their collaboration with other parties in the design process. Therefore the research question was framed as follows:

***“How is contractor’s knowledge contribution improving circular construction in ECI context?”***

The investigated cases indicate a wide variety of contributions of the contractor towards circular design solutions extending from reducing risk and cost towards solving technical and legal issues by designing out waste and specifying recyclables and reusable materials.

In both categories, contractors propose construction methods and specific materials to use based on their tacit knowledge. When a good work relationship is developed, a contractor has a better understanding of the client's wishes. In turn, the contractor can propose additional solutions that would be beneficial for the client that were not considered before the design phase.

The contractor cannot solely solve all issues, but since an “open book philosophy characterizes the collaborative setting of ECI”, these issues are open for discussion. During the collaboration, the knowledge interchange between parties has led to better project outcomes in which a contractor's knowledge played an integral part. This, however, also requires the client to be open to negotiating and parties to be transparent and trust each other as the client has the last call in decision making and could value other aspects of the project higher than achieving a better circular result.

For parties to jointly solve an issue, mutual support is required, which can take time since everyone’s values and wishes must be considered. Circular design solutions that did not influence the main trajectory of the project have been prioritized later in the design. In combination with cost has, this in cases 1 and 3 obstructed the feasibility of circular design solutions.

In conclusion, contractors' knowledge contribution plays an essential role in the feasibility of a circular design solution. However, the dynamics at play in collaboration between multiple parties can lead to better circular results. Since the collaboration can result in knowledge creation and sharing, developing a good work relationship between contractor and client and problems can be jointly solved when there is mutual support. This, however, also requires trust and transparency between the parties, and if this is lacking, it can actually obstruct CC.

### 6.3 Limitations of the research

Similar to all research, this research had certain limitations and constraints, which also played a role in the achieved results. The key limitations are listed here below:

- An exploratory type of research was conducted to have a more defined understanding of how contractors contribute in knowledge towards CC and how the collaborative setting of ECI resulted in better circular outcomes. However, the research insights cannot be relied upon for effective decision making to achieve better circular results. However, the research results showcased that the dynamics of the collaborative setting of ECI have a significant influence on the feasibility of circular design solutions. The secondary qualitative data does not generate any significant contribution towards understanding the dynamics at play during the collaboration processes happening in the case study nor knowledge contribution of the contractor. It was mainly used as contextual information in developing the questions to ask the interviewees. The SECI model is not suitable for analysing the influence of knowledge on a decision made during the development of a circular design strategy. SECI is a theoretic model that presents the process of knowledge. It showcases the road it took, going from point A to B. It requires to be at the place itself to map the process of knowledge as it is difficult to retrieve this from documents and interviews. Therefore, during the case investigation, there has been chosen to deviate towards the method, CIT. This transition also means that the results do not provide significant insight into the development of that knowledge, which means that benefits and challenges of collaborating in ECI indicate a particular influence on the knowledge contribution. The knowledge process is not mapped, so also not to which degree it affected knowledge contribution.
- CIT is based on asking participants to recall and describe a time within the design process when a behaviour, action or occurrence impacted either positively or negatively decision towards circular design solutions. In this way, it was possible to investigate the substance of the knowledge contribution of contractors towards CC. However, there are limitations towards CIT as well. For example, since participants are asked to recall specific events, some events might have gone unnoticed since it relies on the memories of the respondent. Also, can the responses of the interviewed participants be biased when the incidents happened recently, which has been reduced as much as possible by interviewing multiple persons of the same case from different organizations involved in the Bouwteam.
- For this research, the case selection depended on the fact that they should involve CC by using a Bouwteam. In addition, should the design phase have been finished or almost finished of the investigated projects. It became evident that there is no rich number of cases that involves both a Bouwteam and circularity. The limited option of cases could explain why fewer circular design solutions fell under other categorizations of typology. However, this could also be limited to the knowledge domain of contractors. Unfortunately, due to the limited number of cases investigated, this stays inconclusive.

## 6.4 Recommendations

### 6.4.1 Recommendations for future research

For future research the following is recommended:

- It would be recommended to map the inter-and intra-organisational knowledge processes for circular design solutions to understand better the impact of particular dynamics happening in the collaboration between parties and how it impacts the knowledge contribution of contractors. It provides a deeper understanding of how knowledge contribution can be positively or negatively affected and which aspects there should be focussed on during the dynamics of collaboration by sufficient KM.
- Not all typologies of circular design solutions identified in the literature study can be related to the selected cases. From the case study, a contractor's knowledge contribution is mainly regarding the constructability of the work for designing out waste and specifying recyclables and reusable materials. By investigating more design solutions that apply for other categories, a more conclusive answer can be given about the knowledge contribution of contractors and whether collaboration of other parties was required for those specific categories.
- The results of the case study indicated that issues regarding CC such as cost and legal barriers and regulations cannot always solely be solved by the contractor's knowledge. However, issues regarding CC can be openly discussed in ECI and jointly be solved. It would be valuable to understand what other companies in a Bouwteam contributed in knowledge towards these issues.

### 6.4.2 Recommendations for practice

From the implications of the results, the following recommendations for practice are listed:

- When a client has circular ambitions, involving a contractor in the design process better indicates the feasibility of a design solution due to the contractor's in-depth knowledge of material characteristics, applicability, and local practices. This can help as well in solving the technical, legal and cost issues emerging with CC.
- A good work relationship is based on transparency and trust. When a good work relationship is developed, a contractor better understands the client's wishes. In turn, the contractor can propose additional solutions that would be beneficial for the client that were not considered before the design phase. This requires no secrecy and a no-blame environment or disputes between the collaborating parties. Frequent interaction enhances the communication and understanding of each other's needs.
- Changing the client's mindset is essential towards the feasibility of a circular design solution. A client might value other aspects over CC, and it takes time to convince the client or to create a win-win strategy. Therefore late prioritization of a solution should be prevented if there are already indications the client probably would not give their support or when a joint approach is required to solve issues. At the beginning of the design phase, there is still room to manoeuvre other aspects of the project, e.g. reducing costs to implement a more expensive circular solution.
- Close attention should be paid to the dynamics that play a role during the collaboration in ECI since the CC outcome can be beneficial or negatively affected by it. For example, participants might be unfamiliar with the ECI process, or the relationship with the client might be misused, resulting in time and cost overruns and reduced CC results.



## References

*About Witteveen and Bos*. (n.d.). [Www.Witteveenbos.Com](http://www.Witteveenbos.Com). Retrieved April 10, 2021, from

<https://www.witteveenbos.com/about-us/who-we-are/>

Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. *ICE*, *170*(1), 15–24.

<http://dx.doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>

Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector.

*Buildings*, *2*(2), 126–152. <https://doi.org/10.3390/buildings2020126>

Arora, M., Raspall, F., Cheah, L., & Silva, A. (2020). Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components.

*Resources, Conservation and Recycling*, *154*, 104581.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104581>

Asaad, A., & El-Sayegh, S. M. (2021). Key criteria for selecting green suppliers for construction projects in the UAE. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, *ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jfmpc-11-2019-0083>

ATLAS.ti Support Center. (2021). *What is ATLAS.ti*. ATLAS.Ti.

<https://atlasti.com/product/what-is-atlas-ti/>

Baarda, B. (2014). *Basisboek kwalitatief onderzoek: Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwalitatief onderzoek*. Noordhoff.

Boes, H. (2017). *Pioneering kennissessie: Aanbesteden van Bouwteams. 10 juli 2017*. Universiteit Twente—PDF Gratis download. Docplayer.Nl.



<https://docplayer.nl/61491055-Pioneering-kennissessie-aanbesteden-van-bouwteams-10-juli-2017-universiteit-twente.html>

Bond van Nederlandse Architecten BNA. (2014). *DNR-STB 2014*. <https://www.onb.nl/wp-content/uploads/STB-2014LR.pdf>

Bouwteam Cruquiusbrug. (2021). *BT-30 Integraal Plan van Aanpak Bouwteamfase Cruquiusbrug* (Plan of Approach 1,1; p. 81).

Bundgaard, K., Klazinga, D., & Visser, M. (2011). *Traditional Procurement Methods Are Broken: Can Early Contractor Involvement Be the Cure?* Traditional Procurement Methods. <https://www2.iadc-dredging.com/article/traditional-procurement-methods>

Cha, H. S., Kim, K. H., & Kim, C. K. (2012). Case Study on Selective Demolition Method for Refurbishing Deteriorated Residential Apartments. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(2), 294–303.  
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000424](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000424)

Chao-Duivis, M. A. B., Bruggeman, E. M., Koning, A. Z. R., & Ubink, A. M. (2018). *A practical guide to Dutch building contracts* (4th ed.). Instituut Voor Bouwrecht.

Coelho, A., & de Brito, J. (2011). Economic analysis of conventional versus selective demolition—A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 382–392.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.003>

Coenen, T. B. J., Haanstra, W., Jan Braaksma, A. J. J., & Santos, J. (2020). CEIMA: A framework for identifying critical interfaces between the Circular Economy and stakeholders in the lifecycle of infrastructure assets. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104552. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104552>

- Eberhardt, L. C. M., Birgisdottir, H., & Birkved, M. (2019). Potential of Circular Economy in Sustainable Buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(1), 092051. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/471/9/092051>
- Eurostat. (n.d.). [Waste Statistics]. Retrieved April 20, 2021, from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics#Total\\_waste\\_generation](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics#Total_waste_generation)
- Farrel, A., & Sunindijo, R. Y. (2020). Overcoming challenges of early contractor involvement in local government projects. *International Journal of Construction Management*. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1744216>
- Fauvelle, L. (2019, May 22). *Qualitative studies: The Critical Incident Technique*. Into The Minds. <https://www.intotheminds.com/blog/en/qualitative-studies-the-critical-incident-technique/>
- Ferme, L., Zuo, J., & Rameezdeen, R. (2018). Improving Collaboration among Stakeholders in Green Building Projects: Role of Early Contractor Involvement. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 10(4), 04518020. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)la.1943-4170.0000278](https://doi.org/10.1061/(asce)la.1943-4170.0000278)
- Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327–358. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0061470>
- Formplus Blog. (2007, December). *Exploratory Research: What are its Method & Examples?* Formplus. <https://www.formpl.us/blog/exploratory-research>
- Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>

- Groene Brein. (2011). *What is the definition of a circular economy?* Circular Economy.  
<https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/en/knowledge-map-circular-economy/what-is-the-definition-a-circular-economy/>
- Hajric, E. (2018). *Knowledge Management Definition*. Www.Knowledge-Management-Tools.Net. <https://www.knowledge-management-tools.net/knowledge-management-definition.php>
- Hastie, J., Sutrisna, M., & Egbu, C. (2017). Modelling knowledge integration process in early contractor involvement procurement at tender stage – a Western Australian case study. *Construction Innovation*, 17(4), 429–456. <https://doi.org/10.1108/ci-04-2016-0021>
- Haussner, D., Maemura, Y., & Matous, P. (2018). Exploring Internationally Operated Construction Projects through the Critical Incident Technique. *American Society of Civil Engineers*, 34(5), 1943–5479. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000626](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000626)
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>
- Jiang, Y., Zhao, D., Wang, D., & Xing, Y. (2019). Sustainable Performance of Buildings through Modular Prefabrication in the Construction Phase: A Comparative Study. *Sustainability*, 11(20), 5658. <https://doi.org/10.3390/su11205658>
- Jiménez-Rivero, A., & García-Navarro, J. (2017). Best practices for the management of end-of-life gypsum in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1335–1344.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.068>

- Kamali, M., & Hewage, K. (2016). Life cycle performance of modular buildings: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1171–1183.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.031>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. 127, 221–232.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kofman, J. (2021). *Trint*. Trint. <https://trint.com/about-us?tid=6172754742f60d7037265407>
- Kyrö, R., Jylhä, T., & Peltokorpi, A. (2019). Embodying circularity through usable relocatable modular buildings. *Facilities*, 37(1/2), 75–90. <https://doi.org/10.1108/f-12-2017-0129>
- Laryea, S., & Watermeyer, R. (2014). Innovative construction procurement at Wits University. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, 167(5), 220–231. <https://doi.org/10.1680/mpal.14.00008>
- Laryea, S., & Watermeyer, R. (2016). Early contractor involvement in framework contracts. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, 169(1), 4–16. <https://doi.org/10.1680/jmapl.15.00012>
- Love, P. E. D., O'Donogue, D., Davis, P. R., & Smith, J. (2014). Procurement of public sector facilities: Views of early contractor involvement. *Center for Comparative Construction Research*, 32(9–10), 460–471. <https://doi.org/10.1108/F-03-2012-0020>
- Metaalnieuws. (2021, June 4). *Waarom stijgen de staalprijsen zo explosief?* MetaalNieuws.
- Mosey, D. (2009). *Early contractor involvement in building procurement: Contracts, partnering and project management*. Ames, Iowa.

- Naoum, S. G., & Egbu, C. (2016). Modern selection criteria for procurement methods in construction. *International Journal of Managing Projects in Business*, 9(2).  
<https://doi.org/10.1108/ijmpb-09-2015-0094>
- Nissen, M. E. (2006). *Harnessing knowledge dynamics: Principled organizational knowing & learning*. Irm Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and Leadership: A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, 33(1), 5–34.  
[https://doi.org/10.1016/s0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/s0024-6301(99)00115-6)
- Organisational structure*. (n.d.). Retrieved April 11, 2021, from  
<https://www.witteveenbos.com/about-us/organisational-structure/>
- Ortlepp, S., Masou, R., & Ortlepp, R. (2017). Green construction methods of buildings capable for disassembly to support circular economy, R. (2017). *Green construction methods of buildings capable for disassembly to support circular economy* (Vol. 5, p. 25).
- Osaily, Y., McCann, S., Copping, A., & Uddin, T. (2019). Exploring the value of demolition contractor involvement at the design stage of construction. *Association of Researchers in Construction Management*, 334–343.
- Pantini, S., & Rigamonti, L. (2020). Is selective demolition always a sustainable choice? *Waste Management*, 103, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.033>
- PLATFORM CB'23. (n.d.). *English*. Platformcb23.Nl. Retrieved January 1, 2021, from  
<https://platformcb23.nl/english>

- Platform CB'23. (2021). *Leidraad Circulair ontwerpen (concept)*. Platform CB'23.  
[https://platformcb23.nl/images/consultatie/leidraden/2021/PlatformCB23\\_Conceptleidraad\\_Circulair-Ontwerpen\\_17032021.pdf](https://platformcb23.nl/images/consultatie/leidraden/2021/PlatformCB23_Conceptleidraad_Circulair-Ontwerpen_17032021.pdf)
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: Measuring innovation in the product chain* (No. 2544).  
<https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>
- Rahman, M. M., & Alhassan, A. (2012). A contractor's perception on early contractor involvement. *Built Environment Project and Asset Management*, 2(2), 217–233.  
<https://doi.org/10.1108/20441241211280855>
- Rahmani, F. (2020). Challenges and opportunities in adopting early contractor involvement (ECI): Client's perception. *Architectural Engineering and Design Management*, 1(4), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1811079>
- Rasmussen, F., Birkved, M., & Birgisdóttir, H. (2019). Upcycling and Design for Disassembly – LCA of buildings employing circular design strategies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 225, 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012040>
- Rice, J., & Rice, B. (2002). The applicability of the SECI model to multi-organisational endeavours: An integrative review. *International Journal of Organisational Behaviour.*, 9(1), 671–682.
- Rijksoverheid. (2018). *Climate policy*. Government.NL.  
<https://www.government.nl/topics/climate-change/climate-policy>

- Rios, F. C., Chong, W. K., & Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction—Challenges and Opportunities. *Procedia Engineering*, *118*, 1296–1304.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.485>
- Rosala, M. (2020, January 26). *The Critical Incident Technique in UX*. World Leaders in Research-Based User Experience. <https://www.nngroup.com/articles/critical-incident-technique/>
- Ruiz, L. A. L., Ramon, X. R., & Domingo, S. G. (2020). *The circular economy in the construction and demolition waste sector—A review and an integrative model approach*. 248(119238). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>
- Sadafi, N., Zain, M. F. M., & Jamil, M. (2014). DESIGN CRITERIA FOR INCREASING BUILDING FLEXIBILITY: DYNAMICS AND PROSPECTS. *Environmental Engineering and Management Journal*, *13*(2), 407–417. <https://doi.org/10.30638/eemj.2014.045>
- Samiha, B. (2013). The Importance of the 3R Principle of Municipal Solid Waste Management for Achieving Sustainable Development. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, *4*(3). <https://doi.org/10.5901/mjss.2013.v4n3p129>
- Sanchez, B., Rausch, C., & Haas, C. (2019). “Deconstruction programming for adaptive reuse of buildings.” *Automation in Construction*, *107*, 102921.  
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102921>
- Sariola, R. (2018). Utilizing the innovation potential of suppliers in construction projects. *Construction Innovation*, *18*(2). <https://doi.org/10.1108/ci-06-2017-0050>
- Sassi, P. (2008). Defining closed-loop material cycle construction. *Building Research & Information*, *36*(5), 509–519. <https://doi.org/10.1080/09613210801994208>

- Sieffert, Y., Huygen, J. M., & Daudon, D. (2014). Sustainable construction with repurposed materials in the context of a Civil Engineering-Architecture collaboration. *Journal of Cleaner Production*, 67(244), 125–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.018>
- Sødahl, A. H., Lædre, O., Svalestuen, F., & Lohne, J. (2014). Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team. *The International Group for Lean Constructon*, 1(1).
- Song, L., Mohamed, Y., & AbouRizk, S. M. (2009). Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance. *Journal of Management in Engineering*, 25(1), 12–20. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2009\)25:1\(12\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2009)25:1(12))
- Syed, S. (2006). Solid and Liquid waste management. *Emirates Journal for Engineering Research*, 11(2), 19–36.
- Transitieteam. (2018). *Transitie-Agenda Circulaire Economie* (p. 32,34). <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/01/15/bijlage-4-transitieagenda-bouw>
- Vefago, L. H. M., & Avellaneda, J. (2013). Recycling concepts and the index of recyclability for building materials. *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.015>
- Wellman, J. L. (2009). *Organizational Learning*. Palgrave Macmillan US. <https://doi.org/10.1057/9780230621541>
- Wondimu, P. A., Hailemichael, E., Hosseini, A., Lohne, J., Torp, O., & Lædre, O. (2016). Success Factors for Early Contractor Involvement (ECI) in Public Infrastructure Projects. *Energy Procedia*, 96(1). <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.146>



- Wondimu, P. A., Klakegg, O. J., & Lædre, O. (2020). Early contractor involvement (ECI): Ways to do it in public projects. *Journal of Public Procurement, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jopp-03-2019-0015>
- Yuan, F., Shen, L., & Li, Q. (2011). Emergy analysis of the recycling options for construction and demolition waste. *Waste Management, 31*(12), 2503–2511. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.001>
- Zhang, L., & Qian, Q. (2017). How mediated power affects opportunism in owner–contractor relationships: The role of risk perceptions. *International Journal of Project Management, 35*(3), 516–529. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.12.003>

## A. Case discussion

This chapter discusses the individual case results with the literature study in chapter 2. The chapter is divided into three sub-chapters, namely:

Case 1: Wolferen-Sprok

Case 2: Ritusamly Bridge

Case 3: Cruquius Bridge

Each of the sub-chapters has two sections:

- A discussion in which the results are interpenetrated and its relation to the previous findings in the literature study.
- The knowledge contribution of the contractor towards CC strategies.

### A.1 Case 1: Wolferen-Sprok

#### A.1.1 Discussion

According to the interviewees from the contractor combination, there was room for improvement regarding one circular design solution. The reuse of dike revetment (B) is a labour intensive and costly solution. The development of this solution only started to become a priority in design loop 3. The executional planning was already too far ahead to be able to further investigate and implement this solution. One of the ECI challenges identified by Wondimu (2016) is timing of the contractor's involvement to a particular decision. Rahmani (2020) has indicated that late involvement of a contractor makes it difficult to accept their implementation in the project due to approval processes and client resistance. If this solution was prioritised earlier in the design process there might still have been a window to implement it. Since it is a costly solution and the project budget was already exceeded there was a focus on reducing cost. Reuse of dike revetment could therefore also have led to resistance of the client since circular choices have been considered with reducing cost in mind, which would lead to higher costs.

Another interesting design solution is the use of plastic sheet piles (A). Normally would the risk related cost be reserved for execution. The use of plastic sheet piles would provide a high risk since it has never been used at a depth of 10-11m before. The risk related cost for this innovative solution would therefore be also more significant. In a UAV-gc contract would it be unlikely a contractor would want to bear this risk without additional testing.

The contractor combination initiated the conversation with the client on reducing this risk due to the equal playing field a Bouwteam provides. Ferme et al. (2018) stipulates how an equal playing field in ECI improves collaboration among stakeholders. In a traditional contract is a contractor to a lesser extent involved in the design process and cannot exceed such an influence. In general addressing issues is more difficult due to the hierarchical relationship between client and contractor (Mosey, 2009).

One of the challenges faced in ECI according to Wondimu (2016) is related to risk distribution. Wondimu states that a client should reduce the risk as much as possible for contractors by for example reducing uncertainties. One of the examples discussed in this paper was by doing detailed studies similar to the plastic sheet pile solution in Wolferen-Sprok. Another challenge is compensation for the contractor's contribution.

However, it is questionable to what extent the use of plastic sheet piles could be considered a circular design solution. Kirchherr et al., (2017) indicated that there are a lot of different perceptions on the meaning of circularity. In the case of Wolferen-Sprok, plastic sheet piles could be considered circular in terms of manufacturability since they are constructed from recycled plastic. In CC should objects and materials be able to be reused after the end of the life cycle of a project. But since plastic sheet piles do not bear much shear resistance compared to steel sheet piles they cannot be pulled out of the soil. Only by excavation they could be (re-)used however is this unrealistic for such a depth and length over several kilometres.

The reuse of soil has the largest circular impact on this project since the project contains mostly soil. This CC strategy has been prioritized from the start because of the cost impact. The close ties with the client made it possible to develop together a probabilistic approach to appoint the soil still a functional purpose. Sødahl et al., (2014) has indicated that one of the benefits of ECI can be found in improved construction methods. The probabilistic approach has helped to accomplish a higher degree of reused soil within the project of Wolferen-Sprok.

#### A.1.2 Knowledge contribution of Contactor

In each of the critical events the contractor played a significant part in the decision making of circular design solutions since the contractor combination supported the client in shaping the sustainable work package from the end of design loop 2. The reason that the contractor took over this work package was as followed:

- The client's organisation had less experience in developing a circular design solution based on the set CC strategy outcomes.
- The contractor combination was more updated on the market's available circular design solutions.
- The contractor combination has more knowledge and expertise on CC within their own organisations. This extends from applicability of a circular design solution towards measuring how circular a design solution is.

The following knowledge contribution by the contractor combination towards developing a specific design solution is summarized in Table 20. For more information about knowledge contribution on each design solution, see appendix C.2.1.5 to C.2.1.8.

Table 20: Contractor's knowledge contribution for each circular design decision of Wolferen-Sprok

Circular design solution	Knowledge contribution towards decision making by contractor	Tacit and explicit knowledge
<b>Plastic sheet piles</b>	Mitigating risk and thus execution cost by developing application method	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicit knowledge on applicability was unavailable.</li> <li>- Contractor has market knowledge and provides supplier</li> <li>- Supplier provides explicit knowledge on material characteristics and the supply</li> </ul>
<b>Reuse of dike revetment</b>	Not further pursued since its highly labour intensive and thus costly	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit knowledge on how viable the design solution is.</li> </ul>
<b>Keeping existing road foundation</b>	Reducing the risk of soil deformation by providing custom solutions for each road section	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combination of tacit and explicit knowledge to prevent risk of soil deformation and to provide</li> </ul>

		custom made solutions for each road section.
<b>Asphalt mixture</b>	Reusing granulates for new asphalt layer	- tacit knowledge on which asphalt mixture to choose
<b>Reuse of sand and clay from lower quality</b>	In collaboration with other parties, developing a probabilistic method to (re-)use more lower-class soil to safe costs	- Contribution not solely by contractors but a collaboration by the whole Bouwteam to develop a probabilistic approach.
<b>Reuse of sand and clay from a higher quality</b>	Logistic measures to preserve soil separation	- Tacit knowledge on how to preserve high quality soil.

## A.2 Case 2: Ritsumasyl Bridge

### A.2.1 Discussion

One of the strong aspects of the interviews was the relationship the parties have developed in the Bouwteam. A playing field was created in which each party tried to contribute from its own scope and help others with a best for project mentality in mind. Rahman and Alhassan (2012) has argued the importance of a win-win attitude in ECI. In this project there were three ambitions constructed by the Bouwteam. Each party valued these ambitions in a different order. The builder wanted to build, the supplier focussed on innovation, and the province to take a more prominent role in transitioning towards a CE. The best for project mentality came forward by for example, the builder trusted the supplier enough that the land abutments decks would be realised in bio-based material as well. It was also possible for both supplier and contractor to receive subsidization. This additional money was for their own organisation and not mandatory to invest back into the project. However, both parties invested this money voluntarily to increase the project budget. This created trust between the parties and more budget was available to focus on circularity.

In the structural design was it already recognized that the length of the span (A2) would not suffice. Since the objective was to implement as much bio-based material, the idea was to narrow the channel. Which have been brought in by the builder. By narrowing the channel a significant amount of money was saved on developing new bridge pillars and it would not sacrifice the functional purpose of the channel. Wondimu et al. (2016) argued that contractors want to feel safe before they start to share their knowledge with the client. Often channels are widened and not narrowed which deems this solution more controversial than others. The trust level between client and builder plays an important factor in this. Wondimu et al. (2016) states, the higher the trust level between client and contractor, the more openness of the contactor and the more contribution.

Midway the preliminary design phase there was still a significant uncertainty about the behaviour of the bio-composite mixture since not all the tests were completed yet. Due to the well-established relationships and the undefined parameters of the bio-composite material, the Bouwteam was extended to include the final design as well. Which was a good decision, since in the final design there was a problem with the deflection of the deck (A5) that would prevent the bridge from closing. One of the challenges in ECI is risk distribution and by prolonging the Bouwteam, the costs for this issue was minimized for the supplier (Wondimu et al., 2016b). The problem however was that the supplier was not been transparent at first about this issue and tried to solve this issue themselves (A6). Most of the time is the supplier a subcontractor that is not used to the role as contractor. The cost related issues could have been further reduced if the supplier would have been more transparent from the start the issue occurred. One of the issues Wondimu et al. (2016) argued is the qualification of the contractor. A contractor's previous experience should be used as a selection and project award criterion in tendering. The role of the supplier changed from subcontractor to one of the main contractors for this project. Sariola (2018) argued that suppliers are product-oriented and not project-oriented. Suppliers operate in a more stable market than contractors and consultants. In addition does Sariola (2018) refers to the innovation potential of the supplier when the contractor-supplier relationship is enhanced. In this research was the supplier a subcontractor. There are behavioural differences between sub- and contractor, and the collaboration aspect it requires should be paid more attention to. In project Ritsuamsyl was the supplier actively involved as one of the main contractors and

has proven its innovation potential on bio-based materials but lesser on transparency. The joint-solving benefits of ECI has provided a solution for the deck deflection issue since the problem has been solved in the scope of the builder by (re-)engineering the movable parts of the bridge with budget from both supplier and client. It states the obvious that the supplier had to be more transparent about the issue. The question that arises is if the trust relationship created a form of blindness by the builder and client as well? Since there was trust but not as much transparency which is different than for example identified by Bundgaard et al. (2011) in which trust and transparency go hand in hand.

### A.2.2 Knowledge contribution

In the Ritsumasy1 bridge project the knowledge contribution by both supplier and builder has provided more value than what was expected at the start of the Bouwteam according to person B of province of Friesland. For example a subsidization scan performed by builder and supplier has provided additional budget to implement more circularity into the project. The following knowledge contribution by supplier and builder towards the development of a specific design solution is summarized in Table 21. For more information about knowledge contribution of each contractor, see appendix C.3.1.4 and C.3.1.5

Table 21: Contractor’s knowledge contribution for each circular design decision of Ritsumasy1 Bridge

Circular design solution	Knowledge contribution towards decision making by contractor	Knowledge contribution of builder and supplier
<b>Bio-based bridge deck</b>	Developing a bio-based mixture to use as a material for the bridge Increasing the life span of the project from 50 to a 100 years.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit and explicit knowledge by supplier on developing bio-based materials with support of other knowledge institutes</li> <li>- Tacit knowledge by supplier on implementing a measuring system</li> <li>- Tacit knowledge by builder to help overcome the deflection issues</li> </ul>
<b>Wear layer that excretes salt</b>	Choice to use a less common material for the wear layer to reduce salt sprinkling during winter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit knowledge about material characteristics by supplier</li> </ul>
<b>Reuse of dolphins for leisure yachts and inland shipping</b>	Knowledge contribution by client to localize used dolphins. Knowledge of refurbishing the dolphins by contractor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit knowledge of availability of materials by the client and not by builder or supplier.</li> <li>- Tacit and explicit knowledge by contractor on refurbishing the materials</li> </ul>
<b>Deconstruction of the old bridge steel deck</b>	Method of deconstruction based on the wishes of the new owner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A combination of tacit and explicit knowledge by builder on deconstructing the old bridge deck for reuse</li> </ul>
<b>Reuse of the bridge support pillars</b>	Narrowing the canal while maintaining the requirement “Class-V ships” to overcome span issues	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit knowledge by builder to solve the span length issues</li> </ul>
<b>Reuse of the bridge foundation</b>	Viability of the reuse of the bridge foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit knowledge on how viable the design solution is by builder</li> </ul>
<b>Recycling of the concrete from the old bridge</b>	Recycling method to reuse 50% of the concrete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tacit and explicit knowledge by builder on new recycling methods</li> </ul>

## A.3 Case 3: Cruquius Bridge

### A.3.1 Discussion

The Bouwteam of the Cruquius bridge is at the moment of writing in the final design phase. Two of the of the circular design solutions are still in development. These design solutions regard the (re-)use of the steel deck (D) for the bicycle tunnel and further application of geopolymer concrete (B). Both are interesting solutions suggested by the contractor combination. Both solutions have been postponed in the synchronisation phase due to prioritization of other design solutions.

The difficulty with the (re-)use of the steel deck is the removal of the toxic conserving layer which cost a significant amount of money in relation to the benefits of (re-)use. This is also the reason why the steel deck has not been used as material for the ballast. Since ballast is often constructed of a lower grade material and is cheaper to buy new. The future choice in implementing the steel deck for the bicycling tunnel will depend on the willingness to pay additional money to remove these toxic substances. In addition had the client as ambition to minimize the use of new materials as much as possible.

The use of geopolymer concrete is an innovative solution that has not been applied much in the Netherlands. Since there are no Dutch norms, the client was initially hesitant to apply geopolymer concrete on other parts of the bridge besides impact plates and edge elements due to the risk uncertainties of the material behaviour. According to person C of the contractor combination has the client's mindset positively changed and is further application of geopolymer concrete being investigated. This was due to trust developed between contractor combination and client. Song et al. (2009) argued that ECI is developed as an initiative to engage the contractor early in the project to develop longer term relations between project participants.

In terms of conserving methods (C) was one opportunity to build bridge A in Cor-Ten steel which created an unaesthetically pleasing brown colour of the bridge. The client valued the project requirement "white" more than to achieve a higher level of low maintenance. F. Rahmani (2020) mentioned that one of the opportunities in ECI is innovation. However also argued that it requires the client to be 'open to negotiate' about the innovative ideas but at the same time need to be very clear about their expectations. Cor-Ten steel as circular design solution had a chance of succeeding if bridge B would have been demolished, if it was in bad condition, as well. Since they are a family of bridges and both would then have the same aesthetically brown look. Thermal sprayed aluminium was therefore proposed by the contractor combination as a conserving protection layer. Which would still fulfil to a degree the maintenance low ambition of the client while staying within the project requirements.

In the synchronisation phase there was a dispute about the state of bridge B between client and contractor combination. Since it would present a significant risk for the contractor combination in their planning if it was not in good condition. This dispute was resolved by additional investigations of the current state of bridge B. Which is one of the challenges "risk distribution" identified by Wondimu (2016) as well. Which argues to reduce risk related uncertainties by additional research to prevent or avoid conflict.

Currently a time issue is emerging according to each interviewee, since the synchronisation phase took longer than expected due to cultural barriers. Which is also one of the challenges identified by F. Rahmani (2020). According to his research has this to do with the absences of trust. In the synchronisation phase was there at the Cruquius project indeed an absence of trust between client and contractor combination. For example the dispute about the state of

bridge B but also the extended use of geopolymer concrete. What is not mentioned by F. Rahmani is the way of working can also be a cultural difference. For example, the level of detail of a final design is different for each organisation. This resulted in different expectations of client and contractor combination. The level of detail of a final design can reduce risk for a contractor significantly but also requires money. Which have led in this project also towards discussion. Later in the design phase has the long-term relation developed between contractor combination-client created more trust and is extension of geopolymer concrete under investigation.

Design for modularity is one of the main objectives of this project. From the client's organisation there was a norm "the NTA 8086" on how to construct a modular movable bridge. However does this norm clash with some of the project requirements of the Cruquius bridge. The NTA 8086 prescribes standard dimensions for elements. For example the issue that emerged was that the project requirement states "a family of bridges" meaning that both have to look similar. When designing for modularity with standard dimensions there would be differences between the newly to build and existing bridge. Therefore in some circumstances there had to be deviated from the NTA norm for bridge A. Optionally to preserve modularity their could have been deviated from the project requirements. However did the client valued aesthetics over this circular design solution.

### A.3.2 Knowledge contribution

In project Cruquius bridge several initiatives from the contractor combination that would have met the client's ambitions have stranded during the design process. Such as building bridge A in Cor-Ten steel which would require adjustments in the project requirements. But also the (re-)use of the old bridge steel deck. Which is still an ongoing investigation for the use in the bicycle tunnel but does not suffice in terms of cost for the new ballast already. These stranded initiatives are still valuable ideas but for this project specific case do not suffice.

The following knowledge contribution by the contractor combination towards the development of a specific design solution is summarized Table 22. For more information about knowledge contribution of the contractor combination, see appendix C.4.1.7.

Table 22: Contractor's knowledge contribution for each circular design decision of Cruquius Bridge

Circular design solution	Knowledge contribution towards decision making by contractor	Knowledge contribution by contractor combination
<b>Design for modularity</b>	Sticking to the essence of modularity while deviating from NTA 8086	- Developing tacit and explicit knowledge on how to deviate from the NTA while preserving the mindset of modularity
<b>Geopolymer concrete</b>	Extending the use of geopolymer concrete	- Tacit and explicit knowledge on how and where to apply geopolymer concrete with the absence of norms. Which is still an ongoing investigation
<b>Conserving methods</b>	The use of Cor-Ten steel and thermal sprayed aluminium to reduce maintenance	- Tacit and explicit knowledge on the use of Cor-Ten steel which did not meet the project requirements - Tacit and explicit knowledge on alternative conserving methods like the use of thermal sprayed aluminium



<b>Reuse of the steel deck of bridge A</b>	Cost ineffective for the use as ballast. Optionally, to use as deck in the bicycle tunnel. Is still under investigation.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tacit and explicit knowledge on the diminished value of (re-)using the steel as ballast</li><li>- Tacit and explicit knowledge on (re-)using the deck for the bicycle tunnel. Which is still an ongoing investigation</li></ul>
--	--	---

## B. Document study

This chapter provides information on the structure of the Bouwteam and the collaboration between parties. Each section will start with a table that indicates the project specific documents per case followed by a subsection, “Bouwteam objectives”, “Bouwteam structure” and “Collaboration between parties”.

### B.1 Case 1: Wolferen-Sprok

Source	Document name	Publishing date
[1]	SELECTIELEIDRAAD Europese Aanbesteding via de concurrentiegerichte dialoog inzake: Dijkversterking Wolferen-Sprok	16-02-2018
[2]	Plan van aanpak Ontwerpteam fase Dijkversterking Wolferen-Sprok	20-05-2019
[3]	Ontwerpteamovereenkomst Dijkversterking Wolferen-Sprok	08-05-2018

#### B.1.1 Bouwteam objectives

The following Bouwteam objectives are created [3] to accomplish the project objectives indicated in Table 8:

##### 1 A smart and executable plan.

Using the executional knowledge/innovative solutions of the market and by maximal collaboration to come towards:

- A. Smart: cost reduction (LCC) and better (sustainable: future proof and low maintenance) spatial qualitative, safer, more reliable and careful (taking into account stakeholders wishes) realisation of the project objectives
- B. Executable: increasing the feasibility/constructability of the design to the extent that 99% of the work will be executed according to the plan.

In which maximal collaboration is indicated as being open, transparent and trustworthy. How collaboration took place is indicated in appendix B.1.3

##### 2 Good management of high risks in the execution phase

The aim is to reduce (execution)risks at the front-end as much as possible by actively addressing them. Which is mainly accomplished by the execution knowledge of the contractor combination and his primary design responsibility.

##### 3 Careful decision making of the project trajectory

Since the preferred design alternative is on a relative abstract level from the start of the Bouwteam, does the design team have to make several impactful design choices. The design team offers as advantage that the impact of choices in terms of constructability, risks, costs and for the execution phase become insightful. To keep support of all stakeholders does the surround be carefully notified about design solutions.

#### 4 Realistic price estimations for execution phase

The objective is to work towards a realistic price for execution. Which means a fair price for the contractor combination with transparency about the risk distribution. Which is in line with the market vision of Waterboards about “healthy margins”.

#### 5 Acceleration of the plan

Traditionally start the execution preparations after a legal plan called “Project Plan Waterwet”. A plan in which eg. needs to be explained in detail the choice in dimensions of preferred design. However by starting the work execution preparations during the design phase, the execution preparations will finish 4 weeks earlier. This is realized by during the design phase to start with time critical and risky sections of the execution preparations in design loop 4. In addition will the detailed level of the design developed in loop 4 support in coming towards a realistic price as stated in objective 4

#### B.1.2 Bouwteam structure

The Bouwteam structure was developed according to the principles of an Integral Project Management team schematisation [2]. Which consist of a project manager (PM), project support manager (PSM), technical review, utilization & maintenance manager (TR&UM), project management manager (PMM), environment manager (EM), plan products manager (PPM), a technical design manager (TDM) and a contract manager (CM), see Figure 17. An integrated team works under each manager. These sub-teams consisted of employees of each company involved in the design team. Roles were assigned on knowledge and expertise. Therefore at the start of the design team, two months were given to create mutual insight into knowledge and expertise. This means that not only the general knowledge of the parties was explored, but that individual knowledge is also weighed within the various parties. This weighting led to the different roles within the project being taken up by the most suitable people.

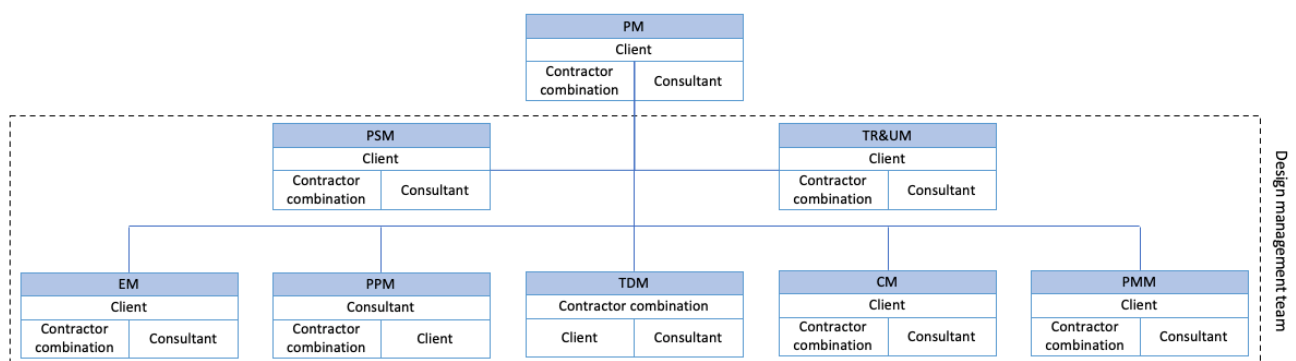


Figure 17: Bouwteam structure of Wolferen-Sprok

The project was divided in work packages that were assigned to each individual team. In the synchronisation phase, the result of each work package responsibility was assigned to the party with the most relevant knowledge in that area, or who was best able to bear this responsibility [1].

### B.1.3 Collaboration between parties

Besides the work package related work interaction there was at the ending of each design loop PSU and PFU meetings see Figure 18.

- The PSU meetings were related to get to know the individual and discussing the Bouwteam objectives and activities concerning the next phase in the design process.
- The PFU meetings were to reflect on the work-related period and the Bouwteam and project objectives [2].

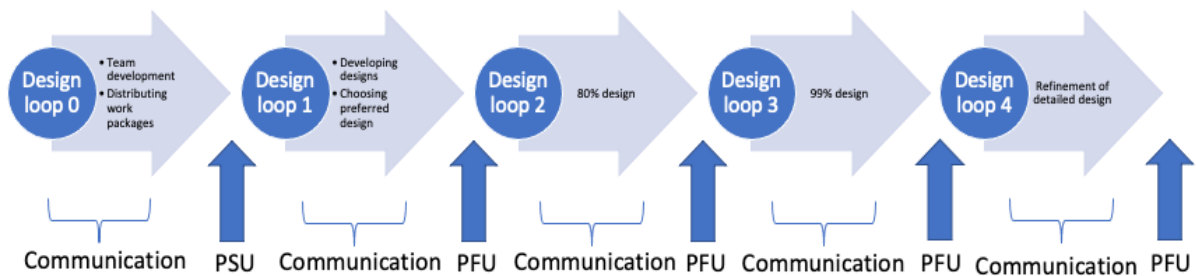


Figure 18: Collaboration between the organisations of Wolferen-Sprok

A Barometer dashboard was used on the work floor where each team member had to grade his/her satisfaction from 0-10 on success factors and behaviour within the design team. To provide a good work experience was one of the agenda points in the management team meetings, negative gut feelings in order to prevent further escalation. These meetings were held monthly.

For successful collaboration in the Bouwteam the following collaboration agreements in the PSU are established:

- Learn to develop: to give colleagues the space to develop and learn
- Openness: to allow to ask questions and express concerns
- Collegiality: critical feedback is given in private
- Respect: standing behind team decisions
- Quality improvement: to allow to make mistakes

## B.2 Case 2: Ritsumasyl Bridge

Source	Document name	Publishing date
[1]	Inschrijvingsleidraad bio-based composite fietsbrug Ritsumasyl	18-10-2016
[2]	Ontwikkeling bio-based composite fietsbrug Ritsumasyl Bouwteamovereenkomst (aannemer producent)	18-10-2016
[3]	Integraal Plan van Aanpak Bouwteam bio-based fietsbrug Ritsumasyl	23-06-2017
[4]	Circulair ontwerp scan biobased brug Ritsumasyl	11-10-2019

### B.2.1 Bouwteam objectives

The following Bouwteam critical success factors to accomplish the project requirements were identified [2]:

- Openness, collaboration and “best for project”: in which everyone can accelerate in its own expertise to achieve an optimal jointly result.
- Innovative with the best experts and the right collaboration: best selection of parties to do the job and are prepared to invest and develop bio-composite.
- Careful preparation and manageable plan of the project

In addition are during the synchronisation phase three objectives defined and differently prioritized by client, supplier and builder [3]:

- 1 Innovate: mainly the objective of the of the supplier is to innovate with bio-composite mixtures for the bridge
- 2 Execute: the builders main focus is to come towards a sufficient design that is executable.
- 3 Prominent role in transitioning towards a CE: the client has as main focus to showcase the use for the possibilities with bio-composite and its future use in other projects. Which fit with the client’s objective of buying in 50% of its materials circular in 2025 [4].

### B.2.2 Bouwteam structure

The Bouwteam is dependent on experts to achieve the required innovation. The experts form the “brain” of the innovation and have a big role within the design phase. Such as architects, innovators on bio-based materials, lead engineers, civil engineers, BIM engineers and cost experts. To emphasize the presence of the experts and connect directly with the Bouwteam, they have been presented in the layer “Gouden Schil”, see Figure 19.

Around the “Gouden Schil” is a layer called “Backoffice” that are related towards the executorial activities. Such as actors that needs to stay informed or that should be involved to accept activities, use or operate the new bridge. From the “gouden schil” and “Backoffice” work groups are composed

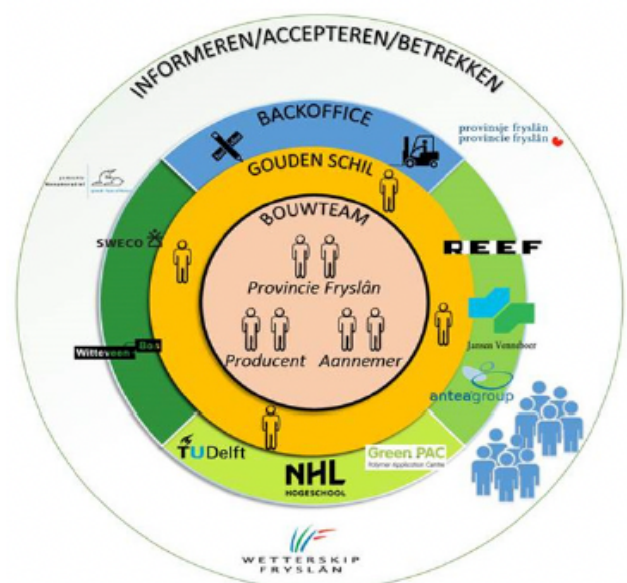


Figure 19: Bouwteam structure of Ritsumasyl Bridge

The following activities were identified concerning the builder and supplier [3]:

#### *Builder*

- Evaluating the technical feasibility of the integral design
- Drawing up designs, calculations and optimisations of the design in relation to the project's budget
- Coordination of the bio-based parts of the bridge with integral design
- Further development of the spatial integration of the project

#### *Supplier*

- Evaluating the technical feasibility of the bio-based parts
- Determining which fibres and resin should be used for the bio-based mixtures by detailed literature research and testing.
- Further development of the bio-based composite parts of the design and coordinating it with the integral design.

### B.2.3 Collaboration between parties

Within the Bouwteam there are three levels of collaboration [3]:

- 1 Bouwteam content and process: discussing the process and substantial decision making
- 2 Work groups: drawing up (section)products for the purpose of the substance of progress
- 3 Stakeholders: taking along/ convincing the primary stakeholders into the decisions within the Bouwteam

Besides the work package related work interaction there was at the ending of each design loop PSU and Go/No Go meetings see Figure 20.

- The PSU meetings were related to get to know the individual, discussing project and Bouwteam objectives
- Go/No Go moment to decide if the next phase of the design process can start.

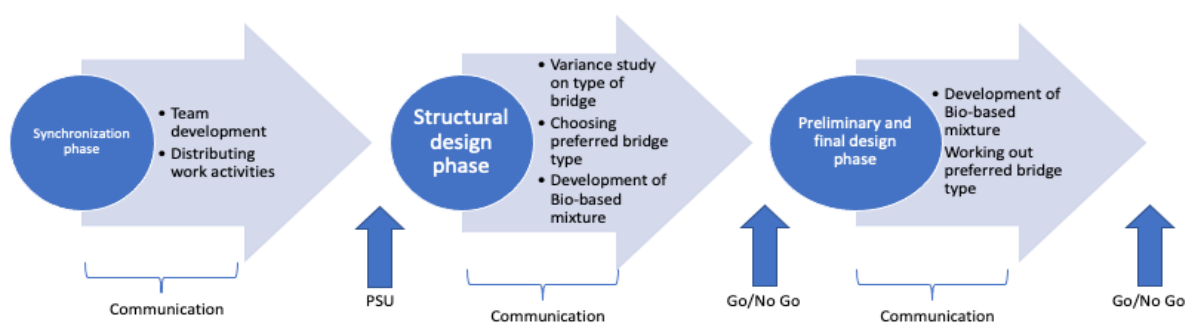


Figure 20: Collaboration between the organisations of the Ristumasyl Bridge

There are no collaboration agreements established how parties will successfully collaborate with another. However should weekly collaboration day of all parties within the Bouwteam provide [3]:

- Quicker and better agreements between the parties;
- Efficient and direct communication;
- Better controlling common ground;
- Reducing email traffic;
- Informing about the latest project developments;
- Improving collaboration and team spirit.

### B.3 Case 3: Cruquius Bridge

Source	Document name	Publishing date
[1]	BT-30 Integraal Plan van Aanpak	29-06-2021
[2]	Cruquiusbrug Ambitiedocument vormgeving	21-06-2019
[3]	Provinciaal Inpassingsplan Cruquiusbrug	05-08-2020
[4]	Innovatiedossier Cruquiusbrug	04-08-2021

#### B.3.1 Bouwteam objectives

Besides quality, staying within budget and time and keeping the client and the surrounding satisfied, the following Bouwteam objectives have been established during the synchronisation phase [3]:

- With satisfaction realizing the work as one team
- Redeem provided opportunities
- Preparing a design that seamlessly fit to continue towards the execution phase
- Applying IFD and NTA principles and improve them while sharing learning experiences
- Applying a minimal of three products that are not on TRL-9
- Researching outside the scope the application of circularity
- Innovation below TRL-7 such as the applicability of geopolymers concrete and becoming energy neutral

With IFD, modular construction is intended for movable bridges that is included in the NTA 8086 [4]. TRL stands for the level of innovation of possible design choices that can be considered for the Cruquius Bridge. For each design choice, the Bouwteam has the following ambitions [3] established in the synchronisation phase:

#### *Circularity*

Minimalizing the use of raw materials, taking into account the environmental impact of the used materials and life span. That after the end of the product's functional life span the materials could be (re-)used on a high quality level. Through the use of MKI calculations per phase in the design process, circularity can be carefully monitored.

#### *Energy neutral*

Generating energy preferably takes place within the project area. The energy generated should deliver enough output to meet the required demand for the project and give back to the energy network.

#### *Maintenance low*

The client wants a maximal availability of the bridges for car and boat traffic with minimal financial costs over the whole life span of bridge A and B.

### B.3.2 Bouwteam structure

The Bouwteam structure was developed according to the principles of an Integral Project Management team schematisation. This is similar as the Bouwteam structure as Wolferen-Sprok indicated in appendix B.1.2. An overview of the Bouwteam structure of the Cruquius Bridge is presented in Figure 21 [3]. The project was divided in work packages that were assigned to each individual team based on their knowledge and expertise.

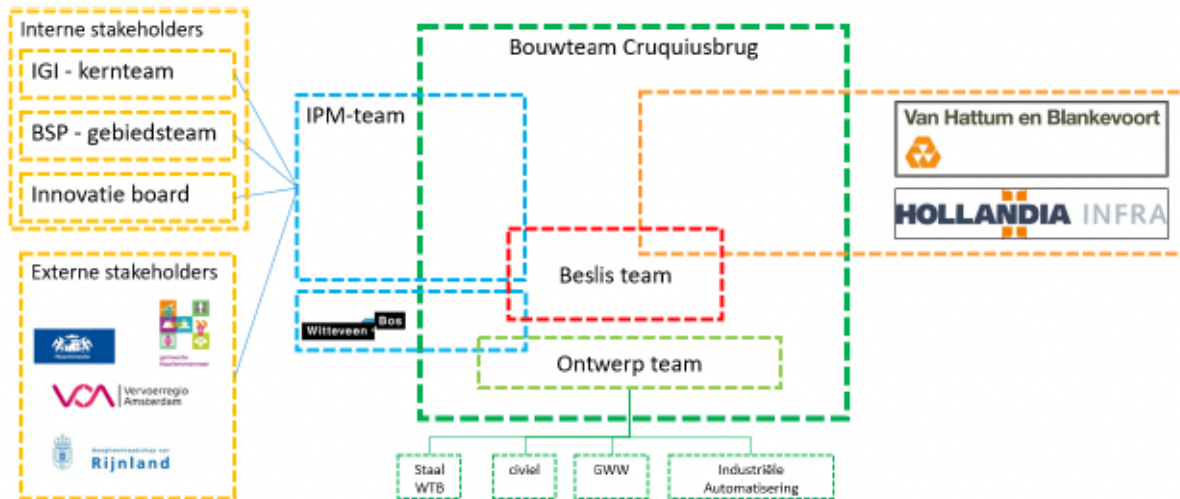


Figure 21: Bouwteam structure of the Cruquius Bridge

### B.3.3 Collaboration between parties

There are several kinds of collaboration in which the constructability knowledge will be integrated in the design process [3]:

- Project coordination meetings, organized per discipline in which the work preparation team will be connected
- The kick-off and review of the work package in which the work preparation teams will be invited for their input
- A check-print-round of the design in which the work preparation team checks the constructability of the design.
- TOM, in which the work preparation teams delivers and check the constructability knowledge on several design alternatives

Besides the work package related work interaction there was at the ending of each design loop PSU and FPU meetings similar to Wolferen-Sprok see Figure 22.

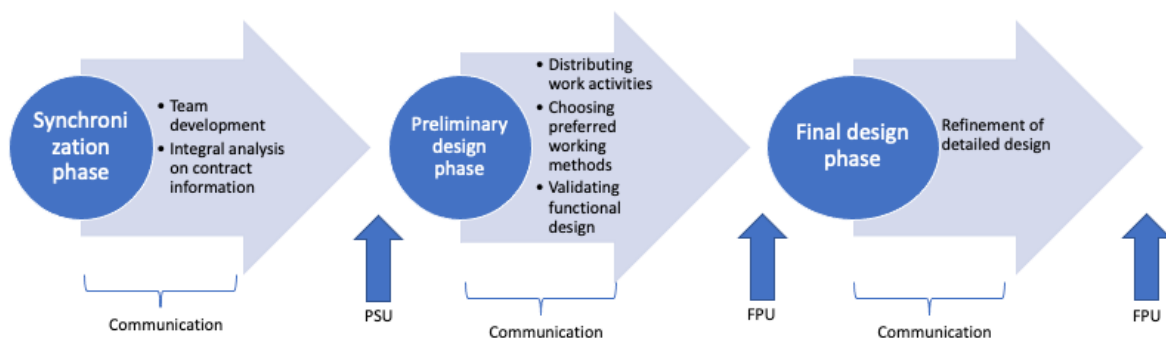


Figure 22: Collaboration between the organisations of the Bouwteam Cruquius Bridge



Collaboration within the Bouwteam is reflected by a once per two weeks meeting between the project managers called “legs on the table (BOT)”. For successful collaboration in the Bouwteam the following collaboration agreements in the PSU are established [3]:

- Help each other
- Best for project mentality
- Discuss openly and respect each other
- Discuss and express your expectations
- Express early on if interests becomes under pressure
- Listen to each other and keep on questioning
- Agreement = agreement

## C. Interviews

### C.1 Interview protocol

<b>Date</b>	
<b>Name of Interviewee</b>	
<b>Organization</b>	
<b>Project</b>	
<b>Name Interviewer</b>	Boris Kreike

Before the interview starts, ask for consent of recording the interview.

#### *Introduction:*

- Introduction of the interviewer, name and the research
- Explaining the purpose of the interview

#### *Purpose of interview:*

The purpose of this interview is to gain insight into the design process when the contractor is involved and thereby identify the challenges of ECI, how knowledge is managed and the potential benefits of knowledge contribution by the contractor towards CC.

- Role of interviewee within the design process
- Role of the company within the design process
- Asking their understanding of circularity and if it is differed from other actors

#### *Topics:*

- Identification of circular ambitions and the CC design strategies involved
- Identification of the actors in the design process
- Role and responsibility of the contractor towards these CC design strategies
- The timing that the contractor was involved in the design process
- The level of difficulty and risk of these design solutions.
- ECI challenges and benefits towards these CC design strategies
- Collaboration between parties and the creation and sharing of knowledge

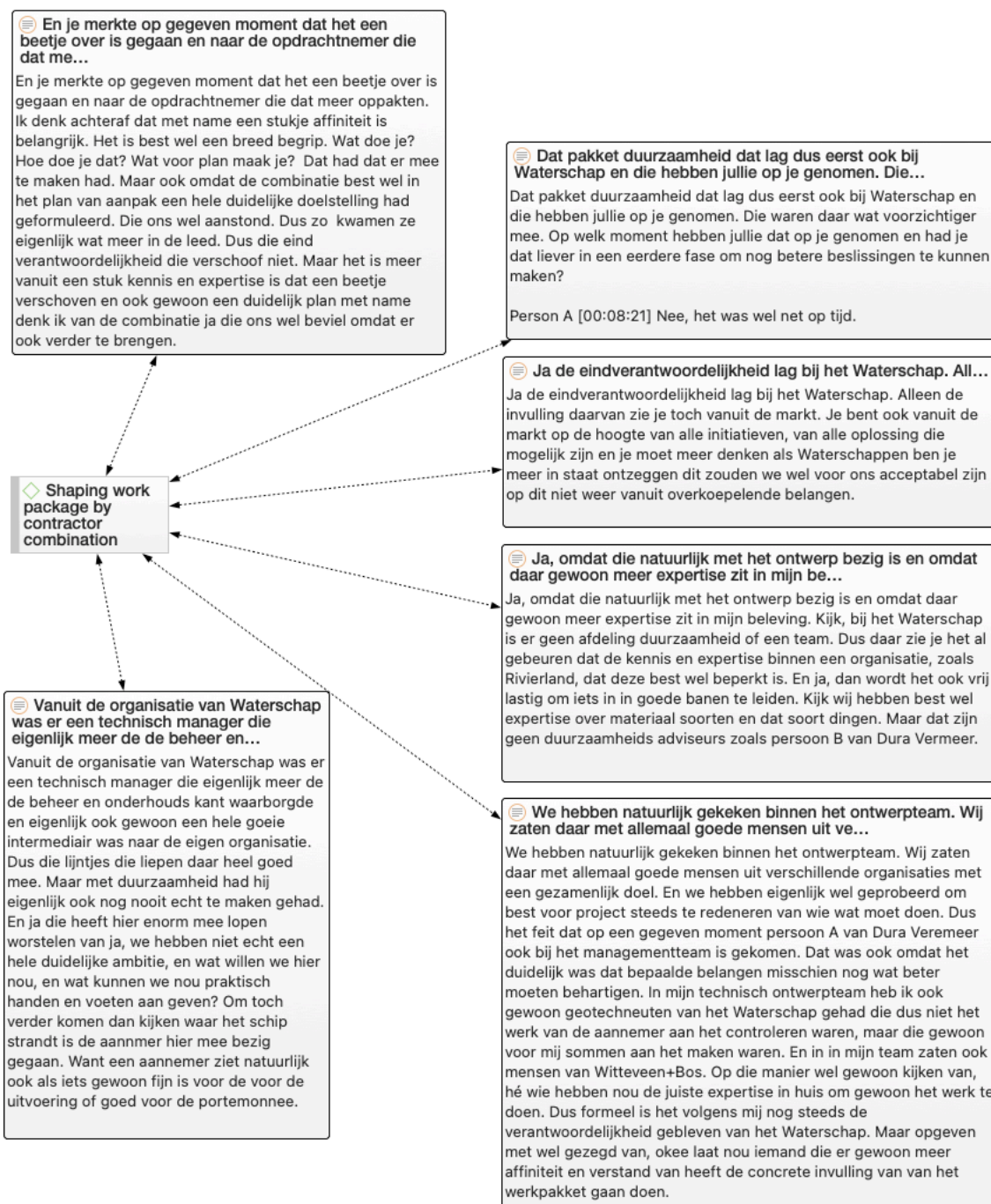
#### *Reflection on current practices:*

- Lessons learned post the process
- Identified possibilities for greater CC results

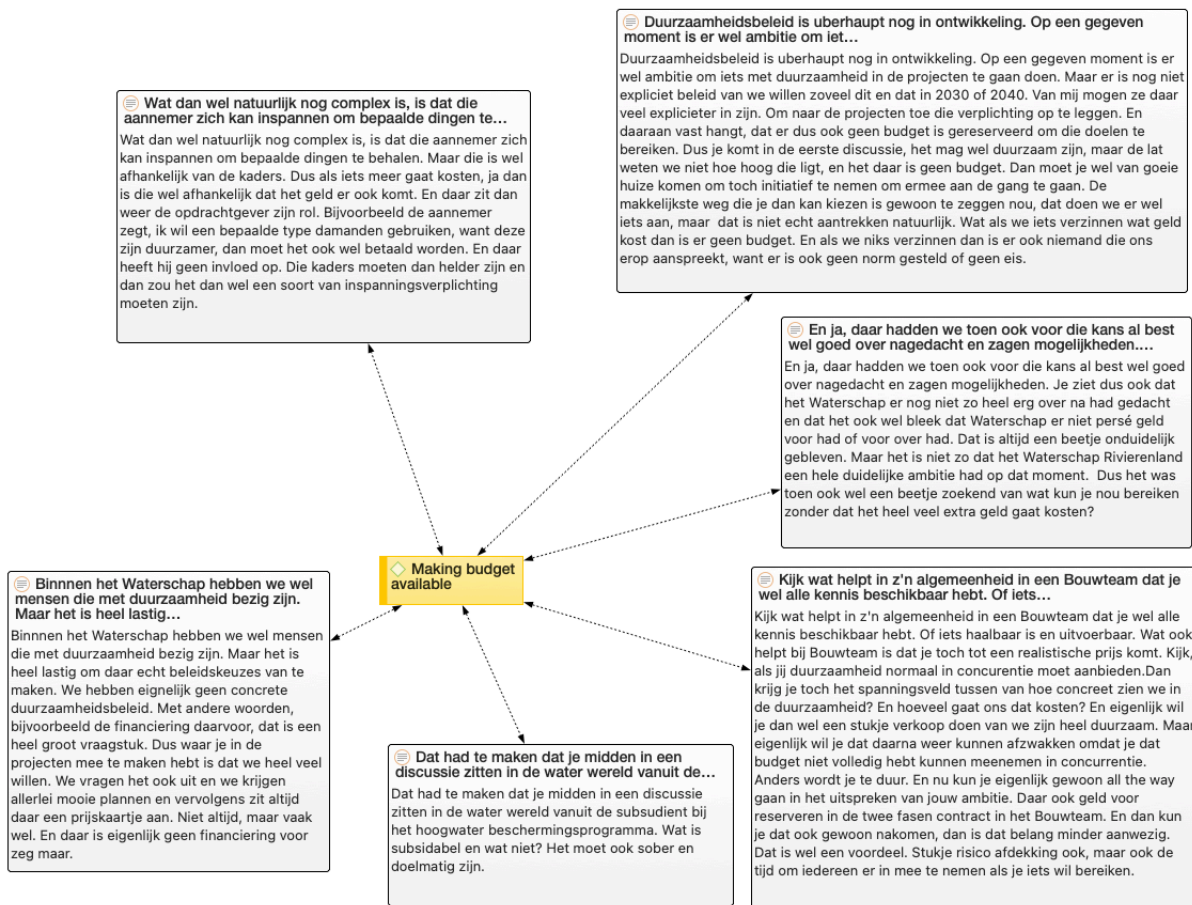
## C.2 Case 1: Wolferen-Sprok

### C.2.1 Interview sections related to events

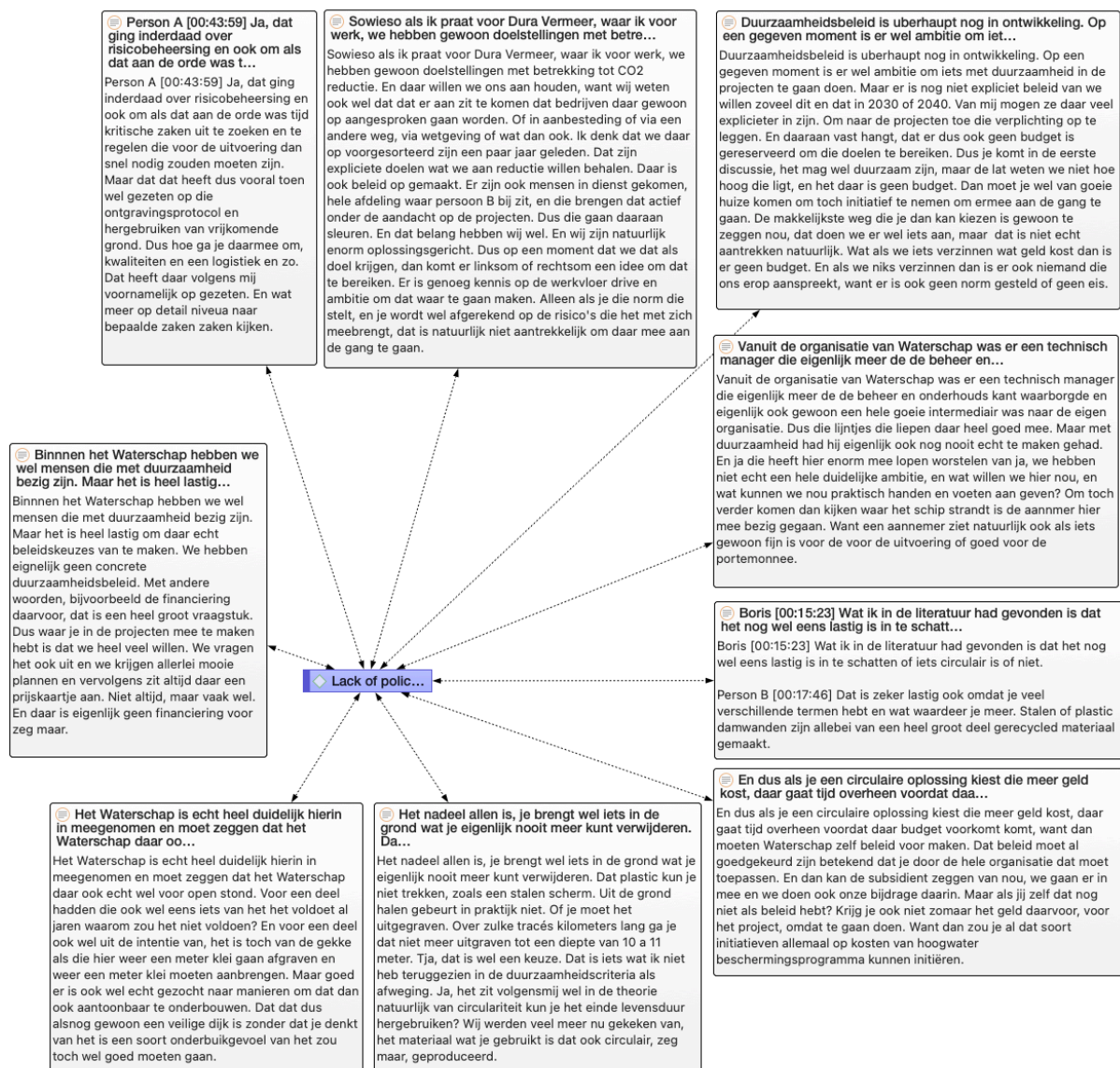
#### C.2.1.1 Contractor combination taking over sustainable work package



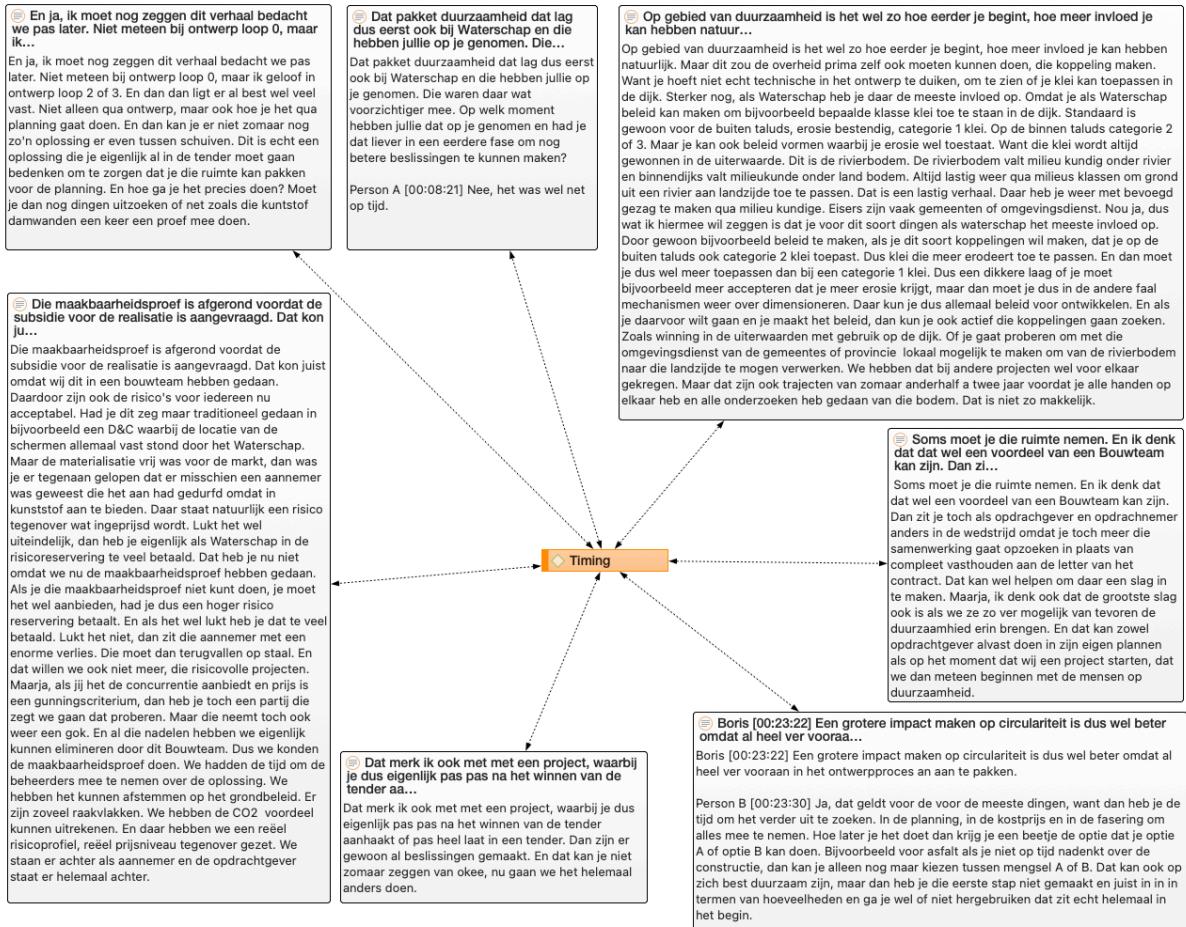
## C.2.1.2 Making budget available



### C.2.1.3 Lack of policies

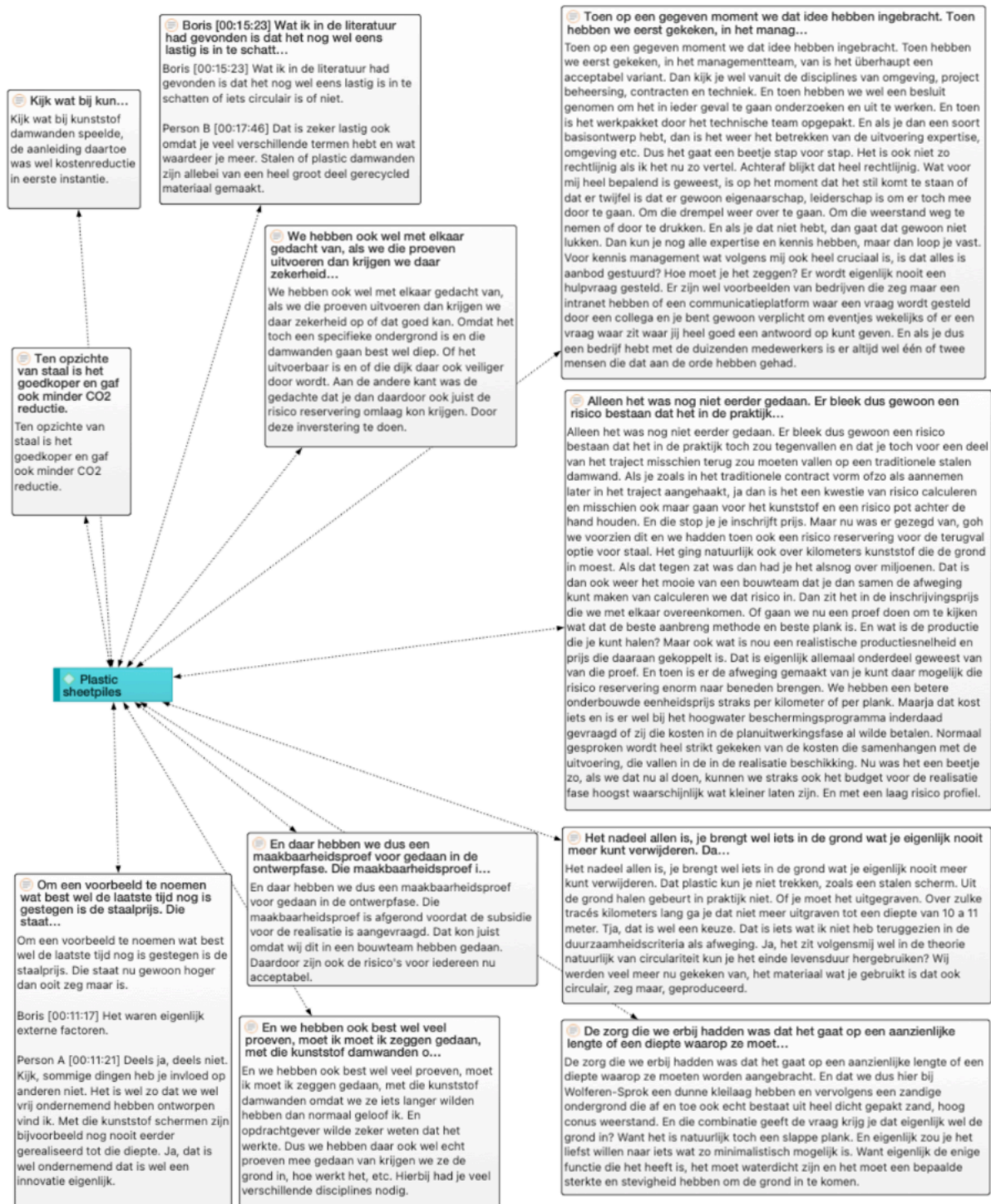


## C.2.1.4 Timing

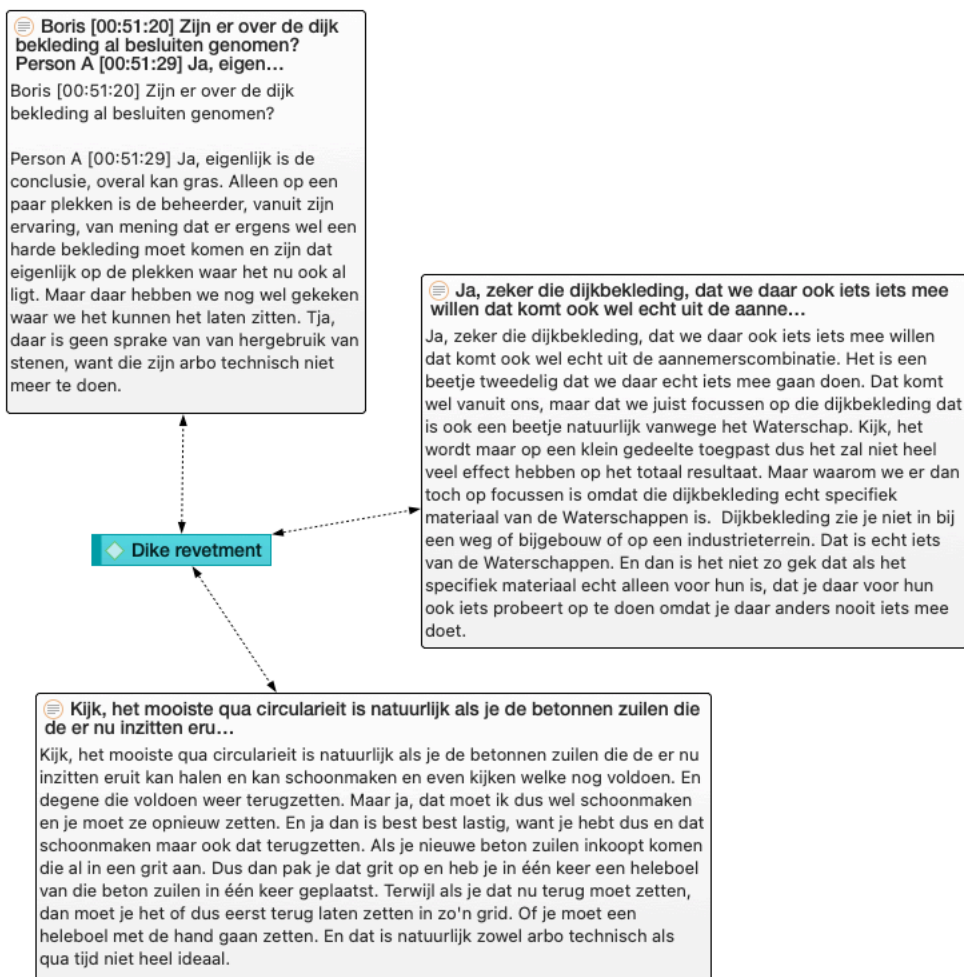




## C.2.1.5 Knowledge contribution on plastic sheet piles

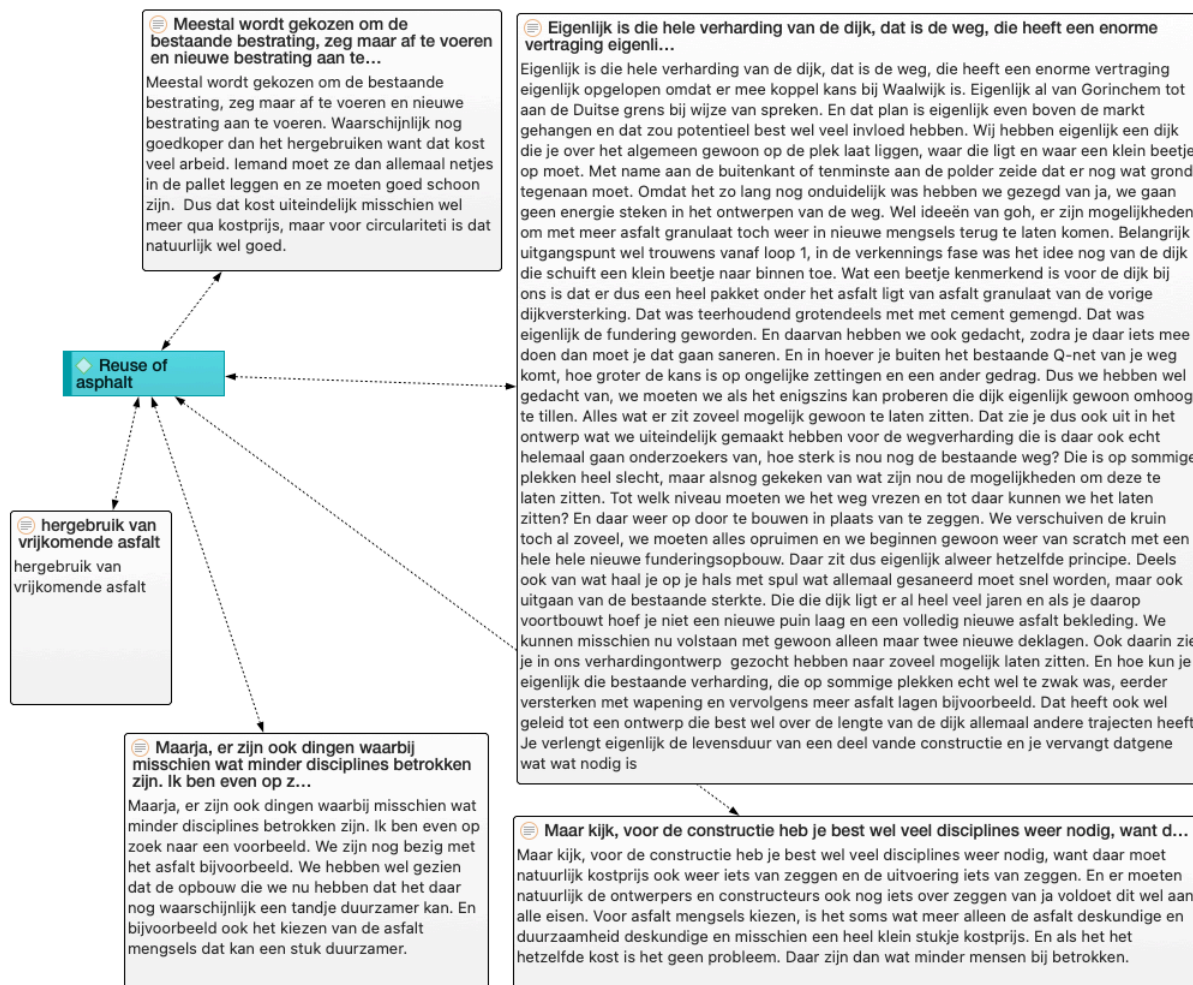


### C.2.1.6 Knowledge contribution on dike revetment

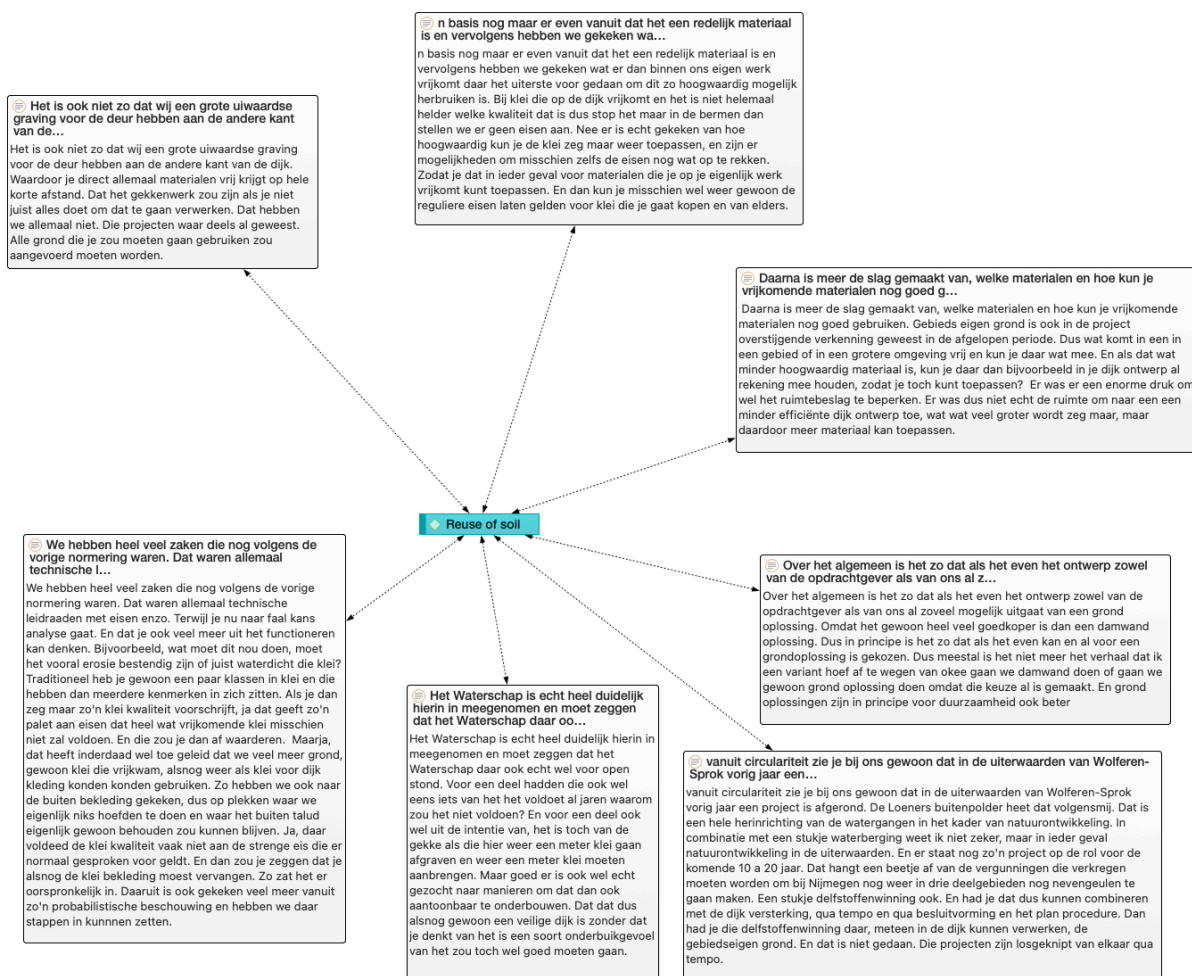




### C.2.1.7 Knowledge contribution on keeping existing dike road and sustainable asphalt mixture



## C.2.1.8 Knowledge contribution on high- and low-quality soil





## C.2.2 Transcript Wolferen-Sprok

### C.2.2.1 Person A interview 1

<b>Name</b>	<b>Person A from Contractor Dura Vermeer</b>
<b>Project</b>	Wolferen-Sprok
<b>Role within the project</b>	Contract and project manager
<b>Date of interview</b>	02-07-21
<b>Interview duration</b>	30 minutes

Person A [00:01:05] Wat wil je bespreken?

Boris [00:01:07] Nou ja, ik zal wel met de vragen beginnen en dan kijken waar je wel antwoord op kan geven en waar ik misschien nog verder moet zoeken. Ik heb gekeken welke circulaire strategieën zijn ontwikkeld tijdens het ontwerpproces. Wat naar voren kwam uit het rapport van de scoop en uitgangspunten was dus een reductie van materiaalgebruik, hergebruik van materialen, hergebruik grond, hoogwaardig hergebruik secundaire grondstoffen. En dan zag ik bepaalde oplossingen door middel van bijvoorbeeld hergebruik dijk bekleding, duurzame dijk bekleding, kunststof damwanden. En dat stond in de WoZ Duurzaamheid? Mis ik nog andere circulaire ontwerp strategieën of waren dat wel de dingen die zijn meegenomen in het project?

Person A [00:02:00] Tot nu toe is dat wel meegenomen, maar er zitten nog een paar kansen in om dingen nog te doen. En eigenlijk zijn die ook wat voor de hand liggend hoor. Dat is eigenlijk het hergebruik van vrijkomende asfalt. Ja, dat is heel gebruikelijk om nieuwe asfalt mengsels weer te gebruiken en nog wat detail dingetjes om de vrijkomende puin te hergebruiken. Maar ook vrijkomende bestrating om die misschien opnieuw in te zetten in de afritten. In principe is de afspraak met bewoners gewoon dat ze hun huidige afrit weer terugkrijgen. Meestal wordt gekozen om de bestaande bestrating, zeg maar af te voeren en nieuwe bestrating aan te voeren. Waarschijnlijk nog goedkoper dan het hergebruiken want dat kost veel arbeid. Iemand moet ze dan allemaal netjes in de pallet leggen en ze moeten goed schoon zijn. Dus dat kost uiteindelijk misschien wel meer qua kostprijs, maar voor circulariteit is dat natuurlijk wel goed.

Boris [00:03:14] En waarom is dan bijvoorbeeld daarvoor gekozen? Dat je dus zeg maar wat circuleerder terweeg gaat en het kost meer? Jullie hebben dit niet opgenomen in jullie scoop in jullie scoop dus waarom toch die keuze?

Person A [00:03:30] Nou, het is een optie. Wil nog niet zeggen dat we dat gaan doen. Het zou best kunnen zijn dat we dan nog gaan doen wat jij zegt. Die belangrijkste zijn al wel gekozen en I achter de rug dus dat klopt wel wat je opsomt, ja..

Boris [00:03:48] Was circulair ontwerp een uitgangspunt op zichzelf of eerder een bijzaak? Nadat ik net gezegd had dat in de scope circulair niet echt voorkomt. Er wordt wel iets over duurzaamheid gezegd maar ook niet echt specifiek. Hoe zijn jullie dan tot deze oplossingen gekomen?

Person A [00:04:10] Duurzaamheid was altijd wel een onderdeel van de doelstellingen. Dat moet ik even goed zeggen. Voor het ontwerp team was de doelstelling slim en uitvoerbaar ontwerp. Onder slim viel dan duurzaam onder andere benoemd. Maar daar viel een hele rits onder. Alle aspecten waarop je kunt beoordelen. Toen speelde de fase dat we die doelstellingen ook smart moesten gaan maken. Dat is wel even blijven liggen, daar was het waterschap in het ontwerpteam voor in de leed, maar dat bleef liggen. Dat had te maken dat je midden in een discussie zitten in de water wereld vanuit de subsidie bij het hoogwater beschermingsprogramma. Wat is subsidiabel en wat niet? Het moet ook sober en doelmatig zijn. Zo een voorbeeld wat ik net noem met die bestrating als dat meer kost zijn die extra kosten niet per definitie subsidiabel want het is niet nodig voor de dijk versterking. Je moet de meest doelmatige oplossing nog steeds financieel onderbouwen dat je die kiest. En dus als je een circulaire oplossing kiest die meer geld kost, daar gaat tijd overheen voordat daar budget voorkomt komt, want dan moeten Waterschap zelf beleid voor maken. Dat beleid moet al goedgekeurd zijn betekend dat je door de hele organisatie dat moet toepassen. En dan kan de subsidie zeggen van nou, we gaan er in mee en we doen ook onze bijdrage daarin. Maar als jij zelf dat nog niet als beleid hebt? Krijg je ook niet zomaar het geld daarvoor, voor het project, omdat te gaan doen. Want dan zou je al dat soort initiatieven allemaal op kosten van hoogwater beschermingsprogramma kunnen initiëren. Nou dat heeft best wel lang geduurd aan begin om daar dan een ambitie in te bepalen. Dat je dus een ambitie hebt die in principe geen geld kost. Maar toch duurzaamheidsdoelstellingen kunt realiseren. Die kunststof schermen waren daar wel weer een mooi voorbeeld van. Want die sloten zowel bij kostenreductie aan als bij circulariteit

Boris [00:06:16] Dus je bedoelt de kunststof damwanden?

Person A [00:06:19] Ja dat klopt.

Boris [00:06:30] Het is dus eigenlijk zo geweest dat circulariteit een bijzaak was.

Person A [00:06:51] Ja het was een bijzaak. Kijk in de ontwerp afweging is circulariteit niet een criterium geweest. In de eerste twee fases was het geen onderdeel in de afwegingen. We hebben meer pas gekeken in ontwerp loop 2, halverwege 2 begin drie van wat zijn er nog voor openstaande keuzes qua materialisatie. In het begin ging het meer over oplossing varianten. Ga je in grond oplossen of in constructie. Tuurlijk kun je dan ook naar circular kijken en duurzaamheid. CO2 reductie was ook een doelstelling geworden. Daar kun je wel in begin naar gaan kijken. Hebben we toen nog niet gedaan, want toen was die doelstelling nog niet smart. En in tweede instantie doen we de materialisatie van de oplossing gingen kiezen. Toen was duurzaamheid en circulariteit wel een echt een doelstelling geworden.

Boris [00:07:49] Dus er was wel genoeg ruimte qua tijd om circulaire strategie te ontwikkelen in het bouwteam.

Person A [00:07:56] Jazeker, ik weet ook zeker dat dat mee heeft gespeeld met die keuze voor kunststof schermen.

Boris [00:08:01] Okee, wat ik zag dat er ook de was een jaar vertraging opgelopen?

Person A [00:08:11] Ja, ten opzichte van de deterministische planning. In principe de project planning, inclusief risico's die aan de voorkant is gemaakt. Daar zijn we twee weken voor de beoogde datum uitgekomen, dus het is niet zozeer vertraging, maar het is de reservering voor risico's die zouden kunnen optreden die is ook aangesproken. Daarom lijkt het een jaar vertraging.

Boris [00:08:36] Dus dit had niets te maken dat er toen opeens circulaire ambities bij ontwerpen loop 2 echt begonnen te ontwikkelen.

Person A [00:08:46] Nee deze doelstellingen zijn absoluut niet de reden geweest van de vertraging. Het had te maken met stikstof dossier. In eerste instantie was een belangrijke oorzaak gewijzigde beleid qua ontwerp uitgangspunten die niks met duurzaamheid te maken hadden maar met de nieuwe normering. En ook wel een stukje, in de laatste fase, het werk op afstand met corona.

Boris [00:09:15] Okee dat is alweer een paar vragen meer die in nu net dat beantwoord heb. Was de prijs voor het bouwteam voorafgaand al bepaalt? Ik heb dat nog nergens kunnen vinden.

Person A [00:09:30] We zijn begonnen met taakstellend budget. Dus dat wil zeggen, in de tenderfase van 2018 om fase één aan te nemen was prijscriterium? Er waren wel tarieven vastgesteld voor de plan uitwerkingsfase, Welke vergoeding je krijgt per uur in de regie overeenkomst. En na gunning hebben we gezamenlijk het budget de target voor de realisatie fase vastgesteld met Waterschap. Toen was in eerste instantie de target 90 miljoen euro totaal, maar dat bleek gewoon vrij snel niet realistisch. Ook met het gewijzigde beleid en de uitwerking van het nieuwe ontwerp instrumentarium was toen gewoon niet realistisch. Dit is toen bijgesteld naar 140 miljoen uit mijn hoofd. En de laatste raming waar subsidie op aan is gevraagd is uit mijn hoofd 172 of 174 miljoen. Dus ja, er zijn wel kosten overschrijvingen ten opzichte van de target. Dit is allemaal wel onderbouwd en verklaarbaar maar als je kijkt naar de doelstellingen en dat resultaat zou hebben we gewoon kostenoverschrijding.

Boris [00:11:01] Er was dus een kostenoverschrijding toen jullie in het Bouwteam hebben gewerkt.

Person A [00:11:05] Ach, het is allemaal wel goed verklaarbaar hoor. Om een voorbeeld te noemen wat best wel de laatste tijd nog is gestegen is de staalprijs. Die staat nu gewoon hoger dan ooit zeg maar is.

Boris [00:11:17] Het waren eigenlijk externe factoren.

Person A [00:11:21] Deels ja, deels niet. Kijk, sommige dingen heb je invloed op anderen niet. Het is wel zo dat we wel vrij ondernemend hebben ontworpen vind ik. Met die kunststof schermen zijn bijvoorbeeld nog nooit eerder gerealiseerd tot die diepte. Ja, dat is wel ondernemend dat is wel een innovatie eigenlijk.

Boris [00:11:48] Jullie hadden inderdaad wat interessante dingen gedaan in het project. Toch wel innovatief project voor een dijkversterking

Person A [00:11:57] Ja, we hebben best wel veel innovatie gedaan. Kijk, de contract samenwerken is innovatie al zich, in twee fasen model. Qua product innovatie hebben die kunststof schermen, maar qua piping hebben we heel veel grond onderzoek gedaan op innovatieve manier, waardoor er ook scoop reductie is geweest qua piping. Waar je tegen aanloopt bijvoorbeeld, een paar dingen, je hebt het nog steeds tijdelijk handelingskade PFAS dat wel bepalend is voor je grond balans. Met de perceel eigenaren is afgesproken dat ze allemaal schone grond krijgen. Dat kost ook geld. Eigenlijk binnen de wet kan je eigenlijk gewoon industrie klassen toepassen op die percelen. Maar ja, daar kom je gewoon niet meer mee weg tegenwoordig in een omgeving met al die akkefietjes die er in de landen zijn met verontreinigde gronden. Dat was wel bepalend. Nou dan de nieuwe ontwerp instrumentarium heb ik al genoemd, de uitwerking daarvan in het ontwerp was gewoon onvoldoende bekend aan de voorkant. Wij zijn één van de koploper projecten waar dat nu tot uiting komt wat voor die missionering dat vraagt. Ecology is ook een belangrijk punt geweest. Als je alle ecologische randvoorwaarden zou wegstrepen, kun je dit project misschien wel twee en half drie jaar maken. En nu is dat gewoon, vanaf de zomer 21 tot eind 25. Dus ja, dat is vier en een half jaar en dat zie je gewoon terug in alle tijd gebonden kosten die doorlopen, project organisaties, bouwplaats inrichting dat soort dingen. Alle tijdgebonden kosten lopen door en dat telt heel hard op. En dat komt door de ecologische voorwaarden waardoor je een bepaalde fasering moet hanteren. Hierdoor halen we gewoon een lagere productie dan normaal zou kunnen als we die voorwaarde voorwaarden allemaal niet hadden. Dat soort dingen kun je aan de voorkant gewoon niet inschatten. En daar zitten wel die kostenoverschrijding in. Dit zijn de belangrijkste die mij te binnen schiet.

Boris [00:14:11] Wie kwam met de verschillende circulaire strategieën? Dat is natuurlijk ook wel interessant om te weten.

Person A [00:14:23] Na waar ik al mee begon, het werk pakket duurzaamheid lag bij het Waterschap in het ontwerpteam om daar initiatief op te nemen. En die waren toch vrij terughoudend. Toen hebben we op een gegeven moment, vanuit Dura Vermeer, één van de bedrijven in de combinatie hebben we mee het initiatief genomen om een gesprek te voeren of wij niet het initiatief konden krijgen op dat werk pakket. Onze duurzaamheid manager zeg maar bedrijf Breed heeft dat gesprek geïnitieerd, samen met mij zelf, dan vanuit de combinatie en operationeel verantwoordelijke persoon B. Toen hebben we gesprekken gevoerd met het Waterschap en toen hebben ze gezegd nemen jullie de leed op het werkpakket. Zo is het gaan lopen om concrete doelstellingen op te stellen. En een rapportage per ontwerp Loop wat de mogelijkheden zijn en wat de stand was.

Boris [00:15:28] Dus het initiatief kwam dus echt van jullie toen het bleef liggen bij Waterschap.

Person A [00:15:30] Ja klopt.

Boris [00:15:33] Hebben jullie ook nog externe externe partijen moeten inhuren om zeg maar de tot bepaalde keuzes te komen op het gebied van circulair bouwen?

Person A [00:15:47] In principe niet, voor de haalbaarheid van de kunststof toepassing is wel maakbaarheidsproef geweest, waarbij wij heel erg afhankelijk waren van de leverancier over de profielen die te leveren zijn. Maar dat had meer met maakbaarheid te maken en die hebben natuurlijk opgave gedaan van hoeveel procent van kunststof gerecycled is etc., Dus de uitwerking van welke effecten die keuze heeft en of die keuze ook maakbaar is, daar hebben we wel de leverancier bij betrokken. Maar de keuze om het te gaan doen, het initiatief om het te gaan doen, dat was gewoon vanuit de aannemers combinatie.

Boris [00:16:39] Waarom is heeft Waterschap dit werk pakket aan jullie overgedragen?

Person A [00:16:49] De uitwerking van de ontwerp ligt sowieso bij de combinatie. Alleen ontwerpbesluiten dus systeem oplossingen, die worden besloten uiteindelijk door het Waterschap. Die kunnen zeggen, nou vanuit waterveiligheid willen we dit gewoon niet, te veel risico, beheerbaarheid etc. Dat soort dingen komen dan nog om de hoek kijken zoals de risico's in gebruiksfase. Maar daar zijn ze toch enthousiast over. Gezamenlijk zijn we daar enthousiast over en is er dus besluit gekomen omdat ook te gaan doen.

Boris [00:17:27] Hoe hebben jullie de leverancier leren kennen?

Person A [00:17:33] We hebben nu twee leveranciers die kunnen leveren, die kenden we al. Eentje kenden we al vanuit de tender fase. Ik moet ook zeggen kunststof wordt wel vaak toegepast voor over beschoeiingen. Het is dus eigenlijk een bewezen techniek, wel alleen en in een nieuwe toepassingen. Alleen niet op deze diepte wat wij gaan doen en niet als een nieuw scherm, maar meer als oever bescherming.

Boris [00:18:23] Waar kwam die kennis vandaan bij jullie in het ontwerpproces dat je dat je kunststof damwanden wel kan gaan toepassen? Hoe is dat eigenlijk dat tot stand gekomen zoon circulaire ambitie?

Person A [00:18:38] Dat weet ik niet precies, maar ik denk dat dat het wel uit de tenderfase kwam. Maar de belangrijkste drive daarin was toch wel kostenreductie. Omdat de piping is een van de nieuwe faal mechanismen, deze toets gronden. Sinds 2012 of 2014, wordt er ook getoetste waarbij piping als faal mechanisme in één keer om de hoek komt kijken, op alle dijk versterkingen eigenlijk. Daar zijn ook forse voorzieningen nodig om dat weg te nemen of om die dijken weer te laten voldoen. Dat kun je doen door grond bermen of stalen schermen. Wij doen het dan met kunststof schermen. Of je kan het doen door nog innovatievere dingen zoals grof zand barrière of verticaal zand geo textiel. Dus er is al een focus op innovaties of slimme oplossingen voor piping. Waarbij kostenreductie wel een belangrijk doel is, want die kostenoverschrijding komen ook veel door het faal mechanisme piping. De kosten overschrijdingen op projecten dus vanuit die hoek kwamen we op kunststof en een neveneffect daarvan was ook dat het past bij circulaire en duurzaam.

Boris [00:20:02] Is er ook informatie in kennis bijgedragen door de aannemer, die niet verder is meegenomen in het ontwerpproces?

Person A [00:20:13] Op wij kennis hebben ingebracht die niet is meegenomen?



Boris [00:20:16] Ja, bijvoorbeeld een heel goed voorstel, wat later toch eigenlijk niet verder is uitgewerkt.

Person A [00:20:25] Even nadenken hoor. We hadden eerst het voorstel om de grond van het buiten talud naar de binnen talud hergebruiken. Dat werd een te groot risico inderdaad met het tijdelijke handelingskade PFAS. Wat we toen hebben gedaan is het ontwerp van de buiten taluds aangepast zodat alle grond op de buitentaluds ook weer hergebruikt kon worden op de buiten taluds. Dus het is niet meegenomen, maar het heeft ertoe geleid dat we juist een andere strategie of ontwerp oplossing zijn gaan volgen waardoor het toch mogelijk was om het hergebruiken circulair. Of het de meest optimale oplossing is dat weet ik niet. Kijk, als je het gewoon kon hergebruik van buiten naar binnen talud, hadden we nog op een slanker ontwerp kunnen uitkomen.

Boris [00:21:27] Okee en al hadden jullie zelf nog obstakels in het bouwteam om met de andere partijen samen te werken. Of bijvoorbeeld dingen die nieuw waren?

Person A [00:21:47] Ik denk het lastigste bij duurzaamheid is nog steeds wel dat dat wel een wil is om duurzame oplossingen te kiezen en ook circulair te werken, maar moeten eigenlijk altijd wel gepaard gaan met kostenreductie. Als dat niet zo is, dan wordt het al snel moeilijk verhaal.

Boris [00:22:05] En dan wil je meer de traditionele soorten bouwmethodes toepassen.

Person A [00:22:10] Ja, als die goedkoper zijn, dan doe je dat al snel. Dat hebben wij ook gezien met de inzet elektrisch materieel. Dat is heel moeilijk. Als daar geen financiering voor is. Kijk, iemand moet uiteindelijk betalen.

Boris [00:22:26] En bijvoorbeeld in het ontwerpproces betrokken te zijn, zorgde dat nog voor problemen?

Person A [00:22:38] Nee dat niet. Kijk, als wij en als wij een E&C contract hadden gehad, waarbij bijvoorbeeld de materialisatie nog openstond dan had je in concurrentie had je misschien wel veel aangeboden ondernemend, maar dan moet je maar afvragen of je daarna ook met de klant eruit komt om het daadwerkelijk te gaan toepassen. Dus dat komt er in één keer een financiële druk op die discussie, die je nu eigenlijk niet hebt, omdat je de prijs pas maakt nadat je hebt gekozen om die oplossing toe te passen. Dus het is een enorm voordeel om redelijk risico arm circulaire oplossingen te ontwikkelen. Omdat je eerst kan toetsen of iets haalbaar is.

Boris [00:23:47] Hoe is de kennis uitgewisseld tussen de verschillende partijen en kon dat beter?

Person A [00:23:55] Ja, we hadden een paar dingen. Dat was dus een rapportage per ontwerp noem. Die is voor iedereen beschikbaar, die ze ook vastgesteld steeds in managementteam. Mensen zijn dus ook op de hoogte van de gemaakte keuzes en wat de stand is. De doelstellingen zijn ook met elkaars smart gemaakt. En we hebben nog lunch lezingen gehouden waarbij we er eentje over duurzaamheid hebben gehad eentje over het hele proces

over hoe we het wilde aanvliegen vanuit de doelen naar de oplossingen, afwegingen en en die rapportages daarover. Dit is toegelicht aan het hele team. Dus iedereen wist wel van het proces af.

Boris [00:24:43] Is er intensieve samenwerking geweest tussen de partijen?

Person A [00:24:51] Ja, er is een intensieve samenwerking geweest tussen de ramers bijvoorbeeld voor de hoeveelheden continu die ook weer gebruikt zijn voor de duurzaamheidsberekeningen en dergelijke. En ook terugkoppeling daarop dus persoon B deed al berekeningen voor CO2. Ik denk met Dubo calc en dat ze dat terugkoppelen weer aan de ramers wat de uitkomsten waren en de eventuele optimalisaties daarin. En dan konden we ook weer snel schakelen, wat dan zo'n optimalisatie eventueel met de kosten weer zou doen. Dat samenspel was er wel continu.

Boris [00:26:41] Het initiatief van alle circulaire strategie lag dat eerst allemaal bij het Waterschap?

Person A [00:26:53] Ja de eindverantwoordelijkheid lag bij het Waterschap. Alleen de invulling daarvan zie je toch vanuit de markt. Je bent ook vanuit de markt op de hoogte van alle initiatieven, van alle oplossing die mogelijk zijn en je moet meer denken als Waterschappen ben je meer in staat ontzeggen dit zouden we wel voor ons acceptabel zijn op dit niet weer vanuit overkoepelende belangen.

### C.2.2.2 Person A interview 2

<b>Name</b>	<b>Person A from contractor Dura Vermeer</b>
<b>Project</b>	Wolferen-Sprok
<b>Role within the project</b>	Contract and project manager
<b>Date of interview</b>	08-09-21
<b>Interview duration</b>	75 minutes

Boris [00:00:13] Ik heb je interview terug gelezen en ik heb dat nog wel een paar vragen over de dingen die je hebt gezegd. Ten eerste wat was je de rol in het bouwteam?

Person A [00:00:29] Dat gaat al wat verder terugkijk, het werk is gegund op samenwerking. Een van de gunningscriteria, die was heel belangrijk. En onderdeel van de samenwerking was dan samenwerkingsplan. Dat was één derde van de gunning en interview met de drie sleutel functionarissen. En twee sleutel functionarissen waren door de klant voorgeschreven. En dat was eigenlijk technisch manager ontwerpfase die hebben wij geleverd, de omgevingsmanager met uitvoeringskennis om aan de bewoners uit te leggen wat er gaat gebeuren. En de derde functie was eigenlijk vrij om in te vullen. Ik had de derde sleutelfunctie ingevuld en dat was eigenlijk omdat mijn profiel met de andere heel goed machten. En dat had twee redenen. Eentje was, onze persoonlijkheden vulden elkaar heel goed aan. Dus qua team balans had dat een pré. De tweede reden was eigenlijk dat mijn affiniteit zit bij contract proces. En daarmee konden we eigenlijk het hele speelveld van techniek omgeving, contract, proces afdekken of aanbieden aan de klant. En zo is die keuze tot stand gekomen, dus ik ben in de bouwteam fase betrokken geweest als contract manager en project beheerser. Waarbij ik in het kader van project beheersing risicomangement en kwaliteitsmanagement zelf heb opgepakt. En voor contract management intensief hebt samengewerkt met de contract manager van Waterschap Rivierenland om tot het realisatie contract te komen.

Boris [00:03:30] We hadden het vorige keer over het smart maken van de smart ambities. Daar kwam op een gegeven moment de duurzaamheid aspecten of ja, de circulariteit aspecten ter sprake. Dat is hergebruik van asfalt, grond en kunststof damwanden. Hebben jullie hier ook bijvoorbeeld de 9R principes erbij gevolgd op een bepaald soort circulaire strategie, zoals reduce, reuse en recycle. Er zijn nog geen formele regelgeving hiervoor.

Person A [00:04:23] Ja, we hebben wel aan de orde gehad. Het zegt mij even niks die 9R, maar we hebben dat wel aan de orde gehad. Want persoon B van Dura Vermeer heeft dat getrokken, duurzaamheid. En heeft een lunch lezing gegeven. In de presentatie met ontwerp optimalisaties waardoor je materiaal gebruiken beperkt, is het beste om te doen. Maar dat zeg je eigenlijk ook bij reduce dus het wegnemen van materialen. Daar begon persoon B ook mee en zo had zij geloof ik 4 of 5 niveaus waarop je dan maatregelen kon nemen en dan ja minder van effect zijn. Dus we hebben daar well vanuit die bril naar gekeken ja.

Boris [00:05:31] Je had het vorige keer ook over een slim en uitvoerbaar ontwerp waar dus duurzaamheid onder viel. Weet je ongeveer hoe deze duurzaamheid is gemeten?

Person A [00:06:06] We hebben doelstellingen geformuleerd, smart voor circulariteit en CO2 reductie. Of hergebruik van materialen en CO2 reductie. Stikstof niet, dat was meer een gunning voorwaarden op gegeven moment. Dat valt niet officieel onder duurzaamheid, maar dat ging daar wel mee gepaard. Wat we eigenlijk hebben gedaan is het voorkeursalternatief, vanuit de verkenning in loop 1, er nog een verbetering op gemaakt. Ook omdat het beleid nog een beetje in beweging was. En toen hadden we zeg maar een echt voorkeursalternatief. Die hebben we doorgerekend op die aspecten. Dus op MKI, CO2 reductie etc. En toen hebben we op basis van die uitkomst die doelen gesteld van wat willen we nog aan reductie bereiken? In loop 2, 3, 4 in de realisatie in de uitvoering. Toen hebben we die doelen geformuleerd en geformaliseerd met het management. En daar is per ontwerp loop op gemaakt en op gerapporteerd wat de stand was. Eigenlijk is nu alles op schema. Er zijn nog een paar rest mogelijkheden voor de uitvoering om nog verder te reduceren. Vooral met uitstoot en een stukje asfalt mengsel keuze nog. Dus er zijn nog een paar punten voor de uitvoering maar de grootste klappen hebben we gewoon in het ontwerp behaald.

Boris [00:07:59] Dat pakket duurzaamheid dat lag dus eerst ook bij Waterschap en die hebben jullie op je genomen. Die waren daar wat voorzichtiger mee. Op welk moment hebben jullie dat op je genomen en had je dat liever in een eerdere fase om nog betere beslissingen te kunnen maken?

Person A [00:08:21] Nee, het was wel net op tijd. Kijk, als je het helemaal vanuit duurzaamheid gaat ontwerpen, dan kan je daar in de verkenning mee beginnen. Staat ook zo'n stuk eigenlijk in een project boek van HWBP. Daar staat een interview in, de meest duurzame dijkversterking is geen dijk versterking. Dat is een heel interview met een bestuurder uit volgens mij Waterschap Limburg maar dat weet ik niet zeker. Daar staat in dat je natuurlijk ook gewoon je beleid kan aanpassen of ander type maatregelen kan nemen om overstroming gevolgen te beperken, waardoor je een hele dijk versterkt nog in ieder geval kan uitstellen en misschien wel helemaal kan voorkomen. Maar misschien kan je die 20 jaar uitstellen. Dat is toch alweer waarschijnlijk duurzamer dan dat je nu meteen doet want over 20 jaar heb je meer elektrisch materieel etc.

Boris [00:09:18] Het had gekund dus. Het was wel op tijd om toch nog een goede impact te kunnen maken op circulariteit. Maar misschien nog iets eerder had toch nog voor een beter resultaat kunnen leiden.

Person A [00:09:29] Ja, en wat je bijvoorbeeld ziet bij ons, dat als je kijkt vanuit circulariteit, dat eerdere wat is zei was meer vanuit CO2 reductie. Maar vanuit circulariteit zie je bij ons gewoon dat in de uiterwaarden van Wolferen-Sprok vorig jaar een project is afgerond. De Loeners buitenpolder heet dat volgens mij. Dat is een hele herinrichting van de watergangen in het kader van natuurontwikkeling. In combinatie met een stukje waterberging weet ik niet zeker, maar in ieder geval natuurontwikkeling in de uiterwaarden. En er staat nog zo'n project op de rol voor de komende 10 a 20 jaar. Dat hangt een beetje af van de vergunningen die verkregen moeten worden om bij Nijmegen nog weer in drie deelgebieden nog nevengeulen te gaan maken. Een stukje delfstoffenwinning ook. En had je dat dus kunnen combineren met de dijkversterking, qua tempo en qua besluitvorming en het plan procedure. Dan had je die delfstoffenwinning daar, meteen in de dijk kunnen verwerken, de gebiedseigen grond. En dat is niet gedaan. Die projecten zijn losgeknipt van elkaar qua tempo.

Boris [00:10:38] Oké, maar stond het wel eerst op de agenda dat het 1 project zou worden.

Person A [00:10:43] Nee want die ene is denk ik vanuit Kaderrichtlijn Water. En die ander bij Nijmegen is sowieso een Rijkswaterstaat project. En dit is een dijkversterking door het Waterschap. Dus dat waren echt nog losse initiatieven waar wel raakvlakken in waren, wat je wel samen kan koppelen. En misschien is dat nu de nieuwe Integraal Rivier Management. Dat is eigenlijk de nieuwe manier van werken of hoe moet ik het zeggen, de nieuwe manier om die projecten te formuleren. Lijkt mij, ik heb me er niet helemaal in verdiept, maar dat je dus integraal meer dat soort dingen gaat benaderen. Dat je zegt van wat speelt er allemaal in dit gebied en wat kunnen we in één project koppelen op een slimme manier.

Boris [00:11:59] Je had het net over CO2 reductie en circulair bouwen. En inderdaad, die CO2 reductie die creëer je ook juist gedeeltelijk door circulair te bouwen. Je verbruikt minder grondstoffen en het proces van grondstof veranderen naar materialen en objecten. Dat is ook weer het verminderen van CO2 uitstoot.

Person A [00:12:20] Zeker en transport. Wij krijgen waarschijnlijk klei ergens van een andere klei put. Dat moet naar ons project gevaren worden. Als straks die rivier verruiming gaat plaatsvinden, dan wordt die klei weer verhandeld met een dijkversterking elders in het land. En er zit ook wel veel zand in en dat gaat dan weer naar woning of wegenbouw. Of een andere type toepassingen, maar die klei van de bovenlaag had prima in onze dijk gekund. Het is nog wel geprobeerd hoor in het begin van de planfase om daar een koppeling te leggen door ons als aannemer. Maar je ziet gewoon dat die projecten qua tempo uit de pas lopen. Die intentie is bestuurlijk niet uitgesproken. Dus die plan procedures loopt niet in de pas het zijn echt losse projecten met hun eigen tempo.

Boris [00:13:18] Maar er is wel eventjes over nagedacht dus?

Person A [00:13:21] We hebben er op het project over nagedacht. Maar wil je dat goed doen, moet je met dat soort dingen eerder beginnen. Daar moet je al de intentie, in de voorverkenning, al eigenlijk uitspreken. Als je dit door de marktpartij wil laten regenen, dat is te vroeg. Je bent niet betrokken in de voorverkenning en dat kan ook niet. Dan zou je een project hebben van 10 a 12 jaar. En wat ook lastig is als je zo'n project al in die fase zou willen gunnen aan de markt of aan een aannemer, dan is het nog heel onduidelijk wat überhaupt de scoop wordt. Waar moet je dan ook op gunnen? Dan moet je echt puur op samenwerkingsaspecten gaan gunnen of zo. En dan weet je echt nog niet als je uit de voorverkenning komt en dat je zegt, nou dit project gaat nog twaalf jaar op de plank. Of de scoop wordt maar 10% wat je aanvankelijk dacht. Dan kom je ook weer in de problemen zegmaar.

Boris [00:15:32] Ik denk dan aan een Alliantie.

Person A [00:15:37] Dat zou wel kunnen. Bijvoorbeeld Gorichem Waardenburg is een Alliantie vanaf verkenning. Het kan wel. Maarja dat project heeft ook weer zijn eigen voor en nadelen. Op gebied van duurzaamheid is het wel zo hoe eerder je begint, hoe meer invloed je kan hebben natuurlijk. Maar dit zou de overheid prima zelf ook moeten kunnen doen, die koppeling maken. Want je hoeft niet echt technische in het ontwerp te duiken, om te zien of

je klei kan toepassen in de dijk. Sterker nog, als Waterschap heb je daar de meeste invloed op. Omdat je als Waterschap beleid kan maken om bijvoorbeeld bepaalde klasse klei toe te staan in de dijk. Standaard is gewoon voor de buiten taluds, erosie bestendig, categorie 1 klei. Op de binnen taluds categorie 2 of 3. Maar je kan ook beleid vormen waarbij je erosie wel toestaat. Want die klei wordt altijd gewonnen in de uiterwaarde. Dit is de rivierbodem. De rivierbodem valt milieukundig onder rivier en binnendijs valt milieukunde onder land bodem. Altijd lastig weer qua milieus klassen om grond uit een rivier aan landzijde toe te passen. Dat is een lastig verhaal. Daar heb je weer met bevoegd gezag te maken qua milieukundige. Eisers zijn vaak gemeenten of omgevingsdienst. Nou ja, dus wat ik hiermee wil zeggen is dat je voor dit soort dingen als waterschap de meeste invloed op hebt. Door gewoon bijvoorbeeld beleid te maken, als je dit soort koppelingen wil maken, dat je op de buiten taluds ook categorie 2 klei toepast. Dus klei die meer erodeert toe te passen. En dan moet je dus wel meer toepassen dan bij een categorie 1 klei. Dus een dikkere laag of je moet bijvoorbeeld meer accepteren dat je meer erosie krijgt, maar dan moet je dus in de andere faal mechanismen weer over dimensioneren. Daar kun je dus allemaal beleid voor ontwikkelen. En als je daarvoor wilt gaan en je maakt het beleid, dan kun je ook actief die koppelingen gaan zoeken. Zoals winning in de uiterwaarden met gebruik op de dijk. Of je gaat proberen om met die omgevingsdienst van de gemeentes of provincie lokaal mogelijk te maken om van de rivierbodem naar die landzijde te mogen verwerken. We hebben dat bij andere projecten wel voor elkaar gekregen. Maar dat zijn ook trajecten van zomaar anderhalf a twee jaar voordat je alle handen op elkaar heb en alle onderzoeken heb gedaan van die bodem. Dat is niet zo makkelijk.

Boris [00:18:50] Je had het toen der tijd over dat er geld moest vrijkomen om die kunstof damwanden toe te passen. Dit had een tijd geduurd en door juist in een Bouwteam te werken is er voor elkaar gekregen dat jullie ook deze kunstof damwanden konden gaan toe passen. Zou je me kunnen vertellen hoe de financiering is gegaan en of het toepassen van de damwanden ook echt daadwerkelijk is gekomen door in een Bouwteam te werken?

Person A [00:19:39] Kijk wat bij kunststof damwanden speelde, de aanleiding daartoe was wel kostenreductie in eerste instantie. Maar ook wel ten opzichte van bijvoorbeeld een grof zand barrière. Dat deze vrij is van beheer. Dat dat weer te maken met het grondbeleid van het Waterschap dat ze die stroken niet meer binnendijs nieuw aankopen maar vestigen op zakelijk recht. Als je daar beheer op een grof zand barrière moet doen dan moet je dat eigenlijk weer aankopen die strook. Dat hoeft bij een kunststof niet. Dat was een dominant argument om kunststof bijvoorbeeld boven grof zand barrière toe te passen. Ten opzichte van staal is het goedkoper en gaf ook minder CO2 reductie. Maar dan is de vraag, had je dit alleen in de Bouwteam kunnen doen? Wat voor ons belangrijk was als bouwer is het ook maakbaar tot de diepte waarop het wilde doen, dus tot 10 11 meter onder maaiveld? Nou, je moet je voorstellen dat het normaal wordt gereduceerd tot 6 a 7 meter onder maaiveld voor bijvoorbeeld oever bescherming. We hebben het keer gerealiseerd langs het spoor om zwerf stromen te voorkomen en dat zijn dieptes van 6 a 7 meter. En hier willen we gewoon tot 10 a 11 meter diep die piping schermen. En daar hebben we dus een maakbaarheidsproef voor gedaan in de ontwerpfase. Die maakbaarheidsproef is afgerond voordat de subsidie voor de realisatie is aangevraagd. Dat kon juist omdat wij dit in een bouwteam hebben gedaan. Daardoor zijn ook de risico's voor iedereen nu acceptabel. Had je dit zeg maar traditioneel gedaan in bijvoorbeeld een D&C waarbij de locatie van de schermen allemaal vaststond door

het Waterschap. Maar de materialisatie vrij was voor de markt, dan was je er tegenaan gelopen dat er misschien een aannemer was geweest die het aan had gedurfd omdat in kunststof aan te bieden. Daar staat natuurlijk een risico tegenover wat ingeprijsd wordt. Lukt het wel uiteindelijk, dan heb je eigenlijk als Waterschap in de risicoreservering te veel betaald. Dat heb je nu niet omdat we nu de maakbaarheidsproef hebben gedaan. Als je die maakbaarheidsproef niet kunt doen, je moet het wel aanbieden, had je dus een hoger risico reservering betaald. En als het wel lukt heb je dat te veel betaald. Lukt het niet, dan zit die aannemer met een enorme verlies. Die moet dan terugvallen op staal. En dat willen we ook niet meer, die risicovolle projecten. Maarja, als jij het de concurrentie aanbiedt en prijs is een gunningscriterium, dan heb je toch een partij die zegt we gaan dat proberen. Maar die neemt toch ook weer een gok. En al die nadelen hebben we eigenlijk kunnen elimineren door dit Bouwteam. Dus we konden de maakbaarheidsproef doen. We hadden de tijd om de beheerders mee te nemen over de oplossing. We hebben het kunnen afstemmen op het grondbeleid. Er zijn zoveel raakvlakken. We hebben de CO2 voordeel kunnen uitrekenen. En daar hebben we een reëel risicoprofiel, reëel prijsniveau tegenover gezet. We staan er achter als aannemer en de opdrachtgever staat er helemaal achter. Het nadeel allen is, je brengt wel iets in de grond wat je eigenlijk nooit meer kunt verwijderen. Dat plastic kun je niet trekken, zoals een stalen scherm. Uit de grond halen gebeurt in praktijk niet. Of je moet het uitgegraven. Over zulke tracés kilometers lang ga je dat niet meer uitgraven tot een diepte van 10 a 11 meter. Tja, dat is wel een keuze. Dat is iets wat ik niet heb teruggezien in de duurzaamheidscriteria als afweging. Ja, het zit volgens mij wel in de theorie natuurlijk van circulariteit kun je het einde levensduur hergebruiken? Wij werden veel meer nu gekeken van, het materiaal wat je gebruikt is dat ook circulair, zeg maar, geproduceerd.

Boris [00:27:12] Ik had nog een vraag over het werkpakket duurzaamheid wat jullie op je hadden genomen. Bij een bouwteam heeft iedereen zijn eigen rol en verantwoordelijkheid. Zijn die risico's ook veranderd toen jullie dat pakket hadden overgenomen?

Person A [00:27:31] Nou, je moet zo rekenen, werkpakket duurzaamheid is in de planuitwerking fase geen eisen aan gesteld. In die zin was niet vooraf gedefinieerd wat het resultaat moest zijn van het werk pakket. Dat was voor heel veel werpakketten het geval. Er was gewoon een top eis per werkpakket en ik denk dat dat bij duurzaamheid onderdeel moest zijn van afwegingen in ontwerp en uitvoeringskeuzes. Zoiets, in van die orde. Dus alles wat we ermee gingen doen in de plan uitwerking was eigenlijk gewoon een plus. En als je dan kijkt naar de keuzes die je inhoudelijk maakt, dat zijn dan ontwerpbesluit of ontwerp keuzes. Daar is heel duidelijk contractueel duidelijk bij wie de risico's ligt. Dus de keuze om kunststof scherm toe te passen is een ontwerpbesluit en dat is Waterschaps verantwoording. Als daar nu een beroep op komt, dat gegrond is, dus dat kuntsof niet toegepast kan worden, is dat een Waterschap risico. Tenzij het ligt aan de ontwerp keuzes. En ontwerp keuzes is een nadere uitwerking van het besluit in bijvoorbeeld het dimensioneren en de manier van aanbrengen.

Boris [00:28:49] Uitvoerbaarheid?

Person A [00:28:51] Ja, uitvoerbaarheid dus dat het daadwerkelijk op diepte gaat komen. Dat is ons risico, dat het waterdicht is, is ook ons risico als aannemer. Maar de keuze überhaupt om voor kunststof te gaan, is een besluit van Waterschap. Stel dat ik weer dat voorbeeld heb van dat beleid wat ik zei met die toepassing van erosie klasse 2. Stel dat iemand toch beleid

maakt dat je een dijk eigenlijk buitendijks niet kunt reageren met klasse 2 klei. Maar het Waterschap heeft daarop beleid gemaakt vanuit de overtuiging om die gebiedseigen grond toe te kunnen uit die uiterwaarde. Dat is een risico van Waterschap, want dan wordt hun beleid onderuit gehaald of hun keuze om dat toe te staan.

Boris [00:31:45] In ontwerp loop 2 waar jullie die die werkpakket hebben overgenomen, welke fase in het ontwerp proces was dat? Dat is een beetje een grijs gebied voor mij.

Person A [00:32:03] Sowieso zijn de definities van het ontwerp best wel grijs. Want je begint altijd met een voorkeurs alternatief vanuit de verkenning. Maar sommige projecten, die hebben al een heel abstract voorkeursalternatief. Dat was bij ons een ruimtebeslag met een principe oplossing in grond of constructie. Nou dat was overal in principe in grond uitvoeren, tenzij het standaard profiel niet past. Dan werd het een maatwerk locatie en die maatwerk locatie was eigenlijk nog niks van bepaald. In praktijk kom je daarna altijd bijna op constructies uit waar huizen staan of wat er dan ook. Op dat moment was er dus een ruimtebeslag bekend en de keuze om te versterken in grond. Dat zijn VKA's. Er zijn ook VKA's waar de oplossing is vastgelegd per locatie. Dat zijn ook VKA's. Die van ons was dus vrij abstract. In loop 1 zijn we geëindigd met het her eiken van het standaard dwars profiel in grond, omdat er bijvoorbeeld in de overslag debieten uitgangspunt werden gewijzigd. Dat we meer water over de dijk gingen toestaan, dus daardoor werd het principe profiel ook lager. Dus je moet zien dat Loop 1 een her eiking van het VKA op gewijzigd beleid en ontwerp uitgangspunt. Loop 2 was echt al een uitwerking van het ontwerp waarin de principe oplossingen per locatie vast lagen. Dus dat was per maatwerk locatie bepaald, gaan we hier een as verlegging bijvoorbeeld naar buiten buitenom doen of een dijk versterking volledig naar binnen. Als dat niet past gaan we hier een scherm toepassen of een steil talud of wat dan ook. Besluit zijn hier ingenomen, gemotiveerde besluiten op die ontwerp oplossing. Dat was Loop 2 en dat noemde heel veel mensen dan VO ontwerp of zo, maar dat zegt niet zoveel uit. En loop 3 was er een definitief ontwerp. In die zin dat het definitief voor de omgeving helder was wat er ging komen. Type constructie ook, exacte locatie van de constructie, lengte van het tracé van de constructies etc. Maar nog geen technisch DO.

Boris [00:34:56] Nee dat is de laatste fase volgens mij

Person A [00:35:01] Ja dat is loop 4. Dus ja, je hebt dan DO, definitief ontwerp voor de plan producten in loop 3. En je hebt een DO technisch dat je ook technisch echt weet wat de dimensies zijn, dat is loop 4. En loop 2 was dus eigenlijk gewoon de principe oplossingen per maatwerk locatie.

Boris [00:35:43] Jullie hadden kostenoverschrijdingen en dat had niet te maken met circulair gaan ontwerpen, maar het had te maken met dingen zoals de stikstof regelingen en ook dat materialen gewoon duurder zijn geworden. Heeft dat juist weer ervoor gezorgd dat jullie ook gekeken hebben naar andere materiaalkeuzes en bijvoorbeeld het hergebruiken extra van grond om die kosten te dekken? Door ook wat meer circulair te gaan kijken in kostenreductie, want circulair betekend ook de grondstoffen niet uitputten en dan heb je ook minder die fluctuaties van bijvoorbeeld materiaal prijzen.



Person A [00:36:33] Dat is absoluut de reden geweest. Budget was ook gewoon een doelstelling en de KPI stond gewoon steeds in het rood. En dus komt er al heel veel focus op kostenreductie. En dat ging hand in hand met die kunststof schermen. Dat heeft ook meegespeeld met behoud van de bestaande buiten talud. Ontwerp is zo aangepast dat het de bestaande buiten taluds zoveel mogelijk kon behouden. Dus ja dat speelde zeker mee. De grootste reden voor kostenoverschrijding is eigenlijk twee dingen. Eentje is de eerste kostte ramingen, die zich denk ik al gemaakt in 2016 ofzo. Als je kijkt naar die dijkversterking, die wordt uitgevoerd tussen 2021 en 2025. Daar zit al bijna 10 jaar indexering tussen. Dat wordt eigenlijk niet goed verwerkt in die ramingen. En een ander deel is gewoon dat het detailniveau van het ontwerp impliceert dat bepaalde kosten er niet zijn aan de voorkant. Als je weer eventjes in je hoofd neemt wat ik zei dat ruimtebeslag met dat principe profiel. Als je dat principe profiel in grond oplossing over het hele tracé van 13km kilometer uitrekent. Dan kom je gewoon flink geldtekort als je alle moeilijke hoekjes nog moet gaan oplossen. En voor al die moeilijke hoekjes worden wel inschattingen gedaan, maar die zijn echt onderschat. Dan wordt ook vaak gezegd van, nou zo'n maatwerk locatie, als je daar bijvoorbeeld een constructie moet maken, dan valt ook een stuk grondwerk tegen weg. Wat je normaal zou maken ter plaatse van het huis. Dat wordt dan ook weer eraf getrokken, maar er komt zoveel bij kijken om een woning in te passen. Niet alleen de constructie, maar ook gewoon de hele aankleding, de detaillering eromheen etc. Je komt allemaal dingen tegen die je in die eerste raming helemaal niet ziet. En dan zie je dat in elke loop wordt er meer bekend van dat soort punten, wat er allemaal nodig is. En als alles bekend is zijn kosten deskundig ook goed in om de af te prijzen. Maar alles wat niet bekend is, is heel moeilijk om af te prijzen. En dat wordt dus onderschat. Er wordt daar te optimistisch naar gekeken.

Boris [00:51:59] Waarom was Waterschap terughoudend met de invulling op het duurzaamheidspakket?

Person A [00:52:17] Duurzaamheidsbeleid is überhaupt nog in ontwikkeling. Op een gegeven moment is er wel ambitie om iets met duurzaamheid in de projecten te gaan doen. Maar er is nog niet expliciet beleid van we willen zoveel dit en dat in 2030 of 2040. Van mij mogen ze daar veel explicieter in zijn. Om naar de projecten toe die verplichting op te leggen. En daaraan vasthangt, dat er dus ook geen budget is gereserveerd om die doelen te bereiken. Dus je komt in de eerste discussie, het mag wel duurzaam zijn, maar de lat weten we niet hoe hoog die ligt, en het daar is geen budget. Dan moet je wel van goeie huize komen om toch initiatief te nemen om ermee aan de gang te gaan. De makkelijkste weg die je dan kan kiezen is gewoon te zeggen nou, dat doen we er wel iets aan, maar dat is niet echt aantrekken natuurlijk. Wat als we iets verzinnen wat geld kost dan is er geen budget. En als we niks verzinnen dan is er ook niemand die ons erop aanspreekt, want er is ook geen norm gesteld of geen eis.

Boris [00:53:35] Want je spreekt ook geen markt aan op die manier natuurlijk.

Person A [00:53:39] Nee, en het volgende is ook als er dan wel goede ideeën zijn en die kosten geld, of die brengen risico's met zich mee of die vragen om een beleidsaanpassing. Meestal vraagt het één van die drie dingen. Dan is altijd de eerste vraag ja, wie gaat dat risico dan voor zich nemen? Want niemand die wil dat risico naar zich toetrekken. En dan mag van mij wel wat duidelijker de targets of doelen opgezet worden. Als jij gewoon als Nederland nu zoveel

reductie wilt behalen in 2030. Dan mag van mij Waterschap ook wel uitspreken, en dan niet alleen voor zijn kantoorlocaties, maar ook voor zijn projecten. En ja, dat kost op de korte termijn geld.

Boris [00:54:28] Maar jullie hebben wel het initiatief genomen om gewoon dat stukje over te nemen en in dat stukje zit meer risico bij, bijvoorbeeld met die damwanden.

Person A [00:54:40] Sowieso als ik praat voor Dura Vermeer, waar ik voor werk, we hebben gewoon doelstellingen met betrekking tot CO2 reductie. En daar willen we ons aan houden, want wij weten ook wel dat dat er aan zit te komen dat bedrijven daar gewoon op aangesproken gaan worden. Of in aanbesteding of via een andere weg, via wetgeving of wat dan ook. Ik denk dat we daarop voorgesorteerd zijn een paar jaar geleden. Dat zijn expliciete doelen wat we aan reductie willen behalen. Daar is ook beleid op gemaakt. Er zijn ook mensen in dienst gekomen, hele afdeling waar persoon B bij zit, en die brengen dat actief onder de aandacht op de projecten. Dus die gaan daaraan sleuren. En dat belang hebben wij wel. En wij zijn natuurlijk enorm oplossingsgericht. Dus op een moment dat we dat als doel krijgen, dan komt er linksom of rechtsom een idee om dat te bereiken. Er is genoeg kennis op de werkvloer drive en ambitie om dat waar te gaan maken. Alleen als je die norm die stelt, en je wordt wel afgerekend op de risico's die het met zich meebrengt, dat is natuurlijk niet aantrekkelijk om daar mee aan de gang te gaan.

Boris [00:55:57] Als je nu moet reflecteren op dat Bouwteam proces, zijn daar eigenlijk condities, naar jouw mening, wat voor een betere uitkomst zou zorgen op het gebied van circulair bouwen. We hadden het over de normen die gesteld moeten worden en het beleid vanuit de overheid. Wat zijn nou echt aspecten nog bij het bouwteam die daarbij helpen?

Person A [00:56:31] Kijk wat helpt in z'n algemeenheid in een Bouwteam dat je wel alle kennis beschikbaar hebt. Of iets haalbaar is en uitvoerbaar. Wat ook helpt bij Bouwteam is dat je toch tot een realistische prijs komt. Kijk, als jij duurzaamheid normaal in concurrentie moet aanbieden. Dan krijg je toch het spanningsveld tussen van hoe concreet zien we in de duurzaamheid? En hoeveel gaat ons dat kosten? En eigenlijk wil je dan wel een stukje verkoop doen van we zijn heel duurzaam. Maar eigenlijk wil je dat daarna weer kunnen afzwakken omdat je dat budget niet volledig hebt kunnen meenemen in concurrentie. Anders wordt je te duur. En nu kun je eigenlijk gewoon all the way gaan in het uitspreken van jouw ambitie. Daar ook geldt voor reserveren in de twee fasen contract in het Bouwteam. En dan kun je dat ook gewoon nakomen, dan is dat belang minder aanwezig. Dat is wel een voordeel. Stukje risicoafdekking ook, maar ook de tijd om iedereen er in mee te nemen als je iets wil bereiken. Waardoor een risicoprofiel weer af kan nemen. Dat was bijvoorbeeld ook met die maakbaarheidsproef voor het kunststof. En dat kan in een bouwteam als je die tijd ook hebt. Als je hem even afpelt, bestaat de bouwcombinatie uit drie bouwbedrijven, twee ingenieursbureaus, landschap ontwerper en diverse adviseurs. Dus als je nu eenmaal afpelt hebben we eigenlijk het Bouwteam gedaan met negen organisaties. En er is dus een hele brede kennis beschikbaar,

Boris [00:58:47] Is dat een stukje kennismanagement? In het vorige interview vertelde je dat je inderdaad veel kennis bij elkaar hebt, maar dat moet wel goed gebruikt worden of

aangesproken worden. Want je moet weten waar die kennis ligt? Jullie zijn namelijk grote bedrijven.

Person A [00:59:23] Het heeft ook wel te maken met eigenaarschap. Het begint gewoon met visie en eigenaarschap. Kijk, die kennis gaat niet in actie komen als je hem niet aanwendt. En om die kennis, de goede kennis, in te schakelen moet je wel eerst een stukje visie hebben, eigenaarschap om ergens voor te gaan. En omdat het een regie opdracht is, zit je niet geklemd met budget. Tenminste, heb ik nooit zo gevoeld. We hadden wel taakstellend budget, maar er was gewoon budget op gegeven voor het werkpakket om dingen te doen. De kennis was heel breed beschikbaar, dus dan gaat het meer om van, heb je gewoon een goed idee waar je wil voor gaan. En eigenaarschap van één of twee mensen die zeggen dit gaan we gewoon waarmaken en die gaan dan die kennis mobiliseren. Die gaan dat regelen.

Boris [01:00:14] En wordt er dan vervolgens een e-mail gestuurd en naar de afdeling circulariteit. We willen dit en dit ontwikkelen weet jij het netwerk van mensen binnen in je bedrijf wie daar meer van weet? Is dat ook een stukje kennismangement?

Person A [01:00:35] Dat is geen rechtlijnig proces. Het heeft met heel veel factoren te maken. Het is het is toch wel vaak probleem gestuurd, daar begint het mee. Even op dat kunstof ingezoomd, we hebben een uitdaging om een piping oplossing te verzinnen, gegeven het grondbeleid wat net is ontwikkeld en gegeven die kostenoverschrijding die er op dat moment was. En dan moet je het op het idee komen door die losse uitdagingen met elkaar te verbinden en dan in één keer te zien van als we voor die kunstof damwanden gaan, kunnen we die puzzel weer leggen.

Boris [01:01:23] En zet je de mensen bij elkaar voor een brainstormsessie?

Person A [01:01:29] Toen op een gegeven moment we dat idee hebben ingebracht. Toen hebben we eerst gekeken, in het managementteam, van is het überhaupt een acceptabel variant. Dan kijk je wel vanuit de disciplines van omgeving, project beheersing, contracten en techniek. En toen hebben we wel een besluit genomen om het in ieder geval te gaan onderzoeken en uit te werken. En toen is het werkpakket door het technische team opgepakt. En als je dan een soort basisonwerp hebt, dan is het weer het betrekken van de uitvoering expertise, omgeving etc. Dus het gaat een beetje stap voor stap. Het is ook niet zo rechtlijnig als ik het nu zo vertel. Achteraf blijkt dat heel rechtlijnig. Wat voor mij heel bepalend is geweest, is op het moment dat het stil komt te staan of dat er twijfel is dat er gewoon eigenaarschap, leiderschap is om er toch mee door te gaan. Om die drempel weer over te gaan. Om die weerstand weg te nemen of door te drukken. En als je dat niet hebt, dan gaat dat gewoon niet lukken. Dan kun je nog alle expertise en kennis hebben, maar dan loop je vast. Voor kennis management wat volgens mij ook heel cruciaal is, is dat alles is aanbod gestuurd? Hoe moet je het zeggen? Er wordt eigenlijk nooit een hulpvraag gesteld. Er zijn wel voorbeelden van bedrijven die zeg maar een intranet hebben of een communicatieplatform waar een vraag wordt gesteld door een collega en je bent gewoon verplicht om eventjes wekelijks of er een vraag waar zit waar jij heel goed een antwoord op kunt geven. En als je dus een bedrijf hebt met de duizenden medewerkers is er altijd wel één of twee mensen die dat aan de orde hebben gehad. Die gewoon echt een ervaring kunnen beschrijven die dat aan de hand hebben gehad. En die je echt kunnen helpen. Maar de cultuur is niet tenminste bij

ons bedrijf niet, om zo'n vraag te stellen. Om goed te beschrijven wat je probleem is, wat je vraag is. En dan zeg tegen de organisatie wie kan mij hiermee helpen? Je kan proberen, zeg maar te beschrijven wat iedereen weet, en dan wordt het aanbod gestuurd. Dan ga je zeggen van nou ja, ik heb verstand van dat en dat. En dan hoop je maar dat niemand jou vindt op basis daarvan. Maar vraag gestuurd is eigenlijk, vind ik, zou in theorie veel makkelijker te organiseren zijn. Maar die cultuur krijg je niet voor elkaar om een hulpvraag te stellen. Ik heb dit wel in andere bedrijven gezien.

### C.2.2.3 Person B interview 1

<b>Name</b>	<b>Person B from contractor Dura Vermeer</b>
<b>Project</b>	Wolferen-Sprok
<b>Role within the project</b>	Sustainability expert
<b>Date of interview</b>	08-09-21
<b>Interview duration</b>	50 minutes

Boris [00:00:10] Wat was jou rol in Wolferen-Sprok.

Person B [00:00:14] Ik ben adviseur duurzaamheid en ben eigenlijk pas aangehaakt op het moment dat we ook begonnen echt met het ontwerp dus dat we het project al begonnen te maken. Tijdens het ontwerp kwamen er wel achter dat eigenlijk we wat meer ambities hadden dan wat we tot nu toe in de plannen hadden bedacht. Dus ja, toen zijn we echt begonnen met eerst maar eens kijken wat zijn de ambities van een Waterschap? Wat zijn de ambities van de aannemer combinatie dat hebben we eigenlijk met je tot één verhaal gesmeed. En dan zit er eigenlijk twee onderdelen in één is het verminderen van CO2 uitstoot. Bijvoorbeeld door het verminderen van het maar van de hoeveelheid materiaal die je nodig hebt of door het slimmer of duurzamer te maken. En dat gaat echt over de hele levensduur, dus van grondstoffen winning tot en het weer uit het werk vrij komt om opnieuw ingezet kan worden of gerecycled of gestort moet worden. En het andere deel is inderdaad meer op zich circulariteit ingestoken. Dus hoe ga je om met de materialen die vrijkomen uit je werk? Hoe zorg je ervoor dat de materialen die ik nu weer opnieuw aan ga brengen zo duurzaam mogelijk zijn en weer hergebruikt kunnen worden? Dat was wel een gedoe om dat ook zeg maar nog een beetje kwantitatief te maken. Zij hebben dat op dit moment meer op de hoeveelheden ingestoken. Dus zoveel ton gaan we hergebruiken, zoveel ton is hoogwaardig, zoveel ton is laag waardig en zoveel ton gaan we afvoeren.

Person B [00:02:20] Met circulariteit kan je eigenlijk twee keuzen maken. Je kan het per volume doen of per gewicht gaan. Nou ja, wij hebben daarvoor per gewicht gekozen. Het heeft er ook een beetje mee te maken dat sommige materialen natuurlijk wel wat waardevoller zijn dan andere zoals bijvoorbeeld damwanden. Dat weegt nogal wat en dat is natuurlijk ook staal. Dus als je daar dan niks mee doet dat is gewoon heel erg zonde. Terwijl als je die per volume gaat bekijken dan valt het eigenlijk misschien wel mee. Want dat is natuurlijk gewoon zo'n profieltje de hele tijd. Dat betekent wel dat kunststof wat minder impact heeft, want die zijn misschien wat interessanter om per volume te berekenen. Maar ja, we hebben gewoon even gekozen dat we alles in tonnen doen

Boris [00:03:29] Het duurzaamheidsambitie rapport bevat zowel alle circulaire en duurzaamheids strategiën?

Person B [00:03:29] Ik heb een rapport geschreven over zowel de CO2 als de circulariteit. Ik moet het wel zeggen het grootste gedeelte van het rapport gaat over CO2 omdat je circulariteit is vooral, je rekent het er komt wat uit en dan heb je doel wel of niet gehaald en dan kan je eventueel nog wat over zeggen. Terwijl op CO2 kan je ook nog heel veel grafiekjes maken en ook in en uitzoomen enzo.

Boris [00:03:58] Er waren in de tenderfase niet echt duurzaamheidsambities maar werden in ontwerp loop 0 vastgesteld. Dit werd gezamenlijk vastgesteld met de opdrachtgever?

Person B [00:04:17] Ja, zo heb ik het in elk geval begrepen. Er waren wel ambities, maar die kwamen niet zozeer tot uiting in de tender. Ik geloof dat we in de tender vooral een soort kansen dossier hadden waarbij we dingen op duurzaamheid hebben aangeboden. Maar ja, kansen dossiers ken je misschien wel, als opdrachtgever niet zegt van ja dat willen we ook, dan gebeurt dat niet. Omdat het een kans is en niet, een harde belofte. Het Waterschap heeft natuurlijk gewoon zoals elk Waterschap gewoon ambities op het gebied van duurzaamheid, ook zowel opgelegd als dat ze misschien zelf nog een stapje extra willen doen. Wij hebben zelf ook wat ambities. Als je dan in zoon groot project als dit niet aangrijpt om iets te gaan doen met duurzaamheid en circulariteit, dan mis je de boot.

Boris [00:05:12] Dus eigenlijk hebben jullie ook nog gekeken kunnen we nog wat meer doen dan alleen de ambities van de cliënt?

Person B [00:05:19] We hebben ze een beetje samengevoegd, want er zijn natuurlijk wat ambities die in dezelfde lijn liggen.

Boris [00:07:17] Hoe hebben jullie deze circulaire strategieën bedacht. Komt dit alleen vanuit de aannemer combinatie?

Person B [00:07:56] Nou, het ligt een beetje aan de duurzaamheidsmaatregel of oplossing die we hebben bedacht wie daarbij betrokken is. Over het algemeen is het echt een samenwerking tussen allemaal disciplines omdat je elkaar echt nodig hebt. Kijk, ik kon natuurlijk vrij snel laten zien dat kunststof damwanden zeker op CO2 maar ook op circulariteit goed kunnen scoren. En we hebben ook best wel veel proeven, moet ik moet ik zeggen gedaan, met die kunststof damwanden omdat we ze iets langer wilden hebben dan normaal geloof ik. En opdrachtgever wilde zeker weten dat het werkte. Dus we hebben daar ook wel echt proeven mee gedaan van krijgen we ze de grond in, hoe werkt het, etc. Hierbij had je veel verschillende disciplines nodig. Maarja, er zijn ook dingen waarbij misschien wat minder disciplines betrokken zijn. Ik ben even op zoek naar een voorbeeld. We zijn nog bezig met het asfalt bijvoorbeeld. We hebben wel gezien dat de opbouw die we nu hebben dat het daar nog waarschijnlijk een tandje duurzamer kan. En bijvoorbeeld ook het kiezen van de asfalt mengsels dat kan een stuk duurzamer. Maar kijk, voor de constructie heb je best wel veel disciplines weer nodig, want daar moet natuurlijk kostprijs ook weer iets van zeggen en de uitvoering iets van zeggen. En er moeten natuurlijk de ontwerpers en constructeurs ook nog iets over zeggen van ja voldoet dit wel aan alle eisen. Voor asfalt mengsels kiezen, is het soms wat meer alleen de asfalt deskundige en duurzaamheid deskundige en misschien een heel klein stukje kostprijs. En als het het hetzelfde kost is het geen probleem. Daar zijn dan wat minder mensen bij betrokken.

Boris [00:11:03] Dus als er meer mensen bij betrokken zijn, zijn de oplossingen lastiger te bepalen? Want anders kan snel beslissingen op eigen houtje nemen.

Person B [00:11:12] Dat merk ik wel met zo'n groot project als Wolferen-Sprok. Het team draait aan alle kanten, je bent met veel mensen en soms gaan er mensen weg, soms komen er mensen bij. Ik ben uiteindelijk een soort spin in het web, omdat ik van iedereen informatie nodig heb om te kunnen berekenen. Kijk, ik kan heus wel op basis van mijn ervaring al vrij snel zeggen van dat is wel duurzaam, niet duurzaam of dat gaan we onderzoeken. Maarja, je merkt wel dat je niet bij elke beslissing altijd even goed bent aangehaakt. Ja of je moet gewoon een aantal speerpunten meegeven en dat het ontwerpteam daarmee aan de slag gaat. En dan zie je daarna wel wat er uitkomt.

Boris [00:12:43] Hoe komen die circulaire varianten tot stand?

Person B [00:12:59] Over het algemeen is het zo dat als het even het ontwerp zowel van de opdrachtgever als van ons al zoveel mogelijk uitgaat van een grond oplossing. Omdat het gewoon heel veel goedkoper is dan een damwand oplossing. Dus in principe is het zo dat als het even kan en al voor een grondoplossing is gekozen. Dus meestal is het niet meer het verhaal dat ik een variant hoef af te wegen van okee gaan we damwand doen of gaan we gewoon grond oplossing doen omdat die keuze al is gemaakt. En grond oplossingen zijn in principe voor duurzaamheid ook beter

Boris [00:15:23] Wat ik in de literatuur had gevonden is dat het nog wel eens lastig is in te schatten of iets circulair is of niet.

Person B [00:17:46] Dat is zeker lastig ook omdat je veel verschillende termen hebt en wat waardeer je meer. Stalen of plastic damwanden zijn allebei van een heel groot deel gerecycled materiaal gemaakt.

Boris [00:18:12] En hoe komen jullie dan op die op de materialen van de damwanden?

Person B [00:18:23] Dat is een goeie vraag. Ik heb idee dat het wel vanuit de de aannemerscombinatie is gekomen? Volgens mij wel. Volgens mij kwamen wij ermee van laten we dat ook op meer plekken gaan doen en laten we kijken of dat ook kan voor plekken die we misschien nu nog niet op het oog hebben.

Boris [00:18:44] Is dit ook zo gegaan voor de dijkbekleding?

Person B [00:18:52] Ja, zeker die dijkbekleding, dat we daar ook iets mee willen dat komt ook wel echt uit de aannemerscombinatie. Het is een beetje tweedelig dat we daar echt iets mee gaan doen. Dat komt wel vanuit ons, maar dat we juist focussen op die dijkbekleding dat is ook een beetje natuurlijk vanwege het Waterschap. Kijk, het wordt maar op een klein gedeelte toegepast dus het zal niet heel veel effect hebben op het totaal resultaat. Maar waarom we er dan toch op focussen is omdat die dijkbekleding echt specifiek materiaal van de Waterschappen is. Dijkbekleding zie je niet in bij een weg of bijgebouw of op een industrieterrein. Dat is echt iets van de Waterschappen. En dan is het niet zo gek dat als het specifiek materiaal echt alleen voor hun is, dat je daar voor hun ook iets probeert op te doen omdat je daar anders nooit iets mee doet.

Boris [00:21:01] Dus eigenlijk voor jezelf om te innoveren.

Person B [00:21:04] Ja, voor onszelf om een beetje innovatie op te zoeken, maar ook om de Waterschappen wat opties te geven. Van okee wat zou je ermee kunnen doen. We hebben op dit moment nog geen besluit over de dijkbekleding genomen. Kijk, het mooiste qua circulariteit is natuurlijk als je de betonnen zuilen die de er nu inzitten eruit kan halen en kan schoonmaken en even kijken welke nog voldoen. En degene die voldoen weer terugzetten. Maar ja, dat moet ik dus wel schoonmaken en je moet ze opnieuw zetten. En ja dan is best best lastig, want je hebt dus en dat schoonmaken maar ook dat terugzetten. Als je nieuwe beton zuilen inkoopt komen die al in een grit aan. Dus dan pak je dat grit op en heb je in één keer een heleboel van die beton zuilen in één keer geplaatst. Terwijl als je dat nu terug moet zetten, dan moet je het of dus eerst terug laten zetten in zo'n grid. Of je moet een heleboel met de hand gaan zetten. En dat is natuurlijk zowel arbo technisch als qua tijd niet heel ideaal. En ja, ik moet nog zeggen dit verhaal bedacht we pas later. Niet meteen bij ontwerp loop 0, maar ik geloof in ontwerp loop 2 of 3. En dan dan ligt er al best wel veel vast. Niet alleen qua ontwerp, maar ook hoe je het qua planning gaat doen. En dan kan je er niet zomaar nog zo'n oplossing er even tussen schuiven. Dit is echt een oplossing die je eigenlijk al in de tender moet gaan bedenken om te zorgen dat je die ruimte kan pakken voor de planning. En hoe ga je het precies doen? Moet je dan nog dingen uitzoeken of net zoals die kunststof damwanden een keer een proef mee doen.

Boris [00:23:22] Een grotere impact maken op circulariteit is dus wel beter omdat al heel ver vooraan in het ontwerpproces aan te pakken.

Person B [00:23:30] Ja, dat geldt voor de voor de meeste dingen, want dan heb je de tijd om het verder uit te zoeken. In de planning, in de kostprijs en in de fasering om alles mee te nemen. Hoe later je het doet dan krijg je een beetje de optie dat je optie A of optie B kan doen. Bijvoorbeeld voor asfalt als je niet op tijd nadenkt over de constructie, dan kan je alleen nog maar kiezen tussen mengsel A of B. Dat kan ook op zich best duurzaam zijn, maar dan heb je die eerste stap niet gemaakt en juist in termen van hoeveelheden en ga je wel of niet hergebruiken dat zit echt helemaal in het begin. Ik zeg altijd als je duurzaamheid niet meteen mijn begin betreft dan loop je al 1-0 achter. Dat merk ik ook met een project, waarbij je dus eigenlijk pas na het winnen van de tender aanhaakt of pas heel laat in een tender. Dan zijn er gewoon al beslissingen gemaakt. En dat kan je niet zomaar zeggen van okee, nu gaan we het helemaal anders doen.

Boris [00:24:31] De tender fase is dus het belangrijke moment?

Person B [00:24:34] Zelfs soms als je als je al een soort ontwerp van opdrachtgever krijgt en daar mag je niet van afwijken. Als zij niks durzaams hebben bedacht dan wordt het dus alleen maar kiezen uit duurzamere materialen en niet ook nog duurzamer ontwerpen. En juist in dat ontwerp kan je het meeste impact maken.

Boris [00:25:16] Is het ook nog mogelijk deze circulaire impact maken in het ontwerpproces of eigenlijk alleen in de tender fase?

Person B [00:25:31] Ja, wel een beetje. Kijk het ligt natuurlijk ook wel een beetje aan een proces. Bij Wolferen-Sprok hadden we op zich tijdens de ontwerp loops ook nog best wel veel



ruimte om af te gaan wijken van wat we hadden bedacht. Maar er zijn ook best wel veel projecten dat als je eenmaal iets hebt bedacht en dat hebt ingediend je niet zomaar in één keer zeggen dat je het helemaal anders gaat doen.

Boris [00:25:59] Is dat specifiek aan een bouwteam of niet?

Person B [00:26:04] Nou wel een beetje denk ik aan een proces van dat je met opdrachtgever ook nog naar het ontwerp gaat kijken.

Boris [00:26:10] Oh, en dan kan je die ruimte misschien creëren.

Person B [00:26:13] Ja, dan kan je die ruimte ook nog creëren. Ik heb nu ook een ander dijkversterkingsproject en daar heeft de opdrachtgever voor een deel wel heel veel ontwerp vrijheid gegeven en voor een deel niet. Nou ja, dan zie je al wel dat we in die tender echt die ruimte ook nemen op het gebied waar we dat verschil wel kunnen maken, terwijl wat is vastgezet word, nou ja dan kan je nog een beetje schuiven maar daarna houdt het al vrij snel op. Soms moet je die ruimte nemen. En ik denk dat dat wel een voordeel van een Bouwteam kan zijn. Dan zit je toch als opdrachtgever en opdrachtnemer anders in de wedstrijd omdat je toch meer die samenwerking gaat opzoeken in plaats van compleet vasthouden aan de letter van het contract. Dat kan wel helpen om daar een slag in te maken. Maarja, ik denk ook dat de grootste slag ook is als we ze zo ver mogelijk van tevoren de duurzaamheid erin brengen. En dat kan zowel opdrachtgever alvast doen in zijn eigen plannen als op het moment dat wij een project starten, dat we dan meteen beginnen met de mensen op duurzaamheid.

Boris [00:28:48] Had je veel met partijen moeten samenwerken om die circulaire strategieën vorm te geven?

Person B [00:28:54] Ja, best wel. Kijk, aan de ene kant moet je altijd de samenwerking opzoeken, aan de andere kant moet je ook wel zorgen dat je uiteindelijk ook een beslissing ergens overneemt. Ik vind het zelf altijd heel erg helpen als als zeg maar de ondersteuning, ook vanuit het management team komt dat die het ook heel erg dragen. En als opdrachtgever er ook nog voor wil gaan is het helemaal mooi. Maar als het een beetje iets is van o ja, we hebben iemand die ook nog wel iets op duurzaamheid doet maar men vindt het niet interessant, want we hebben al zoveel andere dingen om aan te denken. Ja, dan loop je heel erg te trekken. Het mooiste vind ik altijd als mensen vanuit het project juist mij ook een beetje opzoeken van hé, we hebben een idee. Zou dit duurzamer zijn? Ja of nee? Of kan je ons hiermee helpen? Of hé we dit doen hoeveel gaan we dan af op vooruit? Dat is natuurlijk veel leuker dan dat ik alleen maar loopt te pushen van hé kunnen we hier nog wat mee of daar nog wat mee? En het helpt natuurlijk ook, ik bedoel ik, ik ben in me eentje. Nou ja, oké, ik heb wel collega's waarmee ik een beetje kan sparren hoor. Maar even gechargeerd, ik ben in mijn eentje terwijl er zitten nog 50 andere knappe koppen in het team. En circulariteit is niet altijd alleen maar tot op de punten en de komma berekenen. Het is soms ook gewoon iets groter denken en een stapje terugzetten, kunnen we niet iets innovatief doen of helemaal out of the box denken? Daar heb je niet persé alleen maar mij voor nodig maar juist ook ontwerpers voor nodig die project helemaal van A tot Z begrijpen en eigenlijk een beetje een stap durven maken om iets radicaals voor te stellen.

Boris [00:32:23] Ik had ook van persoon A gehoord dat je een lunch lezing had gehouden over de circulaire economie, 9R principes en nog wat andere dingen. Was dat meer om de mensen ook op de hoogte te brengen in het project op het gebied van circulair bouwen om te kijken waar ze zelf aan kunnen denken?

Person B [00:32:45] Het had meerdere doelen. Ten eerste dat ze überhaupt wisten dat we iets met duurzaamheid op dit project willen gaan doen. Ik bedoel als mens niet van weten, dan kunnen ze er natuurlijk ook niets mee. En ten tweede ook een beetje uitleggen van okee wat houdt het in? Waar kan je dan aan denken? En als derde, een ook een beetje over onze ambities vertellen en uitleggen hoe je dat dan zou kunnen aanpakken. Dus ja, eigenlijk om ook een beetje een handvat te bieden.

Boris [00:34:36] Wat waren nou echt de voordelen en nadelen om te werken in bouwteam met betrekking op circulair ontwerpen?

Person B [00:34:46] Laten we even met de nadelen beginnen. Een nadeel is wel denk ik zoo'n team is echt ontzettend groot. En dat betekent soms wel dat je enige moeite hebt om te vinden wie je moet hebben, of dat er in één keer iets besloten is en dat is natuurlijk wel een nadeel.

Person B [00:37:11] Laten we dan nu even naar de voordelen gaan en dat is dat je veel meer afstemming kan opzoeken. En dus dat je ook veel meer kan overleggen over wat aannemers willen en wat opdrachtgever wil en hoe je dat bij elkaar kan brengen. En je kan ook veel meer laten zien over hoe je duurzaamheid aanpakt. En je kan ook veel meer vragen aan elkaar stellen. Een van de Waterschapsleden moest een keer een presentatie geven voor andere Waterschappen. Nou ja, in plaats van dat die alleen maar iets uit de rapporten vist, kan je gewoon even bellen of mailen met mij voor meer input. Nou ja, dat doe je misschien niet als je echt als opdrachtgever en opdrachtnemer aan tafel zit. Dan ga je niet zomaar met Jan en allen communiceren over je project als je dit eigenlijk zelf net niet in de vingers hebt. Ik denk niet dat je dat zomaar doet in een in een willekeurig project. Die basis van samenwerking moet je al hebben. En het is ook veel beter uitlegbaar als iets niet gaat lukken. Bijvoorbeeld één van onze ambities hebben we omhoog gesteld omdat we het eigenlijk al vrij makkelijk hadden gehaald. Maar we hebben ook één van onze andere ambities naar beneden moeten bijstellen omdat het gewoon niet haalbaar bleek.

Person B [00:39:37] Als je al in die samenwerking zit kan je ook helemaal gewoon uitleggen waardoor er komt. Tuurlijk kan dit in een ander project ook maar dat is veel meer verdedigend. Terwijl dit was nu meer open van, hé er is dit en dit gebeurt en daarom gaat dit niet meer lukken.

Boris [00:39:53] En de aannemerscombinatie, hielp dat ook met het ontwikkelen van de circulaire strategieën?

Person B [00:40:07] Ja dat wel als je met meerdere aannemers zit, iedereen heeft een beetje zijn eigen specialisme. Als we niet met Ploegam om in de combinatie hadden gezeten, weet ik niet of we überhaupt aan elektrisch materieel hadden bedacht omdat we het project al gewonnen hadden. Dus ja, ik denk dat je wel wat aan elkaar hebt. Je kan gebruik maken van

elkaars expertise en je kan daarin ook wat van elkaar leren. En als combinatie zit je wat gelijkwaardiger in de wedstrijd natuurlijk dan als je met onder aanneming werkt. Niet dat we nu geen onder aanneming hebben, maar het is natuurlijk wel wat anders in de wedstrijden dat je zoiets hebt van, oké we hebben allemaal een aandeel in de combinatie. Dan als je zegt van één is dat hoofd en de rest moeten maar doen wat hoofaannemer zegt.

Boris [00:41:05] Je vertelde dat de team grootte het lastig maakt om de juiste persoon voor de gevraagde informatie te vinden?

Person B [00:42:34] Kijk, wij hebben natuurlijk ook wel eens SharePoint met ook contactgegevens en wie welke rol heeft. Maar ja, daar gaan de mensen wel eens weg en dan komen mensen er wel eens bij. En dan moet je dat allemaal weer opnieuw leren. Het maakt het ook wel lastiger omdat je veel mensen van de andere kant niet kent van de andere aannemers. Dus dan heb je wel veel nieuwe gezichten, terwijl je in je eigen organisatie als je een project doet, dan ken je de meeste mensen wel.

#### C.2.2.4 Person C interview 1

<b>Name</b>	<b>Person C from Waterschap Rivierland</b>
<b>Project</b>	Wolferen-Sprok
<b>Role within the project</b>	Contract manager
<b>Date of interview</b>	17-09-21
<b>Interview duration</b>	90 minutes

Boris [00:00:05] Ik vroeg me eigenlijk af misschien dat je wat kon vertellen wat jouw rol was in het bouwteam.

Person C [00:00:14] Ik ben contract manager bij het Waterschap al een jaar of zes. Ik heb dit project vanaf 2016 zo'n beetje begeleid. Dus toen zaten we nog in de verkenning daar moet je dus eigenlijk een voorkeurs alternatief vaststellen. Ik was meer verantwoordelijk voor het aansturen van het ingenieursbureau, zeg maar het contracteren en contact gerelateerde zaken. Maar ook het opstellen van een mark benadering. Dat betekend eigenlijk hoe ga je nou met de markt om? Welke samenwerking ga je aan? Ik stond dus aan het roer van het ontwerp team gedachten die we nu ook toepassen. Soort van twee fasen contract blijkt nu, maar vroeger noemden we dat nog niet zo. En in de plan ontwikkelingsfase ook als contract manager. Daar ben ik voornamelijk verantwoordelijk voor de contractuele afhandelingen van de zaken. Zoals inkopen via de de combinatie, maar ook het opstellen van het contract, de eindverantwoordelijke voor de realisatie. En daar zitten we nu inmiddels in.

Boris [00:01:28] Kan je me wat vertellen over het duurzaamheidspakket? Deze was in ontwerp loop 0 verantwoordelijkheid van de opdracht gever en dit is later ingevuld door de aannemerscombinatie.

Person C [00:03:21] Het was inderdaad zo, wij hadden bedacht dat dat duurzaamheid wel een echt expliciet werk pakket was en dat hadden we bij de opdrachtgever als eindverantwoordelijke inderdaad neergelegd. En je merkte op gegeven moment dat het een beetje over is gegaan en naar de opdrachtnemer die dat meer oppakten. Ik denk achteraf dat met name een stukje affiniteit is belangrijk. Het is best wel een breed begrip. Wat doe je? Hoe doe je dat? Wat voor plan maak je? Dat had dat er mee te maken had. Maar ook omdat de combinatie best wel in het plan van aanpak een hele duidelijke doelstelling had geformuleerd. Die ons wel aanstond. Dus zo kwamen ze eigenlijk wat meer in de leed. Dus die eind verantwoordelijkheid die verschoof niet. Maar het is meer vanuit een stuk kennis en expertise is dat een beetje verschoven en ook gewoon een duidelijk plan met name denk ik van de combinatie ja die ons wel beviel omdat er ook verder te brengen.

Boris [00:04:46] Dus is die verantwoordelijkheid is verschoven in loop 1 of 2?

Person C [00:04:54] Ja, ik denk dat dat inderdaad zo'n beetje. Ik moet eerlijk zeggen ik heb bijna een half jaar ook weggeweest voor jouw beeld. Dus ik heb een stuk niet meegemaakt. Einde loop 2 ben ik weer ingestroomd. Die overdracht was toen net geweest.

Boris [00:05:37] Ten aanzien van de onderwerp loops is voor zover ik weet hebben we loop 1 gebruikt op het voorkeursalternatief te bestendigen. Dus we hebben gekeken van het gene wat ontworpen is past dat ook, zeg maar binnen de huidige kaders. Op basis van ervaring van de combinatie. En in ontwerp loop 2 was echt meer het bestendigen van het ruimtebeslag. Dat heb je nodig voor de procedures om die te doorlopen. Dus daarbinnen kun je dan bewegen, maar daarbuiten niet. Die was heel erg gericht van hoe ver moeten we met die grond oplossing naar buiten. Of kan hier een damwand? Of moet er iets anders komen? En hoeveel ruimte heb je dan nodig? Zodat er ook input is voor je projectplan die dan in een procedure gaat.

Boris [00:06:30] Ja voor de executie van het werk bedoel je?

Person C [00:06:35] Ja projectplan Waterwet is eigenlijk gewoon een juridische basis. Om voor ons het werk buiten uit te kunnen voeren. Dus je moet dat heel goed verantwoorden van waarom je bijvoorbeeld 10 meter nodig hebt en waarom niet minder of meer? Bijvoorbeeld huis moet slopen of allerlei gronden moet aankopen of wat dan ook moet je heel goed kunnen verantwoorden de keuze die je hebt gemaakt en ontwerploop 2 was daarop gericht. Dat was ook een hele belangrijke, ook in de mijlpalen. Want op een gegeven moment gaat die procedure lopen en die is heel lang, die loopt gewoon bijna een jaar zeg maar. Dus daar lag echt de focus op. Dus toen nog niet zozeer volgens mij inderdaad op duurzaamheid. Dat is pas wat later gekomen.

Boris [00:07:20] Behalve wat wel op duurzaamheid is vastgesteld was dat jullie grond zouden gaan hergebruiken. Maar dat was niet uit een oogpunt van circulair bouwen maar uit een oogpunt van kostenreductie. Kan je me iets vertellen hoe vanaf ontwerp loop 3 de aannemer combinatie de circulaire strategieën zijn gaan ontwikkelen?

Person C [00:08:16] Je kan daar het beste persoon A van Royal Haskoning DHV spreken die weet hier meer over. We hebben allerlei trade-off matrixen gemaakt voor verschillende oplossingen. In hoeverre daaraan duurzaamheid bijvoorbeeld ook een circulariteit ook een rol speelde weet ik niet precies. In hoeverre daar ook circulariteit en duurzaamheid een criterium was. En als het zo was geweest in hoeverre dat doorslaggevend is geweest.

Boris [00:09:06] Wat ik heb meegekregen via de Dura Vermeer was dat er binnen hun organisatie veel duurzaamheid ambities zijn. Bij Waterschap waren binnen de organisatie deze duurzaamheidsambities er minder.

Person C [00:09:52] In die zin is het wel herkenbaar dat althans het is een beetje afhankelijk wie je het vraagt. Binnen het Waterschap hebben we wel mensen die met duurzaamheid bezig zijn. Maar het is heel lastig om daar echt beleidskeuzes van te maken. We hebben eigenlijk geen concrete duurzaamheidsbeleid. Met andere woorden, bijvoorbeeld de financiering daarvoor, dat is een heel groot vraagstuk. Dus waar je in de projecten mee te maken hebt is dat we heel veel willen. We vragen het ook uit en we krijgen allerlei mooie plannen en vervolgens zit altijd daar een prijskaartje aan. Niet altijd, maar vaak wel. En daar is eigenlijk geen financiering voor zeg maar.

Boris [00:10:48] Nee dat klopt maar de circulaire strategieën die wel zijn doorgevoerd, zijn juist doorgevoerd om kosten te reduceren, zoals de plastic damwanden. Door bijvoorbeeld de staalprijs. Maar ik weet bijvoorbeeld dat bij de damwanden er geld moest vrijkomen om het onderzoek te doen. Om zo het risico geld te reduceren voor de uitvoering. De opdrachtgever heeft het vertrouwen gehad door daar alvast geld aan uit te besteden om zo het risicoprofiel te verlagen. Kan je me daar wat meer over vertellen?

Person C [00:11:57] Het speelveld dat je hebt is dat we een bepaalde keuze moeten maken en dat we natuurlijk zeker willen weten dat het ook uitvoerbaar is. Daarom hebben we ook de marktpartij erbij betrokken om dit soort dingen juist uit te vogelen met elkaar. Dus aan de ene kant wil jij als opdrachtgever een bepaalde zekerheid, maar als opdrachtnemer ook. En als je dat niet krijgt, betekent wel dat je dan op een veel grotere risico reservering uitkomt. We hebben ook wel met elkaar gedacht van, als we die proeven uitvoeren dan krijgen we daar zekerheid op of dat goed kan. Omdat het toch een specifieke ondergrond is en die damwanden gaan best wel diep. Of het uitvoerbaar is en of die dijk daar ook veiliger door wordt. Aan de andere kant was de gedachte dat je dan daardoor ook juist de risico reservering omlaag kon krijgen. Door deze investering te doen.

Boris [00:12:57] Wat vond je fijn om het werk in het Bouwteam en wat mogelijk beter kan?

Person C [00:13:03] Wat een heel fijn is en dan in een in een Bouwteam is dat er ontzettend veel kennis aanwezig. Bijvoorbeeld op duurzaamheid, nou die kennis kunnen wij wel weer uit vragen en halen maar dan is het weer een ingenieursbureau die ermee aan de slag moet. Je hebt zeg maar heel veel zaken onder één hoede. Je hebt dan gewoon één team waarin ontzettend veel expertise zit en waar de capaciteit met deze expertise heel snel ingeroepen kan worden. Duurzaamheid is één voorbeeld daarvan. Maar ook ten aanzien van de risico's die in één keer optreden als bijvoorbeeld stikstof zoals hoe we omgaan met de stikstof uitstoot en kunnen we het project überhaupt uitvoeren. Nou, daar hebben we ontzettend veel capaciteit, maar ook kennis nodig had over de laatste ontwikkelingen daarin. Als je een ingenieursbureau weer aan boord hebt, 2 zelfs, dan is het heel makkelijk schakelen om de juiste kennis aan tafel te krijgen en dus met ja, voldoende informatie besluiten te nemen. En ook het zijn hele andere culturen waarmee je te maken hebt. Maar je ziet dat de opdrachtgevers toch wat meer risicomijdend zijn en daardoor ook volledig voor de kwaliteit gaan en redelijk makkelijk de planning kunnen opschuiven. En dan zie je bij de aannemer bijvoorbeeld dat hij juist naar buiten wil. Zijn werk is niet binnen een plan maken. Hij wilt graag het zo snel mogelijk uitvoeren. Maar juist die mix van verschillende belangen en verschillende culturen. Dat vind ik zelf ook al een winst te zijn, het is ook best wel wennen voor iedereen. Maar het zorgt voor een goed balans.

Boris [00:15:36] Wat vond je wat moeilijk was in het werken in een Bouwteam?

Person C [00:15:46] Laat ik zo zeggen, samenwerking in een bouwteam maar wat voor samenwerking, intensieve samenwerking dan ook, die maakt het natuurlijk wel complex. Dus je hebt heel veel verschillende belangen. Je hebt heel verschillende meningen en je bent heel erg in detail bezig om alles door te spreken en te bespreken. Heeft ook een voordeel natuurlijk dat je die discussies maar gehad heb en dat je daar hetzelfde over denkt. Maar het vergt wel wat organisators om dat in goede banen te leiden. Kijk, ik zou niet adviseren om een

Bouwteam ook voor allemaal kleine projecten te gaan doen. Omdat je best wel veel moet optuigen vanuit verschillende partijen en het kost ook wel tijd om met elkaar één plan te hebben, gedeeld beeld over verschillende zaken. Dus dat kost gewoon heel veel tijd. En dat is heel anders als je gewoon zegt want ik wil dit hebben en aan de andere kant voeren ze het uit.

Laat ik het zo zeggen het gaat met name over de intensiteit waarin je alles met elkaar moet bespreken. En vooraf kost dat heel veel tijd. Als jij vooraf een heel duidelijk plan hebt met elkaar. Van hoe gaan we het doen? Dat bedoel ik meer. Ik zie juist wel een versnelling doordat die aannemer aan boord is. Want wij hebben als ik naar dit project kijk, is volgens mij geen één project zo snel de plannen werking doorlopen. Dus door de frictie krijg je wel resultaat, laat ik het zo zeggen. Alleen, je moet wel keuzes maken van voor welk project is het wel geschikt en voor welk niet. Welk project heeft het nodig omdat je best wel veel moet optuigen, je moet best van energie steken in de samenwerking en in een gedeeld beeld krijgen. Dat vergt gewoon veel aandacht. Wat het nog wel lastig maakt is dat je probeert heel duidelijk verantwoordelijkheden te scheiden, omdat je ook naar de volgende fase gaat en dan je ook wel weten wie waarvoor verantwoordelijk is geweest. Ondertussen wil je wel juist gebruik maken van elkaars krachten. Dus dat loopt een beetje in elkaar. Dus dat is lastig maar wel noodzakelijk om het te laten slagen.

Boris [00:18:59] Denk je dat het duurzaamheid pakket eerder had overgenomen moeten worden? Was het net op tijd?

Person C [00:19:06] Ja, ik denk dat het achteraf misschien zelfs die verantwoordelijkheid bij de marktpartij neer kan leggen. En dat die dan wat spoor trekt, zeg maar. Zij hebben ook een heel helder plan

Boris [00:19:28] Maar de aannemer is toch nog sowieso verantwoordelijk voor het voor het ontwerp behalve de besluiten die genomen worden?

Person C [00:19:36] Ja, kijk duurzaamheid is meer van hoe ga je de doelstellingen die je met elkaar afgesproken hebt halen? Nu waren ze dan wel verantwoordelijk voor het ontwerp, maar niet voor het duurzaamheid pakket. Daar zie je dat die twee niet persé samen hoeven te lopen.

Boris [00:20:02] Kan je een voorbeeld geven bij wat voor onderwerp bijvoorbeeld?

Person C [00:20:08] Kijk, wij hebben allerlei doelstellingen bijvoorbeeld iets van 98% hergebruik of iets dergelijks. Dat is een van de doelstellingen die je dan wil halen. Daarvoor waren wij eindverantwoordelijk om die doelstellingen te behalen. Het is natuurlijk heel erg gerelateerd aan het ontwerp. Dus vanuit die gedachte zou je ook kunnen zeggen dat dan misschien de aannemer beter die eind verantwoordelijkheid kunnen dragen.

Boris [00:20:45] Omdat die aannemer met het ontwerp bezig is?

Person C [00:20:46] Ja, omdat die natuurlijk met het ontwerp bezig is en omdat daar gewoon meer expertise zit in mijn beleving. Kijk, bij het Waterschap is er geen afdeling duurzaamheid of een team. Dus daar zie je het al gebeuren dat de kennis en expertise binnen een

organisatie, zoals Rivierland, dat deze best wel beperkt is. En ja, dan wordt het ook vrij lastig om iets in in goede banen te leiden. Kijk wij hebben best wel expertise over materiaal soorten en dat soort dingen. Maar dat zijn geen duurzaamheidsadviseurs zoals persoon B van Dura Vermeer. Wat dan wel natuurlijk nog complex is, is dat die aannemer zich kan inspannen om bepaalde dingen te behalen. Maar die is wel afhankelijk van de kaders. Dus als iets meer gaat kosten, ja dan is die wel afhankelijk dat het geld er ook komt. En daar zit dan weer de opdrachtgever zijn rol. Bijvoorbeeld de aannemer zegt, ik wil een bepaalde type damwanden gebruiken, want deze zijn duurzamer, dan moet het ook wel betaald worden. En daar heeft hij geen invloed op. Die kaders moeten dan helder zijn en dan zou het dan wel een soort van inspanningsverplichting moeten zijn.

Boris [00:23:01] Kan je me wat vertellen over het vormgeven van duurzaamheidsambities?

Person C [00:24:07] Wij hebben de duurzaamheid als een van de aspecten uitgevraagd ook in de plan van aanpak bij de aanbesteding. Het plan van aanpak is ook heel goed beoordeeld. De werkwijze en de die de de combinatie heeft gedaan. Dus dit willen we bereiken en dat gaan we zo en zo doen. Wat het wel lastig heeft gemaakt was van we gaan 88% meer dit, 40% meer dat. Het is lastig ten opzichte wat van wat ga je dat dan waarderen. Dus wat is je beginpunt en is het een traditioneel project? En wat is dan een traditioneel project? Elk project is weer anders of is het dat je het ten opzichte van je voorkeursalternatief doet. Dat maakt het wel heel lastig om die ambities zeg maar heel scherp te krijgen.



### C.2.2.5 Person D interview 1

<b>Name</b>	<b>Person D from Waterschap Rivierland</b>
<b>Project</b>	Wolferen-Sprok
<b>Role within the project</b>	Technical manager
<b>Date of interview</b>	17-09-21
<b>Interview duration</b>	90 minutes

Boris [00:00:21] Wat was jou rol in het Bouwteam?.

Person D [00:00:46] Ik was één van de sleutel personen die in de in de tender is aangeboden als technisch manager voor het hele ontwerp team, Het Bouwteam, Waterschap, W+B en de aannemerscombinatie waarbij een heel aantal rollen vervuld waren door het waterschap, omgevings manager, contract manager, manager project beheersing. En er was een technisch manager vanuit de combinatie en manager plan producten dat was W+B. Zo had je uit de drie partijen die in het bouwteam zaten een vertegenwoordiger. En iets later is ook persoon A van Dura Vermeer ook vanuit de aannemerskant nog opgenomen om meer op contract management/risicobeheersing. Dus eigenlijk de kennis en belangen van de aannemers te behartigen. Binnen het ontwerp team was ik dan verantwoordelijk in hoofdzaak natuurlijk het integrale ontwerp. Dus dat is eigenlijk het uitwerken van het voorkeurs alternatief naar definitief ontwerp. Alternatieve studie op de mee koppelkansen en de maatwerk locaties. En onder mijn werkveld viel ook de ruimtelijke inpassing en de conditioneerde onderzoeken, kabels en leidingen. We deden het allemaal gezamenlijk in het bouwteam. Je had wel bepaalde werkpakketten waar wel één persoon zeg maar of soms ook een organisatie in eerste instantie verantwoordelijk voor was. Die zaten daar dan ook minder op.

Boris [00:03:08] En die werkpakketten zijn in ontwerploop 0 vastgesteld en invulling gegeven?

Person D [00:03:59] In de aanbestedingsfase waren de werk pakketten in een wat simpelere vorm beschreven. In de eerste paar weken zijn we eigenlijk gezamenlijk gestart met het opstellen van een plan van aanpak voor de planuitwerkinsfase. Dus echt één gezamenlijk plan van aanpak, waarin toen ook die werkpakketten nader zijn uitgeschreven. Maar ook de raakvlakken tussen onderling goed zijn benoemd en de inhoud van goede relaties zijn zodat dat eigenlijk wel goed doordacht was en op elkaar aan sloot.

Boris [00:04:27] De samenwerking aspecten van het Bouwteam en core values?

Person D [00:04:35] Ja inderdaad, wat we belangrijk vonden. En ook die hele aanbesteding voor de voor de bouwcombinatie was ook vooral kwaliteit gedaan en op houding en gedrag. Dat was een beetje toch wel waar we op gescoord hebben toen. Dat hebben we toen doorvertaald naar de project doelstellingen en de ontwerp team doelstellingen.

Boris [00:05:46] En wat is er besloten op het gebied van circulair bouwen in de ontwerp loops 1 t/m 4?

Person D [00:05:58] We waren in aanbesteding ook gevraagd om een kansen dossier in te dienen. We hebben een aantal kansen, waaronder ook een kans op duurzaamheid en circulariteit. Dus dat was eigenlijk één kans waar wat meer dingen inzaten, ook over CO2 reductie hergebruik etc. Dat had niet heel hoog gescoord. Niet gezegd van dat we die kans gaan lichten formeel. Uiteindelijk is er toch best wel veel van wat we voorgesteld hadden en waar we mogelijkheden zagen hebben wel uiteindelijk vorm gekregen. Maar het was meer omdat duurzaamheid een taak was die bij het Waterschap lag in formele lijn. Het Waterschap en ook het projectteam hadden toen nog niet echt een hele duidelijke ambitie van wat willen we nou en waar willen we naartoe. Dus eigenlijk ook in die eerste fase dat we met elkaar het plan van aanpak aan het schrijven waren, dat er toen eigenlijk gewoon met het verder vormgeven en uitschrijven van het werkpakket duurzaamheid pas echt gezamenlijk vorm heeft gekregen. En ja, daar hadden we toen ook voor die kans al best wel goed over nagedacht en zagen mogelijkheden. Je ziet dus ook dat het Waterschap er nog niet zo heel erg over na had gedacht en dat het ook wel bleek dat Waterschap er niet persé geld voor had of voor over had. Dat is altijd een beetje onduidelijk gebleven. Maar het is niet zo dat het Waterschap Rivierenland een hele duidelijke ambitie had op dat moment. Dus het was toen ook wel een beetje zoekend van wat kun je nou bereiken zonder dat het heel veel extra geld gaat kosten?

Boris [00:08:02] En in ontwerp loop 2 zag ik dat het de invulling van het werkpakket door de aannemer combinatie is overgenomen.

Person D [00:08:50] Ik was technisch manager vanuit voor het ontwerp en dus eigenlijk gewoon voor het hele proces gecombineerd eigenlijk met de planstudie. Vanuit de organisatie van Waterschap was er een technisch manager die eigenlijk meer de beheer en onderhouds kant waarborgde en eigenlijk ook gewoon een hele goeie intermediair was naar de eigen organisatie. Dus die lijntjes die liepen daar heel goed mee. Maar met duurzaamheid had hij eigenlijk ook nog nooit echt te maken gehad. En ja die heeft hier enorm mee lopen worstelen van ja, we hebben niet echt een hele duidelijke ambitie, en wat willen we hier nou, en wat kunnen we nou praktisch handen en voeten aan geven? Om toch verder komen dan kijken waar het schip strandt is de aannemer hier mee bezig gegaan. Want een aannemer ziet natuurlijk ook als iets gewoon fijn is voor de voor de uitvoering of goed voor de portemonnee. Nu wordt natuurlijk altijd al wel gekeken of iets herbruikbaar is. Het gaat natuurlijk vooral om zijn er nou mogelijkheden om op duurzaamheid en op circulariteit een extra stap te maken die niets logischerwijs al volgt uit wat de aannemer altijd al zou doen door een slimmer logistiek en kostenbesparingen. Daar is toen wel een tijd mee geworsteld. En ja, toen kwamen we toch gaandeweg qua invulling steeds meer op van wat we al vanuit de ingediende kans en wat we daarop bedacht hadden terugkwam. Dat werd uiteindelijk toen een beetje de invulling van het werkpakket. En dan zie je ook dat het heel erg afhangt van haalbaar maken. Dat zie je alweer met de linkt van het uitvoeringsplan met logistiek van de aannemer. Persoon B van Dura Vermeer kwam toen ook in beeld, op een gegeven moment, om bij de keuzes die we gingen maken om daar dan al duurzamer in te zijn. Ja dus toen is het werkpakket ook op een gegeven moment doorgeschoven qua inhoudelijk trekker.

Boris [00:11:49] Je zit aan dus aan tafel met de opdrachtgever. En er was nog weinig invulling op het werk pakket van hoe zou je dat nou moeten realiseren of waarborgen. Hoe komt het dan opeens dat aannemerscombinatie zegt, laten wij dat werkpakket overnemen?

Person D [00:12:19] We hebben natuurlijk gekeken binnen het ontwerpteam. Wij zaten daar met allemaal goede mensen uit verschillende organisaties met een gezamenlijk doel. En we hebben eigenlijk wel geprobeerd om best voor project steeds te redeneren van wie wat moet doen. Dus het feit dat op een gegeven moment persoon A van Dura Vermeer ook bij het managementteam is gekomen. Dat was ook omdat het duidelijk was dat bepaalde belangen misschien nog wat beter moeten behartigen. In mijn technisch ontwerpteam heb ik ook gewoon geo techneuten van het Waterschap gehad die dus niet het werk van de aannemer aan het controleren waren, maar die gewoon voor mij sommen aan het maken waren. En in mijn team zaten ook mensen van Witteveen+Bos. Op die manier wel gewoon kijken van, hé wie hebben nou de juiste expertise in huis om gewoon het werk te doen. Dus formeel is het volgens mij nog steeds de verantwoordelijkheid gebleven van het Waterschap. Maar opgeven met wel gezegd van, okee laat nou iemand die er gewoon meer affiniteit en verstand van heeft de concrete invulling van het werkpakket gaan doen.

Boris [00:13:52] Je communiceert met elkaar en dan kom je eigenlijk tot conclusie dat het misschien toch beter is bij ontwerp loop 2 dat iemand anders er invulling aangeeft.

Person D [00:14:00] Wat er gewoon een beetje aan mankeerde is dat het natuurlijk gewoon een hot item is van, we moeten iets met duurzaamheid en met circulaire tijd. Dat is makkelijk gezegd. Maar het bleek dat er gewoon aan de voorkant bij het Waterschap nog niet echt heel duidelijk beeld was wat ze dan zouden willen. Het is niet zo dat het Waterschap een heel duidelijk beleid had. Dus je zag ook gewoon dat de mensen van Waterschap zaten te worstelen van wat willen we nou als organisatie. En tegelijkertijd was natuurlijk wel gewoon parallel begonnen, op allerlei vlakken, de trein te lopen. En waren er ook allerlei andere discussies die gevoerd moesten worden. Dus het is ook gewoon dat het om die reden gewoon een tijd eigenlijk een beetje bleef liggen. Het was gewoon te lastig om het goed handen en voeten te geven en daardoor kreeg het niet de prioriteit. En ja, op gegeven moment is gezegd van, we moeten er nu wel echt wat mee want gaan nu een ontwerp keuzes maken. Je moet ook voorkomen dat keuzes laat liggen en daarom hebben we toen ook onder andere persoon B van Dura Vermeer erbij betrokken.

Boris [00:16:01] Dat is wel het mooie aan het werken in een Bouwteam. Je kan sneller mensen erbij betrekken en iedereen kan invulling geven op een ander.

Person D [00:16:05] Ja, en het scheelde dat we in de tenderfase hier al goed over na hadden gedacht dat je ook kunt zeggen van, als we nou die en die kant opgaan nou dat levert zoveel op. Of is dit ook daadwerkelijk realiseerbaar. Je kunt een doel stellen maar er is natuurlijk ook gekeken van is dit ook gewoon een realistisch doel? Vanuit een voorkeursalternatief kwamen we uit de verkenningsfase. Er was toen wel gebleken dat we nog best wel wat grondonderzoek moesten uitvoeren voor de stabiliteitsberekeningen en op een hoger detail niveau te krijgen. Dus zowel het hele gebied eigenlijk een beter beeld te krijgen, dus gewoon intensifiëren en langs de dijkpalen zeg maar, maar ook in dwars profiel zodat je ook je berekeningen op een locatie beter kon maken. Ondertussen was het ook zo dat het omgevingsspoor, mensen moesten sneller geïnformeerd gaan worden over wat gaat er nou daadwerkelijk gebeuren en moet uw huis nu gesloopt worden. Of kunnen we zodanig optimaliseren dat uw huis juist ontzien wordt. En op een gegeven moment was ook al in de planning dan duidelijk dat je ook naar grondverwerving toe zou moeten gaan. Dus omdat het

eigenlijk allemaal zo in elkaar gedrukt is de twee fasen aanpak van het contract, dat het idee was als de procedure straks klaar is met het projectplan Waterwet dan start de directe uitvoering. Betekent het eigenlijk dat je dus voor je grondverwerving al heel snel duidelijkheid moest hebben welke percelen hebben we wel en niet nodig. En dan op de meter, dat is echt een heel hoog detail niveau eigenlijk. Hetzelfde gold voor de milieueffectrapportage die bij projectplan kwam. Had je toch dat dat voor heel wat natuur onderzoeken en zo dat je ook exact moest weten van hoe groot wordt het nou? Dus we moeten proberen om zo snel mogelijk zicht te gaan krijgen van hoe breed wordt die wijk nou? Het grondonderzoek liep nog toen die fase al afgerond was. Dus we hebben daar echt heel wat verbeterlagen kunnen doen. Dus er is voornamelijk een hele reductie geweest in grond volumes. In ontwerploop 2 is dat gewoon vastgeklikt uiteindelijk. In die ontwerp loop 2 kwamen de resultaten definitief binnen van het grondonderzoek en zijn er iteratief nog een heel aantal berekeningen gedaan. Dus eigenlijk was loop 1 gericht op de eerste reductie en loop 2 moest het helemaal definitief zijn. En we hadden op alle maatwerk locaties, dat zijn plekken waar met name woningen, monumenten en hun directe erfjes heel dicht bij de dijk zitten, iets anders gedaan. Dat werd vaak een constructie. Daar hebben we in het eerste ontwerp vooral gekeken van wat heeft echt invloed op het ruimtebeslag en in loop 2 de wat simpelere plekken waarvan je kunt zeggen van nou ja, goed, als daar gewoon een damwand komt voor langs dan is het gewoon op te lossen en vraagt het niet om extra ruimtebeslag.

Person A [00:23:01] Je ziet ook gewoon dat als je gewoon meer informatie hebt, verder in het project zit, dat je ook ten opzichte van z'n oorspronkelijke toets oordeel, van zo'n dijk, toch in sommige gevallen kan zeggen er hoeft toch niks te veranderen. Dus de eerste slag is echt wel gemaakt in een veel compactere dijk en met dus minder materiaalgebruik. Daarna is meer de slag gemaakt van, welke materialen en hoe kun je vrijkomende materialen nog goed gebruiken. Gebiedseigen grond is ook in de project overstijgende verkenning geweest in de afgelopen periode. Dus wat komt in een in een gebied of in een grotere omgeving vrij en kun je daar wat mee. En als dat wat minder hoogwaardig materiaal is, kun je daar dan bijvoorbeeld in je dijk ontwerp al rekening mee houden, zodat je toch kunt toepassen? Er was er een enorme druk om wel het ruimtebeslag te beperken. Er was dus niet echt de ruimte om naar een minder efficiënte dijk ontwerp toe, wat veel groter wordt zeg maar, maar daardoor meer materiaal kan toepassen.

Boris [00:24:28] Zoals meer erosie bestendige klei?

Person D [00:24:33] Ja, precies dat. Dat zijn dus dingen die we eigenlijk binnen dat profiel nog hebben gedaan. Maar je kunt ook denken aan de helling van het talud. We hebben nu gerekend met 1:3 of 1:3,5 profiel of zo. Maar als je hele slechte geo technisch grond hebt, zou je misschien ook met een taluds van 1:5 gebruiken.

Boris [00:24:49] Maar je wilt inderdaad dus dat traject zo snel mogelijk rond krijgen je in ieder geval niet in de problemen zit met die huizen.

Person D [00:24:55] Ja, precies dat was eigenlijk voor ons inderdaad de reden. Het moet wel binnen de bandbreedtes zitten waar we nu al in ons verkenningen en met onze optimalisatie bezig zijn geweest. Dat moet het wel een beetje zijn. Het is ook niet zo dat wij een grote uitwaartse graving voor de deur hebben aan de andere kant van de dijk. Waardoor je direct

allemaal materialen vrij krijgt op hele korte afstand. Dat het gekkenwerk zou zijn als je niet juist alles doet om dat te gaan verwerken. Dat hebben we allemaal niet. Die projecten waar deels al geweest. Alle grond die je zou moeten gaan gebruiken zou aangevoerd moeten worden. Dan gaan we in basis nog maar er even vanuit dat het een redelijk materiaal is en vervolgens hebben we gekeken wat er dan binnen ons eigen werk vrijkomt daar het uiterste voor gedaan om dit zo hoogwaardig mogelijk her-buiken is. Bij klei die op de dijk vrijkomt en het is niet helemaal helder welke kwaliteit dat is dus stop het maar in de berm en dan stellen we er geen eisen aan. Nee er is echt gekeken van hoe hoogwaardig kun je de klei zeg maar weer toepassen, en zijn er mogelijkheden om misschien zelfs de eisen nog wat op te rekken. Zodat je dat in ieder geval voor materialen die je op je eigenlijk werk vrijkomt kunt toepassen. En dan kun je misschien wel weer gewoon de reguliere eisen laten gelden voor klei die je gaat kopen en van elders.

Boris [00:26:17] Ja dus eerst gekeken waar je de meeste impact mee kunnen maken op het gebied van circulair. En daarna de wat kleinere dingen zoals de kunststof damwanden, dijkbekleding en bestrating. Kun je me iets vertellen over de financiering van de kunststof damwanden? De financiering die daarvoor plaatsvond is ongebruikelijk dit al te doen in de Bouwteam..

Person D [00:28:18] Kunststof damwanden worden in de G&W sector al vaker toegepast. Als beschoeiing of als kwel scherm. Het wordt wel gewoon vaker gedaan. De zorg die we erbij hadden was dat het gaat op een aanzienlijke lengte of een diepte waarop ze moeten worden aangebracht. En dat we dus hier bij Wolferen-Sprok een dunne kleilaag hebben en vervolgens een zandige ondergrond die af en toe ook echt bestaat uit heel dicht gepakt zand, hoog conus weerstand. En die combinatie geeft de vraag krijg je dat eigenlijk wel de grond in? Want het is natuurlijk toch een slappe plank. En eigenlijk zou je het liefst willen naar iets wat zo minimalistisch mogelijk is. Want eigenlijk de enige functie die het heeft is, het moet waterdicht zijn en het moet een bepaalde sterkte en stevigheid hebben om de grond in te komen. Maar verder eigenlijk ook niet. Dus als het bewijs van spreken een folie zou zijn geweest, dan zou het ook goed zijn geweest. Nou dat is op dat soort dieptes allemaal niet aan de orde. De leverancier had het ook nog nooit tot exact die diepte gedaan, maar wel een paar meter minder. En ook in Limburg in harde ondergrond enzo. Dus het leek allemaal wel kansrijk. Alleen het was nog niet eerder gedaan. Er bleek dus gewoon een risico bestaan dat het in de praktijk toch zou tegenvallen en dat je toch voor een deel van het traject misschien terug zou moeten vallen op een traditionele stalen damwand. Als je zoals in het traditionele contract vorm ofzo als aannemen later in het traject aangehaakt, ja dan is het een kwestie van risico calculeren en misschien ook maar gaan voor het kunststof en een risico pot achter de hand houden. En die stop je je inschrijft prijs. Maar nu was er gezegd van, goh we voorzien dit en we hadden toen ook een risico reservering voor de terugval optie voor staal. Het ging natuurlijk ook over kilometers kunststof die de grond in moest. Als dat tegenzat was dan had je het alsnog over miljoenen. Dat is dan ook weer het mooie van een bouwteam dat je dan samen de afweging kunt maken van calculeren we dat risico in. Dan zit het in de inschrijvingsprijs die we met elkaar overeenkomen. Of gaan we nu een proef doen om te kijken wat dat de beste aanbesteding methode en beste plank is. En wat is de productie die je kunt halen? Maar ook wat is nou een realistische productiesnelheid en prijs die daaraan gekoppeld is. Dat is eigenlijk allemaal onderdeel geweest van van die proef. En toen is er de afweging gemaakt van je kunt daar mogelijk die risico reservering enorm naar beneden

brengen. We hebben een betere onderbouwde eenheidsprijs straks per kilometer of per plank. Maarja dat kost iets en is er wel bij het hoogwater beschermingsprogramma inderdaad gevraagd of zij die kosten in de planuitwerkingsfase al wilde betalen. Normaal gesproken wordt heel strikt gekeken van de kosten die samenhangen met de uitvoering, die vallen in de in de realisatie beschikking. Nu was het een beetje zo, als we dat nu al doen, kunnen we straks ook het budget voor de realisatiefase hoogst waarschijnlijk wat kleiner laten zijn. En met een laag risicoprofiel.

Boris [00:35:24] Grappig dat je in een bouwteam waarin je circulair wilt ontwerpen en nog niet alle informatie hebt of dat er toch nog een redelijk groot risicoprofiel is, misschien een mooie oplossing kunnen zijn. Omdat je eigenlijk vooraf al bepaald we gaan die test te doen. Zo kunnen we de risico pot verlagen bij de uitvoering?

Person D [00:35:49] Ja, dat denk ik echt. Want zo zie je de dat iedereen er relatief met dezelfde intenties in zit en de zelfde belangen. Maar de intentie van die aannemers was ook gewoon een project doen met een acceptabel risicoprofiel. Dat was eigenlijk gewoon ook de de inzet zeker. Met name ook gewoon een eerlijke boterham kunnen verdienen en met een beheerst risicoprofiel.

Boris [00:37:24] Er waren ook kostenoverschrijdingen gemaakt en die hebben jullie op meerdere manieren weten te reduceren waaronder de kunstof damwanden.

Person A [00:37:55] Die kunstof damwanden hebben ons zeker wat opgeleverd en delen van de eisen aan de grond. Dus de vrijkomende grond die weer goed toepassen. En kun je die ook misschien vanuit een functionele benadering bekijken. En een beetje wat reguleer in de leidraden staat of een beetje de oude leidraden. Dat is ook een beetje waar je met die dijk strekking zit. We hebben heel veel zaken die nog volgens de vorige normering waren. Dat waren allemaal technische leidraden met eisen enzo. Terwijl je nu naar faalkansanalyse gaat. En dat je ook veel meer uit het functioneren kan denken. Bijvoorbeeld, wat moet dit nou doen, moet het vooral erosie bestendig zijn of juist waterdicht die klei? Traditioneel heb je gewoon een paar klassen in klei en die hebben dan meerdere kenmerken in zich zitten. Als je dan zeg maar zo'n klei kwaliteit voorschrijft, ja dat geeft zo'n palet aan eisen dat heel wat vrijkomende klei misschien niet zal voldoen. En die zou je dan afwaarderen. Maarja, dat heeft inderdaad wel toe geleid dat we veel meer grond, gewoon klei die vrijkwam, alsnog weer als klei voor dijk kleding konden gebruiken. Zo hebben we ook naar de buiten bekleding gekeken, dus op plekken waar we eigenlijk niks hoefden te doen en waar het buiten talud eigenlijk gewoon behouden zou kunnen blijven. Ja, daar voldeed de klei kwaliteit vaak niet aan de strenge eis die er normaal gesproken voor geldt. En dan zou je zeggen dat je alsnog de klei bekleding moest vervangen. Zo zat het er oorspronkelijk in. Daaruit is ook gekeken veel meer vanuit zo'n probabilistische beschouwing en hebben we daar stappen in kunnen zetten.

Boris [00:41:40] En de opdrachtgever had daar vrede mee?

Person D [00:41:42] Het Waterschap is echt heel duidelijk hierin in meegenomen en moet zeggen dat het Waterschap daar ook echt wel voor open stond. Voor een deel hadden die ook wel eens iets van het het voldoet al jaren waarom zou het niet voldoen? En voor een deel ook wel uit de intentie van, het is toch van de gekke als die hier weer een meter klei gaan

afgraven en weer een meter klei moeten aanbrengen. Maar goed er is ook wel echt gezocht naar manieren om dat dan ook aantoonbaar te onderbouwen. Dat dat dus alsnog gewoon een veilige dijk is zonder dat je denkt van het is een soort onderbuikgevoel van het zou toch wel goed moeten gaan.

Boris [00:42:16] Naast het aantonen is wederzijds vertrouwen dan ook belangrijk.

Person D [00:42:19] Ja, maar dat is dus ook het leuke van het technisch team daar zaten dus gewoon specialisten van Waterschap en de andere allemaal bij elkaar. En daar werden eigenlijk dat soort discussies gevoerd en een methode bedacht. En dan had je ook weer de makkelijk lijn naar het Waterschap zelf. Dus je ziet ook wel dat daar dan gewoon makkelijk geschakeld kon worden. Tja, ik denk dat dat dat we in die zin best veel winst hebben gemaakt door inderdaad de opgave te verkleinen.

Boris [00:43:20] Wat bedoel je precies met opgave verkleinen?

Person D [00:43:26] Wat we aan de dijkversterking moesten doen. Eerst een grote stabiliteit berm aan de buitenkant, die hebben we helemaal weg kunnen rekenen. We hadden nog op hele stukken talud die ietsjes te steil leken of waar te klei bekleding niet goed genoeg leek te zijn. Dat hebben we ook gewoon onderbouwd kunnen aantonen dat dat eigenlijk toch wel bij nader inzien prima is en kan blijven liggen.

Boris [00:43:50] Was de vierde ontwerploop dan om de risico's te verkleinen?

Person D [00:43:59] Ja, dat ging inderdaad over risicobeheersing en ook om als dat aan de orde was tijd kritische zaken uit te zoeken en te regelen die voor de uitvoering dan snel nodig zouden moeten zijn. Maar dat dat heeft dus vooral toen wel gezeten op die ontgravingsprotocol en hergebruiken van vrijkomende grond. Dus hoe ga je daarmee om, kwaliteiten en een logistiek en zo. Dat heeft daar volgens mij voornamelijk op gezeten. En wat meer op detail niveau naar bepaalde zaken kijken.

Boris [00:45:35] Is hier ook gekeken naar het hergebruik van asphalt?

Person D [00:45:36] Eigenlijk is die hele verharding van de dijk, dat is de weg, die heeft een enorme vertraging eigenlijk opgelopen omdat er mee koppel kans bij Waalwijk is. Eigenlijk al van Gorinchem tot aan de Duitse grens bij wijze van spreken. En dat plan is eigenlijk even boven de markt gehangen en dat zou potentieel best wel veel invloed hebben. Wij hebben eigenlijk een dijk die je over het algemeen gewoon op de plek laat liggen, waar die ligt en waar een klein beetje op moet. Met name aan de buitenkant of tenminste aan de polder zijde dat er nog wat grond tegenaan moet. Omdat het zo lang nog onduidelijk was hebben we gezegd van ja, we gaan geen energie steken in het ontwerpen van de weg. Wel ideeën van goh, er zijn mogelijkheden om met meer asfalt granulaat toch weer in nieuwe mengsels terug te laten komen. Belangrijk uitgangspunt wel trouwens vanaf loop 1, in de verkenningsfase was het idee nog van de dijk die schuift een klein beetje naar binnen toe. Wat een beetje kenmerkend is voor de dijk bij ons is dat er dus een heel pakket onder het asfalt ligt van asfalt granulaat van de vorige dijkversterking. Dat was teerhoudend grotendeels met cement gemengd. Dat was eigenlijk de fundering geworden. En daarvan hebben we ook gedacht,

zodra je daar iets mee doen dan moet je dat gaan saneren. En in hoever je buiten het bestaande Q-net van je weg komt, hoe groter de kans is op ongelijke zettingen en een ander gedrag. Dus we hebben wel gedacht van, we moeten we als het enigszins kan proberen die dijk eigenlijk gewoon omhoog te tillen. Alles wat er zit zoveel mogelijk gewoon te laten zitten. Dat zie je dus ook uit in het ontwerp wat we uiteindelijk gemaakt hebben voor de wegverharding die is daar ook echt helemaal gaan onderzoekers van, hoe sterk is nou nog de bestaande weg? Die is op sommige plekken heel slecht, maar alsnog gekeken van wat zijn nou de mogelijkheden om deze te laten zitten. Tot welk niveau moeten we het weg vrezen en tot daar kunnen we het laten zitten? En daar weer op door te bouwen in plaats van te zeggen. We verschuiven de kruin toch al zoveel, we moeten alles opruimen en we beginnen gewoon weer van scratch met een hele nieuwe funderingsopbouw. Daar zit dus eigenlijk alweer hetzelfde principe. Deels ook van wat haal je op je hals met spul wat allemaal gesaneerd moet snel worden, maar ook uitgaan van de bestaande sterkte. Die die dijk ligt er al heel veel jaren en als je daarop voortbouwt hoef je niet een nieuwe puin laag en een volledig nieuwe asfalt bekleding. We kunnen misschien nu volstaan met gewoon alleen maar twee nieuwe deklagen. Ook daarin zie je in ons verhardingsontwerp gezocht hebben naar zoveel mogelijk laten zitten. En hoe kun je eigenlijk die bestaande verharding, die op sommige plekken echt wel te zwak was, eerder versterken met wapening en vervolgens meer asfalt lagen bijvoorbeeld. Dat heeft ook wel geleid tot een ontwerp die best wel over de lengte van de dijk allemaal andere trajecten heeft. Je verlengt eigenlijk de levensduur van een deel van de constructie en je vervangt datgene wat nodig is.

Boris [00:51:20] Zijn er over de dijk bekleding al besluiten genomen?

Person D [00:51:29] Ja, eigenlijk is de conclusie, overal kan gras. Alleen op een paar plekken is de beheerder, vanuit zijn ervaring, van mening dat er ergens wel een harde bekleding moet komen en zijn dat eigenlijk op de plekken waar het nu ook al ligt. Maar daar hebben we nog wel gekeken waar we het kunnen het laten zitten. Tja, daar is geen sprake van hergebruik van stenen, want die zijn Arbo technisch niet meer te doen.

Boris [01:00:05] Je had al een paar dingen genoemd wat voor elkaar is gekregen door het werken in het Bouwteam als het verminderen van kosten en qua tijd dat jullie binnen de beoogde tijd blijven. Wat vond je verder fijn in het werken van het Bouwteam?

Person D [01:00:59] Qua kosten ben ik ervan overtuigd dat dit echte de goede manier is, want we hebben dus nu ook Corona gehad. We hebben stikstof kunnen behapstukken binnen de tijd en we hebben dus ook een plan gemaakt wat ook voor de omgeving heel wat duidelijkheid heeft gegeven. Ik heb hiervoor ook plan studies gedaan waar je nog niet de aannemer aan boord had en waar je ook gewoon eigenlijk weer zo'n faseovergang hebt. En dan ga je weer aanbesteden voor het volgende en zo. Dat je dus ook in je hele milieueffectrapportage eigenlijk rekening moet houden voor allerlei ruimte die nog aan de markt moet laten. Je weet niet wie het gaat worden. Dus je moet ook rekening houden met iedere aannemer eigenlijk het werk zou kunnen maken met een bepaalde uitvoering s methode die hij nog moet gaan kiezen. Dus je ziet dat je dan ook allerlei worstcasescenario's in je effecten voor natuur die je misschien weer moet compenseren. Of dat je aan de omgeving niet duidelijkheid kan geven van de aannemer gaat het die en die manier doen. Maak je nou geen zorgen, ze gaan het echt niet op die en die manier doen. Dat zijn ook allemaal voordelen, wat mij betreft, dat die



aannemer aan boord is. Zodat wij gewoon in de tender fase al een eerste versie van het uitvoeringsplan hadden gemaakt en dat je dus dat ook al die tijd mee laat lopen. Dus dat je ook in je communicatie naar buitengewoon die dingen doet die nodig zijn. We hebben de onderzoeken gedaan die nodig waren voor wat we van plan waren te gaan doen en niet allerlei onderzoeken gedaan en effecten beoordeeld voor een mogelijke uitvoeringsmethode die niet aan de orde was. En je hebt omgeving kunnen informeren op de juiste manier van, dit is de uitvoerder en hij gaat het zus en zo doen. Omdat het ook allemaal zo in elkaar gedrukt was in de tijd moest het gewoon ook een heel hoog detailniveau uiteindelijk hebben. Qua uitwerking hebben we meer gedaan dan dat je normaal gesproken zou doen, dan zou er nog een heel ontwerp component en een afstemming component in je realisatie contract zou zitten. Je ziet wel, ten opzichte van wat het Waterschap oorspronkelijk dacht, dat de planuitwerkingsfase wel veel meer gekost heeft. Ik ben ervan overtuigd, maar is lastig omdat echt aan te tonen, dat we het risico profiel en de zaken die nog mis kunnen gaan veel beter getackeld hebben. En hoogstwaarschijnlijk niet gaan optreden. Maar goed, dat altijd lastig om achteraf te zeggen.

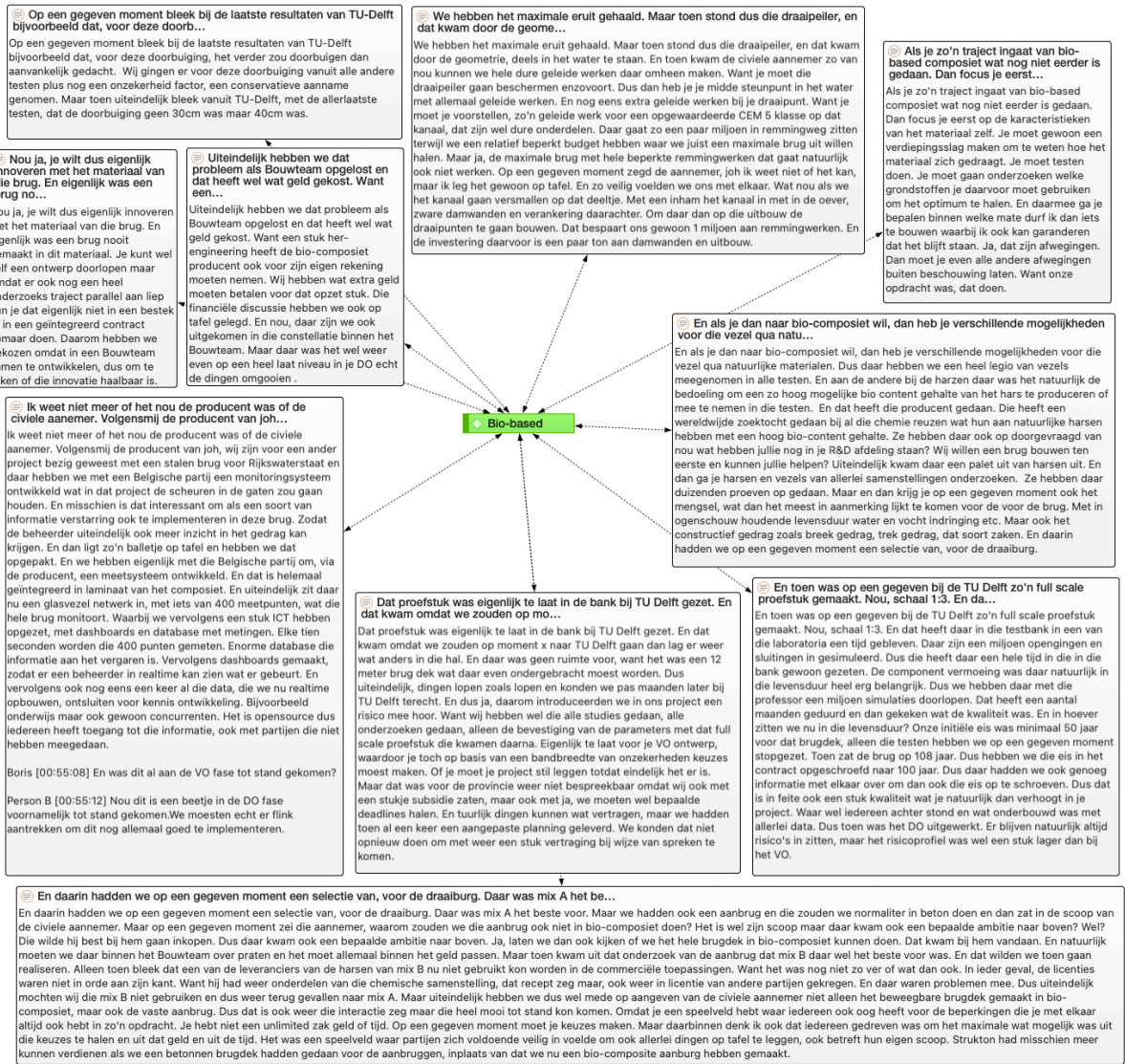
Boris [01:04:16] En wat vond je bijvoorbeeld lastig in bouwteam?

Person D [01:04:27] Nou, het was lastig dat we met veel partij zaten. Het blijkt toch dat, hoewel je met z'n allen denkt het over hetzelfde te hebben, dat je toch wat nuanceverschillen zitten wat je onder bepaalde termen verstaat. Zoals bijvoorbeeld wat onder 80% ruimtebeslag verstaat. We hebben wel eens wat een verschil van verwachtingen gehad. Dus wat versta je onder dingen en waar heb je het exact voor nodig? En dat hebben we gaandeweg wel beter in de steigers gezet en ook gewoon meer het gesprek met elkaar voeren en ook elkaar betrekken bij die verschillende stappen die je neemt, zodat je van elkaar beter weet wat je nou precies nodig hebt. Er mag van mij nog bij een volgende keer wat meer bewustwording gevraagd worden. Wat verwacht je van elkaar? Wat heb je echt daadwerkelijk nodig? En waarom heb je het nodig? En is dat haalbaar? Want het is wel eigenlijk de conclusie als je wil optimaliseren. En allerlei onderzoeken wil doen en tijdig duidelijkheid wil geven. Dat dat niet allemaal zo achter elkaar kan. Dus je moet inderdaad dat aan het begin van een proces heel goed met elkaar door spreken en kijken naar de planning. Dan en dan moeten dit er te liggen in die die vorm, want daar hebben het daar en daarvoor nodig, zodat je ook snapt waar het naar het voor is.

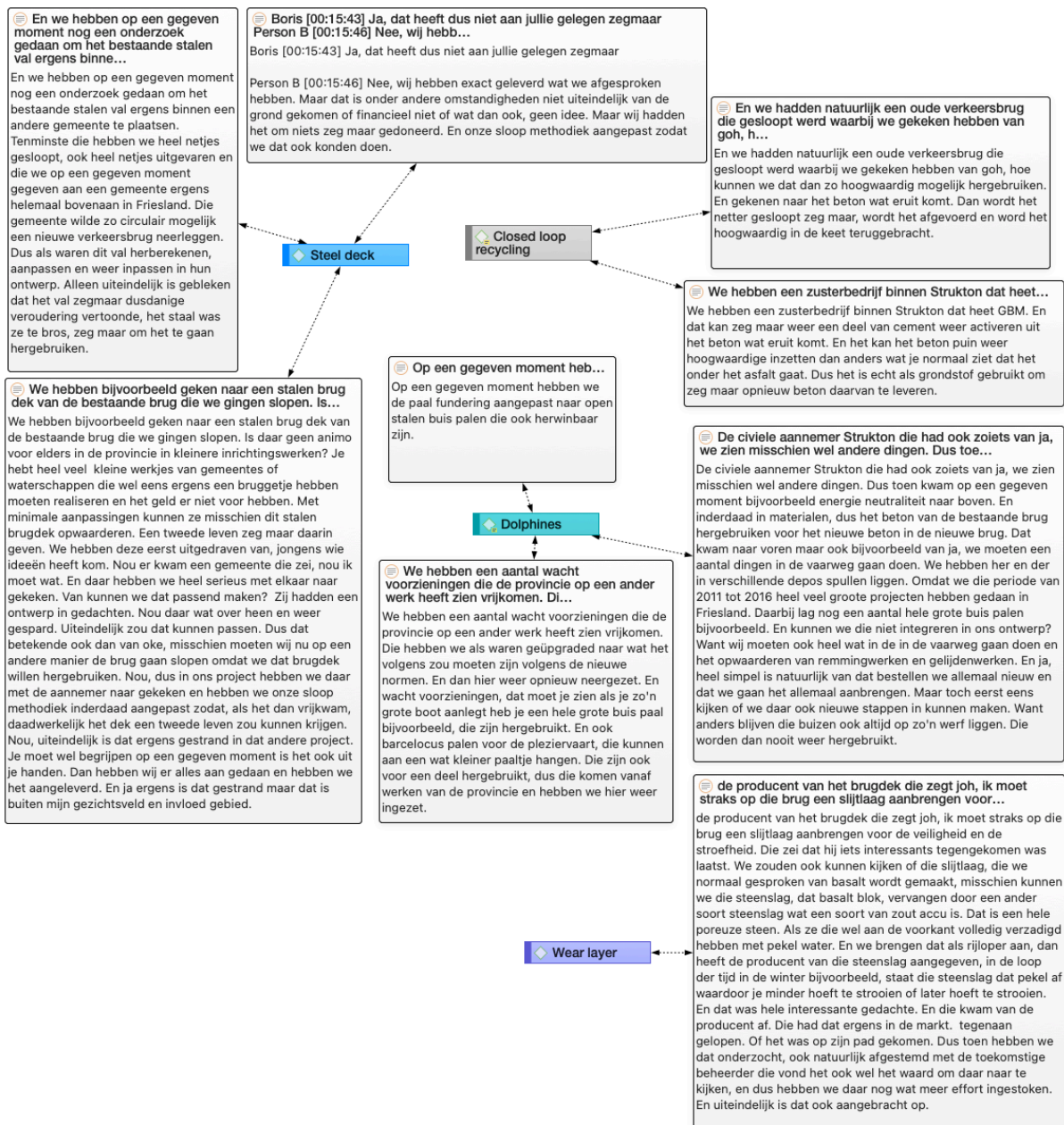
## C.3 Case 2: Ritsumasy Bridge

### C.3.1 Interview sections related to events

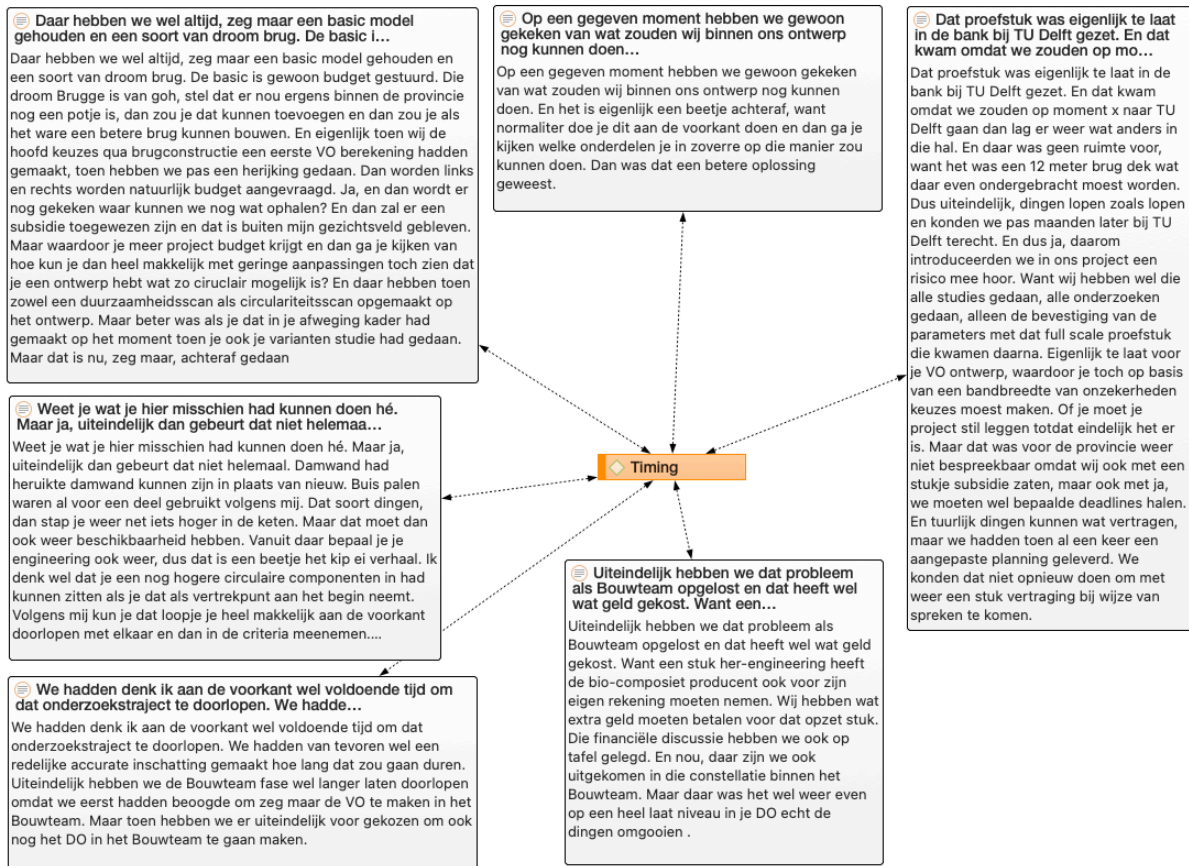
#### C.3.1.1 Bio-based materials



### C.3.1.2 Circular design solutions



### C.3.1.3 Circular design solutions





### C.3.1.4 Knowledge contribution of builder

**De civiele aannemer Strukton die had ook zoiets van ja, we zien misschien wel andere dingen. Dus toe...**  
 De civiele aannemer Strukton die had ook zoiets van ja, we zien misschien wel andere dingen. Dus toen kwam op een gegeven moment bijvoorbeeld energie neutraliteit naar boven. En inderdaad in materialen, dus het beton van de bestaande brug hergebruiken voor het nieuwe beton in de nieuwe brug. Dat kwam naar voren maar ook bijvoorbeeld van ja, we moeten een aantal dingen in de vaarweg gaan doen. We hebben her en der in verschillende depos spullen liggen. Omdat we die periode van 2011 tot 2016 heel veel grote projecten hebben gedaan in Friesland. Daarbij lag nog een aantal hele grote buis palen bijvoorbeeld. En kunnen we die niet integreren in ons ontwerp? Want wij moeten ook heel wat in de vaarweg gaan doen en het opwaarderen van remmingwerken en gelijdenwerken. En ja, heel simpel is natuurlijk van dat bestellen we allemaal nieuw en dat we gaan het allemaal aanbrengen. Maar toch eerst eens kijken of we daar ook nieuwe stappen in kunnen maken. Want anders blijven die buizen ook altijd op zo'n werf liggen. Die worden dan nooit weer hergebruikt.

**Boris [00:07:01] De civiele aannemer was dus minder betrokken bij het innovatie gedeelte. Hebben zij...**  
 Boris [00:07:01] De civiele aannemer was dus minder betrokken bij het innovatie gedeelte. Hebben zij wel voldoende bijgedragen bij het ontwikkelen en uitwerken van circulaire strategieën?  
 Person A [00:07:23] Ik denk dat de aannemer heel proactief heeft meegebracht gedurende de hele rit. Zoals hoe krijg ik zo veel mogelijk circulariteit binnen zijn scoop zeg maar. Dus eigenlijk wat niet eens aanvankelijk in de uitvraag zat. Maar hij denkt wel proactief mee van, hoe kan ik het beton zo circulaire mogelijk maken of hoe kan ik circulaire mogelijk het staalwerk gebruiken? De producent deed gewoon heel erg zijn best om zo goed mogelijke kwaliteit te leveren met het materiaal onderzoek. Maar dat was ook echt hun scope zegmaar dus ze gingen niet kijken of ze buiten hun scope dan iets verder kunnen bijdragen.

**We hebben bijvoorbeeld geken naar een stalen brug dek van de bestaande brug die we gingen slopen. Is...**  
 We hebben bijvoorbeeld geken naar een stalen brug dek van de bestaande brug die we gingen slopen. Is daar geen animo voor elders in de provincie in kleinere inrichtingswerken? Je hebt heel veel kleine werkjes van gemeentes of waterschappen die wel eens ergens een bruggetje hebben moeten realiseren en het geld er niet voor hebben. Met minimale aanpassingen kunnen ze misschien dit stalen brugdek opwaarderen. Een tweede leven zeg maar daarin geven. We hebben deze eerst uitgedragen van, jongens wie ideeën heeft kom. Nou er kwam een gemeente die zei, nou ik moet wat. En daar hebben we heel serieus met elkaar naar gekeken. Van kunnen we dat passend maken? Zij hadden een ontwerp in gedachten. Nou daar wat over heen en weer gespard. Uiteindelijk zou dat kunnen passen. Dus dat betekende ook dan van oke, misschien moeten wij nu op een andere manier de brug gaan slopen omdat we dat brugdek willen hergebruiken. Nou, dus in ons project hebben we daar met de aannemer naar gekeken en hebben we onze sloop methodiek inderdaad aangepast zodat, als het dan vrijkwam, daadwerkelijk het dek een tweede leven zou kunnen krijgen. Nou, uiteindelijk is dat ergens gestrand in dat andere project. Je moet wel begrijpen op een gegeven moment is het ook uit je handen. Dan hebben wij er alles aan gedaan en hebben we het aangeleverd. En ja ergens is dat gestrand maar dat is buiten mijn gezichtsveld en invloed gebied.

**De aannemer die heeft gewoon vanuit zijn eigen ideeën gewerkt. En die heeft zelf een aantal bedrijfs...**  
 De aannemer die heeft gewoon vanuit zijn eigen ideeën gewerkt. En die heeft zelf een aantal bedrijfsdoelstellingen en ook een bepaald gedachtegoed op circulariteit. Wij hadden dan nog van Strukton een projectmanager met een bepaald team aan boord. Wie zelf ook enorm het aan het aanjagen was en creatief was om daarover na te denken en proberen kansen te zien. En toen wij ook op een gegeven moment zelden van nou, we hebben nog in Meersloot, dat is een bepaald depo, hebben we nog dit en dit liggen. Nou ik wil wel kijken of ik dat in de geleidewerken kan hergebruiken. En zo ontstond eigenlijk een speelveld waarin je elkaar positief zegmaar begon aan te steken. Dus nou, die legt iets in. Misschien is het iets, misschien is niets en die denkt van nou, dat is interessant. Laat ik dat oppakken. En zo ging je elkaar in feite versterken om echt als doelstelling het maximale aan waarde te gaan creëren voor het geld dat we wat we hadden. En dat was een unieke setting. Dat heb ik in andere project nog nooit zo meegemaakt. Deels komt dat door de vorm denk ik waarin we het gedaan hebben, in zo'n Bouwteam waarbij het gewoon allemaal op tafel ligt. En niet iemand vanuit alleen z'n eigen portemonnee gaat redeneren. We zijn met de drie partijen verantwoordelijk voor de zak geld die we hebben om het maximale eruit te halen. Dus je hebt een bepaalde angel er dus ook uit gehaald van, ik heb een vaste prijs staan voor iets en ik moet daar onder blijven vanuit een aannemer gedacht, want ik moet ook een boterham verdienen. Dus hadden eigenlijk ook een speelveld gecreëerd waarin dat ook kon. En en dan moet je nog de mensen hebben die daar natuurlijk ook invulling aan durven te geven en willen geven.

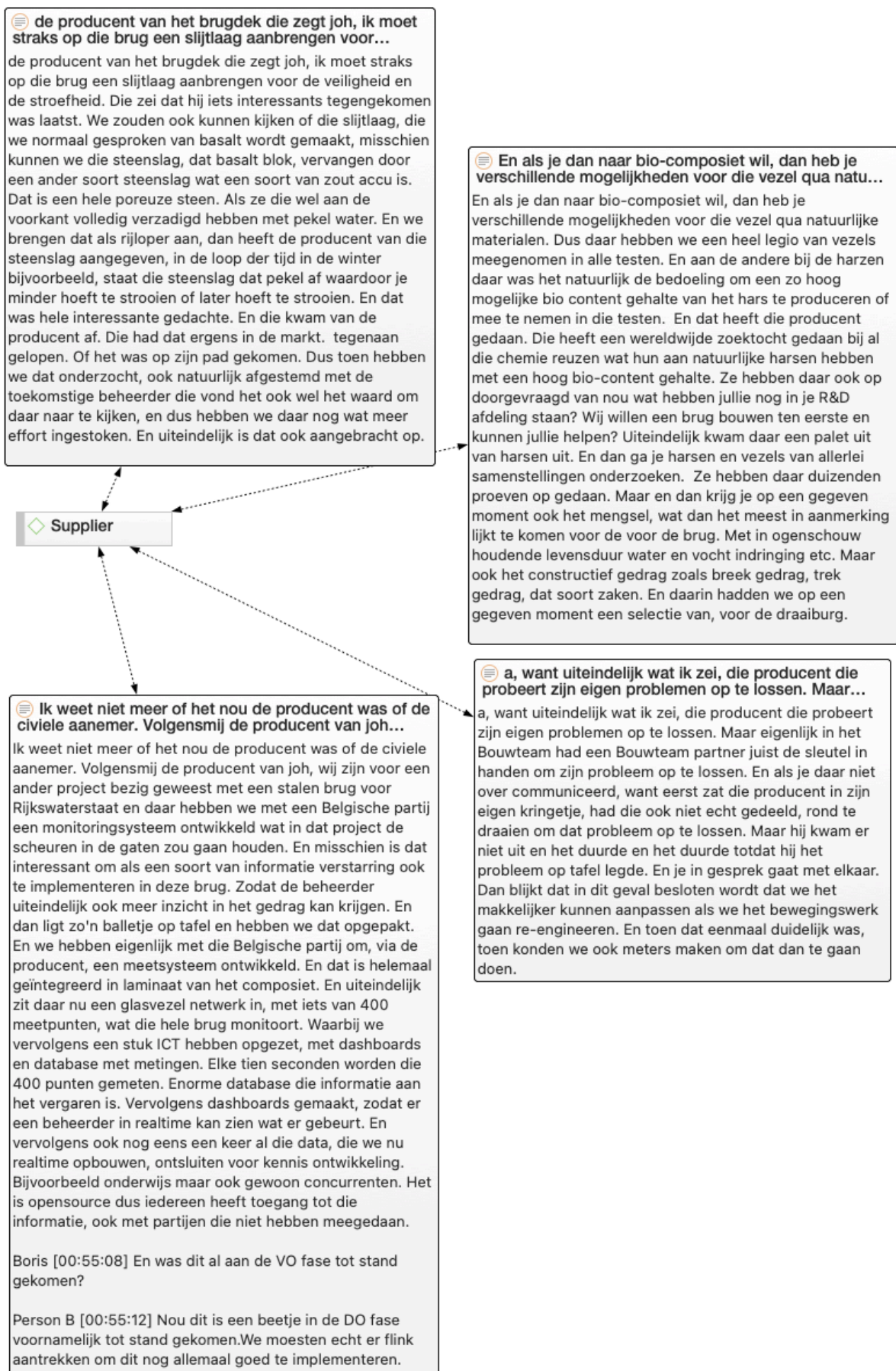
**Als je dan nog even terug gaat naar jouw eerste vraag van wat hebben andere partijen meegenomen? We...**  
 Als je dan nog even terug gaat naar jouw eerste vraag van wat hebben andere partijen meegenomen? We hadden een budget dat onder druk stond en wat ambitieus was. En wij hadden zelf wat kleine subsidies aan kunnen boren. Maar waar vervolgens Strukton mee kwam, die zei van ja, laten we toch eens een externe specialist een subsidie scan doen. Want waarschijnlijk zijn er ook wel subsidies die jullie niet als provincie kunnen aanvragen als overheid maar wel als markt partij. En daar kwamen inderdaad een set van subsidies uit. En uiteindelijk zijn de subsidies aangevraagd en toegekend. Aan Strukton maar ook vooral aan de producent. En de producent heeft dat zakje geld gewoon 1 op 1 ingebracht als budget binnen het Bouwteam. Daarom kregen wij meer ruimte in de financiering om dit nog beter te doen met elkaar. Dat vind ik prachtig als je zo met elkaar kan werken.

**Toen die testresultaten van die kruip zo vervelend uitpakte, hadden we eigenlijk op twee manieren ku...**  
 Toen die testresultaten van die kruip zo vervelend uitpakte, hadden we eigenlijk op twee manieren kunnen oplossen. En de ene mogelijkheid was door de producent laten oplossen. En dan was het er waarschijnlijk op neerkomen dat je meer vezels moest toepassen in het dek of een hogere constructie hoogte ging krijgen, waardoor het dek wat stijver wordt en dan de kruip verder kunt reduceren. Maar dan had je dus meer grondstoffen gebruikt dan nodig. Wat we nu hadden gedaan is bij de civiele aannemer, die heeft eigenlijk gewoon een ander opzet werk gebruik. Dit was niet zoeer meer materiaalgebruik, maar gewoon een sterkere motor en grotere arm. Waardoor je die kruip, waarvan je weet dat je die over een jaar of twintig gaat krijgen, dat het opzet werk ook die uitslag van het dek kan opzetten. Dus de brug is er eigenlijk niet minder duurzaam van geworden. Ik denk zelfs dat als we dat de oplossing van de producent hadden gebruikt, dat dan het wel minder duurzaam was geworden omdat je gewoon meer materiaal gebruikt. En nu heb je vooral een sterkere motor gebruikt in feite.

**We hebben het maximale eruit gehaald. Maar toen stond dus die draaipeiler, en dat kwam door de geome...**  
 We hebben het maximale eruit gehaald. Maar toen stond dus die draaipeiler, en dat kwam door de geometrie, deels in het water te staan. En toen kwam de civiele aannemer zo van nou kunnen we hele dure geleide werken daar omheen maken. Want je moet die draaipeiler gaan beschermen enzovoort. Dus dan heb je je midde steunpunt in het water met allemaal geleide werken. En nog eens extra geleide werken bij je draaipunt. Want je moet je voorstellen, zo'n geleide werk voor een opgewaardeerde CEM 5 klasse op dat kanaal, dat zijn wel dure onderdelen. Daar gaat zo een paar miljoen in remmingweg zitten terwijl we een relatief beperkt budget hebben waar we juist een maximale brug uit willen halen. Maar ja, de maximale brug met hele beperkte remmingwerken dat gaat natuurlijk ook niet werken. Op een gegeven moment zegd de aannemer, joh ik weet niet of het kan, maar ik leg het gewoon op tafel. En zo veilig voelden we ons met elkaar. Wat nou als we het kanaal gaan versmallen op dat deeltje. Met een inham het kanaal in met in de oever, zware damwanden en verankering daarachter. Om daar dan op die uitbouw de draaipunten te gaan bouwen. Dat bespaart ons gewoon 1 miljoen aan remmingwerken. En de investering daarvoor is een paar ton aan damwanden en uitbouw.



### C.3.1.5 Knowledge contribution of supplier



### C.3.2 Transcript of Ritsumasyl Bridge

#### C.3.2.1 Person A interview 1

<b>Name</b>	<b>Person A from W+B</b>
<b>Project</b>	Ritsumasyl Bridge
<b>Role within the project</b>	Assistant project manager
<b>Date of interview</b>	05-07-21
<b>Interview duration</b>	30 minutes

Boris [00:00:31] Welke circulaire strategie zijn er ontwikkeld bij Ritsumasyl?

Person A [00:00:52] Eigenlijk hadden we bij de bio-based brug niet de doelstelling om een zo circulair mogelijke brug te maken. Maar was de doelstelling om te kijken of we een brug kan maken van natuurlijke vezel composiet. Je kunt een brug maken van staal of beton. En je ziet ook wel glasvezel composieten bruggen. Alleen ja, dat zijn niet de hele duurzame materialen. Het doel van het Bouwteam bij deze brug was om te kijken of we überhaupt een brug kunnen maken van een natuurlijk vezel composiet. We hadden een Materiaal studie tijdens de Bouwteam fasen en dan parallel daaraan een ontwerpfase natuurlijk voor de bouw van de brug. Maar het belangrijkste was eigenlijk die materialen studie. Parallelen hebben we tijdens het ontwerp traject wel telkens gekeken van hè, kunnen we bepaald materiaal gebruik dan op een zo'n circulair mogelijke manier toepassen. Dus bijvoorbeeld het beton granulaat van de sloop van de oude brug hebben we wel gewerkt in het beton van de nieuwe brug. Maar dat was dan niet de hoofdmoot zegmaar. Het belangrijkste was om te kijken of je dus een brug van van bi-composiet te maken.

Boris [00:02:53] En wat waren de uitgangspunt om een Bouwteam te creeren? Was dat dan bijvoorbeeld voor innovatie?

Person A [00:02:59] Nou ja, je wilt dus eigenlijk innoveren met het materiaal van die brug. En eigenlijk was een brug nooit gemaakt in dit materiaal. Je kunt wel zelf een ontwerp doorlopen maar omdat er ook nog een heel onderzoekstraject parallel aan liep kun je dat eigenlijk niet in een bestek of in een geïntegreerd contract zomaar doen. Daarom hebben we gekozen omdat in een Bouwteam samen te ontwikkelen, dus om te kijken of die innovatie haalbaar is. En daar hebben twee aanbestedingsprocedure voor doorlopen. Een was voor een civiele aannemer die het bewegingswerken en de aandrijflijn en de remmingswerken moest ontwikkelen. Eigenlijk alles waar niet de innovatie in zat. En een producent die dan het brugdek moest gaan maken. En dat hebben we in twee aparte procedures gedaan.

Boris [00:04:07] Was de prijs voor de Bouwteam voorafgaand al bepaald?

Person A [00:04:14] We hadden een bepaald budget voor de Bouwteam fase. Dus die was van tevoren bepaald. En dat hebben we ook op regie met elkaar berekend.

Boris [00:04:29] Uit jouw oogpunt, was er genoeg ruimte in het Bouwteam qua tijd om circulaire strategieën te ontwikkelen?

Person A [00:04:47] We hadden denk ik aan de voorkant wel voldoende tijd om dat onderzoekstraject te doorlopen. We hadden van tevoren wel een redelijke accurate inschatting gemaakt hoelang dat zou gaan duren. Uiteindelijk hebben we de Bouwteam fase wel langer laten doorlopen omdat we eerst hadden beoogde om zeg maar de VO te maken in het Bouwteam. Maar toen hebben we er uiteindelijk voor gekozen om ook nog het DO in het Bouwteam te gaan maken.

Boris [00:05:42] Waarom was jullie keuze om de DO ook in het Bouwteam te doen?

Person A [00:05:45] Nou, we kozen aanvankelijk voor het VO omdat we niet zeker wisten of deze innovatie ging lukken. De uitkomst van dat materiaalonderzoek had net zo goed kunnen zijn dat vlas vezel composiet niet geschikt is om bruggen van te bouwen. Of is niet betrouwbaar genoeg. Dan hadden we bij VO die ontwikkeling gestopt en de brug van staal of beton gemaakt. Maar goed, die materialen eigenschappen van dat vlas vezel composiet dat leek goed. En toen hadden we een ontwerpteam klaar staan en gezegd van, het is eigenlijk zonde om dat team nu stil te zetten en dan de prijsvorming te doorlopen en dan opnieuw opdracht te claimen voor de realisatie waar dan de DO, UO en realisatie in zou zitten. Dan heb je zo'n ontwerp die één of twee maanden stil staan. Nou ja, die gaan in de tussentijd wat anders doen, dus eigenlijk om de continuïteit in het ontwerpteam te bewaren hebben we er voor gekozen om ook de DO fase in het Bouwteam te doen.

Boris [00:07:01] De civiele aannemer was dus minder betrokken bij het innovatie gedeelte. Hebben zij wel voldoende bijgedragen bij het ontwikkelen en uitwerken van circulaire strategieën?

Person A [00:07:23] Ik denk dat de aannemer heel proactief heeft meegebracht gedurende de hele rit. Zoals hoe krijg ik zo veel mogelijk circulariteit binnen zijn scoop zeg maar. Dus eigenlijk wat niet eens aanvankelijk in de uitvraag zat. Maar hij denkt wel proactief mee van, hoe kan ik het beton zo circulair mogelijk maken of hoe kan ik circulair mogelijk het staalwerk gebruiken? De producent deed gewoon heel erg zijn best om zo goed mogelijke kwaliteit te leveren met het materiaal onderzoek. Maar dat was ook echt hun scope zegmaar dus ze gingen niet kijken of ze buiten hun scope dan iets verder kunnen bijdragen.

Boris [00:08:17] De aannemer keek dus naar uitvoerbaarheid en de producent puur naar het vlas vezel composiet?

Person A [00:08:27] Nou, de aannemer die had dus eigenlijk een vrij basic kopen. Dus gewoon naar betonwerken, staalwerk en bewegingswerk voor de brug. En die nam juist wel de ruimte zeg maar. Dus die droeg bij om te kijken hoe kan ik, binnen die scoop die ik heb, zoveel mogelijk circulaire realiseren. Ja eigenlijk, terwijl dat niet van hem werd gevraagd. En de producent die deed eigenlijk gewoon precies wat we van hem hadden gevraagd, maar niet zoveel extra zeg maar.

Boris [00:09:15] En dat deed de aannemer dus wel terwijl het niet zijn scope was?

Person A [00:09:27] Ja, de aannemer had zelf de drive zegmaar om er zoveel mogelijk circulariteit eruit te halen. Was eigenlijk wel gewoon zijn eigen speerpuntje.



Boris [00:11:22] Weet je ook of er informatie en kennis is bijgedragen door de aannemer die verder niet is mee genomen in het project? Bijvoorbeeld oplossingen die eigenlijk niet meer zijn uitgewerkt omdat dat toch niet uitvoerbaar was.

Person A [00:11:42] Nou ja, kijk, we hebben natuurlijk samen met de aannemer en de producent allerlei varianten beschouwd van die brug. En uiteindelijk ook voor een variant gekozen. Dus een aantal van die varianten hebben we eigenlijk niet verder uitgebouwd omdat het te duur was of dat het technisch niet haalbaar was. Maar het was niet echt op het gebied van circulariteit. Het enige waar we nog wel naar gekeken is om die brug ook energieneutraal te maken, dus dat het gebruik van energie voor de verlichting en om de brug te laten draaien. Uiteindelijk hebben we dat niet verder onderzocht omdat de provincie zelf ook een onderzoek heeft lopen. Om de energie die hun objecten gebruiken om die centraal te compenseren. Dus bijvoorbeeld om één groot zonnepark ergens te maken die compenseert voor alle energie die een object gebruikt. En daarom hebben we uiteindelijk dat niet verder onderzocht, want dat zou dan een lokale oplossing worden.

Boris [00:13:42] Is er trouwens ook nog externe expertise ingehuurd voor het ontwikkelen van de circulaire oplossingen?

Person A [00:13:51] Nee, eigenlijk hebben we dat allemaal binnen de partijen die in het Bouwteam zaten opgelost.

Boris [00:14:18] Heb je nog een document voor me waarin de ontwerploops beschreven staan?

Person A [00:14:49] Ik zal dat je straks sturen. Kijk, je doorloopt binnen je ontwerp stadia een paar fasen. We zijn begonnen met een schetsmatig voorontwerp in de SVO fase. En ja, daar ga je getrechterd van acht brug varianten naar vier, naar twee naar één. En die ene variant hebben we doorontwikkeld in de VO fase en daarna in DO en daarna in het UO. Maar dat zijn meer ontwerp stadia dan dat het echt ontwerp loops waren.

Boris [00:16:02] Waren ook nog obstakels bij het betrekken van de aannemer of verliep alles wel rustig?

Person A [00:16:13] Nou we zijn in de ontwerpfase wel obstakels tegenkomen natuurlijk. Maar dat zul je bij elke elk project hebben. Maar dat is niet per definitie te wijten aan de aannemer of aan de producent. Je komt gewoon hick-ups tegen in je ontwerp die je niet had verwacht zeg maar of niet had voorzien. En wat het hier extra spannend maakte is dat je die materiaal studie en ontwerp vaart deels parallel liet lopen. Dus we waren op een gegeven moment redelijk ver met het ontwerp. En toen moest er nog één test worden uitgevoerd van dat vlas vezel composiet. Daar hadden we van tevoren helemaal niet verwacht dat er nog een spannende uitslag zou zijn met alle voortekenen. Het meeste van de uitslagen leken erop dat die uitkomst goed zou worden. Maar die uitslag van die van die test viel dus toch enorm tegen. Ja, daardoor hadden we een probleem met de aandrijving van de brug. En dat betekent dat de brug één keer zou kunnen openen maar daarna nooit zou kunnen sluiten. Dan kun je twee dingen doen, dan kun je zeggen beste producenten jouw probleem, jij bent verantwoordelijk

voor dek. Dus los het ook maar op in je dek. Maar uiteindelijk hebben we geprobeerd het om dat toch binnen het Bouwteam zelf op te lossen. En we hebben de oplossing juist gezocht bij de civiele aannemer. Dus we hebben gewoon een robuustere opzetwerk gemaakt waardoor de de arm van het opzet werk eigenlijk veel groter zou worden.

Boris [00:18:01] En wat was precies de reden dat jullie het antwoord bij de aannemer hebben gezocht?

Person A [00:18:13] De reden was dat als je het antwoord in het dek zou willen zoeken, dan zou je naar of meer materiaal toe moeten of naar sterker materiaal zeg maar. En dat zou er eigenlijk in alle gevallen op neerkomen dat je de totale bio-content van je dek zou gaan verlagen. Maar onze ambitie is juist om een zo hoog mogelijke bio-content van de brug te krijgen. Dus is het niet verstandig om de oplossing in het dek te gaan zoeken. Daarom gingen we de oplossing in het civiele deel van de brug zoeken.

Boris [00:19:10] Hoe werd hoe werd de informatie tussen jullie uitgewisseld? Bepaalde soorten meetings die er gedaan werden?

Person A [00:19:17] We hadden niet één platform waar we alle documenten met elkaar uitwisselen. Maar wat we gedaan hebben is dat we op een gegeven moment het ontwerpteam elke maandag bij elkaar in een hok. Dus iedereen was met z'n eigen ontwerpen bezig maar je had elke ochtend een ontwerpoverleg. Ja en zo kon je wel de raakvlakken, uitgangspunten en de problemen met elkaar delen. Dat werd ook uiteindelijk wel door alle alle ontwerpers als heel positief ervaren.

Boris [00:20:07] En wat was jouw aandeel in het Ritsumasyl project?

Person A [00:20:11] Ik was voor onze opdracht assistent-projectleider. Binnen het werk was ik meer project beheerser, zeg maar projectcoördinator.

### C.3.2.2 Person A interview 2

<b>Name</b>	<b>Person A from W+B</b>
<b>Project</b>	Ritsumasyl Bridge
<b>Role within the project</b>	Assistant project manager
<b>Date of interview</b>	13-09-21
<b>Interview duration</b>	30 minutes

Boris [00:00:03] Hoe is gekeken of iets circulair was of niet?

Person A [00:00:44] We hebben aan het begin van het project een dubo-calc berekening gemaakt toen we de eerste hoeveelheden hadden van het ontwerp van toen. Maar dubo-cal was niet een geschikte methodiek, op dat moment, omdat de grondstoffen die wij gebruikte voor het dek, niet in de database zaten. Aan het eind van het project, toen was het ontwerp al klaar, hebben we MKI berekening gedaan. Toen was die database ook verder gevuld omdat we 2,5 jaar verder in de tijd waren. Die zijn dus ook niet echt leidend geweest om de mate van circulariteit te beïnvloeden. Tussentijd hebben we dat eigenlijk niet gedaan, omdat dat ook niet het doel op zich was. Het was niet het doel om de brug nog circulairder te maken. Het doel was om die brug te maken van dat vlas vezel composiet. Omdat daarvan eigenlijk al de aanneme was van, 85% van de grondstoffen van het dek zijn hernieuwbaar en daarmee is het sowieso al duurzamer en circulairder dan elke stalen brug op betonnen brug die er is. Dus tijdens het project was er ook niet echt noodzaak om te meten van, zijn er nog zeker nog circulairdere alternatieven?

Boris [00:02:25] Dus geen optimalisatie omdat circulair geen doelstelling was.

Person A [00:02:30] Ik durf ook wel te zeggen dat deze brug ook niet de meest duurzame variant is. Omdat je relatief veel materiaal hebt gebruikt omdat het de eerste keer is. Je hebt allerlei zekerheden ingebouwd om te zorgen dat het toch maar kan. Het basisprincipe van circulariteit is zo min mogelijk grondstoffen gebruiken. Je wil eigenlijk een soort innovatie in gang zetten, zodat de opdrachtgever die de tweede brug bouwt dat ontwerp verder kan optimaliseren omdat we nu veel meer weten over dit materiaal. En de derde brug wordt nog verder geoptimaliseerd totdat je over tien jaar hoopt dat vlas vezel composiet gewoon een volwaardig alternatief is voor beton en staal. En dat je dus het dan ook kunt optimaliseren.

Boris [00:03:22] Daar hebben jullie de eerste stappen in gezet.

Person A [00:03:24] Ja, dus we willen eigenlijk vooral aantonen dat het kan, dat het überhaupt mogelijk is. Ja, en dan de de volgende stap, die hebben dan voor iemand gelaten om dat nog verder te optimaliseren.

Boris [00:03:38] Een vraag over die test uitslag over de doorbuiging die meer was als verwacht. Jullie zijn het antwoord gaan zoeken bij het civiele gedeelte bij de aannemer. Hiervoor moest het opzet werk over gedimensioneerd worden. Dit leidde dus tot meer materiaal gebruik wat dus de brug minder circulair maakte.

Person A [00:04:17] Nou dat viel in dit geval wel mee. Kijk, we hadden twee keuzes. Toen die testresultaten van die kruip zo vervelend uitpakte, hadden we eigenlijk op twee manieren kunnen oplossen. En de ene mogelijkheid was door de producent laten oplossen. En dan was het er waarschijnlijk op neerkomen dat je meer vezels moest toepassen in het dek of een hogere constructie hoogte ging krijgen, waardoor het dek wat stijver wordt en dan de kruip verder kunt reduceren. Maar dan had je dus meer grondstoffen gebruikt dan nodig. Wat we nu hadden gedaan is bij de civiele aannemer, die heeft eigenlijk gewoon een ander opzet werk gebruikt. Dit was niet zozeer meer materiaalgebruik, maar gewoon een sterkere motor en grotere arm. Waardoor je die kruip, waarvan je weet dat je die over een jaar of twintig gaat krijgen, dat het opzet werk ook die uitslag van het dek kan opzetten. Dus de brug is er eigenlijk niet minder duurzaam van geworden. Ik denk zelfs dat als we dat de oplossing van de producent hadden gebruikt, dat dan het wel minder duurzaam was geworden omdat je gewoon meer materiaal gebruikt. En nu heb je vooral een sterkere motor gebruikt in feite.

Boris [00:05:51] Dus eigenlijk dankzij de kennis van de aannemer?

Person A [00:06:01] Ja klopt maar niet alleen de kennis van de aannemer alleen. Je zit natuurlijk ook samen in een hok en je ziet het probleem. En je gaat gewoon kijken wie kan het probleem het best oplossen? Een beetje de traditionele gedachte was degene die problemen heeft die lost het ook op. En dat was eigenlijk het mooie van het Bouwteam, we hebben een probleem. Oké, wie kan het dan het best oplossen? Nou ja, en onze conclusie was dat de aannemer het best kon oplossen. Maar goed ja, je hebt dus wel die kennis van de aannemer ervoor nodig.

Boris [00:06:38] Was de producent ook een aannemer aangezien ze ook een plan van aanpak voor de uitvoering moest inleveren? Want tot nu toe zie je eerder dat een aannemer de executie doet inplaats van de producent zelf.

Person A [00:08:12] De term leverancier en producent hebben ook vooral gebruikt om even het onderscheid te maken in de twee verschillende contract partijen die we hadden. Contractueel gezien was dat eigenlijk ook gewoon een aannemer van ons. Dus eigenlijk had je gewoon twee aannemers op je werk. En de ene die had in zijn scoop zitten, dat hij de remmingswerken moest maken, de brug kelders en de landhoofden. Dus eigenlijk het civiele deel. De andere aannemer, wij noemen dat de producent, die moest de dekken maken. En wat we hebben gevraagd van beide partijen bij hun inschrijving en bij de aanbesteding is een visie hoe ze bepaalde risico's gingen beheersen. Dus bijvoorbeeld de testresultaten vallen negatief uit. Hoe gaat de producent de risico's beheersen? Daar moest hij een EMVI plan voor schrijven. En het klopt wel wat je zegt, de meeste projecten waar ze aan werken, die krijgen ze omdat ze bijvoorbeeld toeleverancier zijn van een aannemer. Dus dan moeten ze gewoon alleen een prijs indienen. Maar ze schrijven zich niet zo vaak zelfstandig in op werken. Ze hoeven dus niet zo vaak een plan van aanpak te maken. En ja, daar was het bedrijf ook niet helemaal op ingericht en dat merk je gewoon dat ze dat niet gewend. Je ziet bij sommige aannemers, die hebben een heel tender team die doen niet anders dan EMVI-plannen schrijven. Zij moesten dat zelf doen, maar ja, daar was het bedrijf niet op ingericht.

Boris [00:10:05] Dus het was wel een aannemer, maar niet hetzelfde als een echte aannemer?

Person A [00:10:12] Nou kijk, juridisch gezien waren ze gewoon een aannemer. Ze hebben het werk eigenlijk gewoon aangenomen, zijnde een Bouwteam en daarna als eerste een prijs aanbidding mogen doen voor het leveren. Kijk normaal gesproken, als er een aanbesteding is voor de nieuwbouw van een brug. Kunnen ze daar niet zelfstandig op inschrijven omdat zij bijvoorbeeld alleen maar dekken maken. Zij maken bijvoorbeeld geen remmingswerken of brugkelders. En een aannemer zoals, Dura Vermeer, Strukton, Ballast Nedam of de BAM die kunnen dat wel. Maar die kopen dan bijvoorbeeld de dekken. Zij zijn dan vaak hoofdaannemer. In dit geval heb je daar heel bewust voor gekozen om twee contractpartners te organiseren voor de provincie. Dus in feite waren ze juridisch gezien gewoon aannemer.

Boris [00:11:23] Hadden jullie daar wel zicht op dat dat ze niet zo goed de risico's kunnen inschatten?

Person A [00:11:29] Wij dachten juist, en dat is ook wel gebleken uit eindelijk, dat juist doordat hij zelf kon inschrijven, en niet als toeleverancier van een aannemer, heel goed de risico's kon inschatten. Omdat het juist specifiek over hun niche gaat. Je vraagt namelijk een aanbidding te doen voor precies datgene waar zij zichzelf in gespecialiseerd hebben. Dus als het gaat over het maken van een dek in composiet, daar weten zij veel meer van dan een aannemer. En ze waren zelf ook al bezig met het ontwikkelen en in bio-composiet. Ze hadden ook de kennis en ervaring met onderwijsinstellingen. Dus juist omdat je ze daar naar vraagt konden ze heel goed de risico's overzien. En we kregen dus ook een heel down to earth plan van aanpak omdat ze gewoon wisten waar ze het over hadden. Het gevaar wat we dachten te zien als we alleen een hoofdaannemer contacteren die doet niet zelf veel met composiet. Dat besteed hij namelijk allemaal uit aan die producent en leveranciers.

### C.3.2.3 Person B interview 1

<b>Name</b>	<b>Person B from Province Friesland</b>
<b>Project</b>	Ritsumasyl Bridge
<b>Role within the project</b>	Project manager
<b>Date of interview</b>	12-10-21
<b>Interview duration</b>	90 minutes

Boris [00:00:09] Wat was je rol in het Bouwteam?

Person B [00:00:12] ik ben projectmanager voor een aantal grootte werken rondom Leeuwarden vanuit de provincie Friesland. Ik ben zelfstandige, maar tot 2009 bij Witteveen+Bos gewerkt voor 10 jaar. In Friesland op een gegeven moment blijven hangen met allerlei projecten die daar voorbijkwamen en zo ook om de projecten rondom de haak om Leeuwarden te gaan doen. Eigenlijk was dat een beetje in tweeën geknipt. Het eerste deel was hardcore Infra. We zorgde dat daar een nieuwe N31 kwam te liggen die we voor Rijkswaterstaat gemaakt hebben met aquaducten en dat soort zaken. En het tweede deel was meer een gebiedsgerichte aanpak. Als we dan de oude tracés gaan opruimen, hoe laten we dat gebied dan met een plus achter? Nou, dus, daar hebben we een aantal deelprojecten in gedraaid. En een van die deelprojecten was onder andere de brug Ritsumasyl, dat was onderdeel van een oude ontsluitingsroute. En die brug was echt aan vervanging toe. Die was al een keer afgewaardeerd dat er gemotoriseerd verkeer afgehaald is, en alleen fietsverkeer er overheen kon. En vanuit de provincie hadden we wel zoiets van nou, we hebben nu zo'n groot programma gedraaid. We willen eigenlijk nog een soort van kers op de taart hebben waar ook al onze ambities een plek kunnen krijgen. Hier wilden we echt een ontwikkeling van maken.

Boris [00:02:05] Maar was het Bouwteam wel specifiek voor deze brug gecreëerd? Of was het een onderdeel van het hele grote project?

Person B [00:02:17] We hebben de brug Ritsumasyl aangemerkt als een deelproject met een bijzondere status waar we dus een stuk ambitie in wilde zetten. En daarin hebben we voor alleen dat onderdeel, die brug, een bouwteam gevormd. En daar wilde we inderdaad duurzaamheid en circulariteit, een aantal van de pijlers in onze ambitie als provincie ook gewoon een plek geven. En ons programma manager, daar heb ik ook andere werken mee gedaan. Bijvoorbeeld ook de ombouw van de rondweg bij Sneek de A7. Daar hebben we een aquaduct neergelegd en allerlei kruisingen ongelijkvloers gemaakt. Zodat die doorstroming van het verkeer weer goed op gang kwam. Maar daar hebben we ook twee iconische bruggen gebouwd die ook heel innovatief waren. Houte bruggen met een stalen rijdek waar ook een Leopard tank over de snelweg kan kruisen. Echt een serieuze brug. Nou, als je daar rijdt dan zie je dat ook al. Dat zijn bruggen die ook een complete innovatieve zijn geweest. En eigenlijk wilden we zoiets nog bij Leeuwarden doen. Vandaar dat er toen gezocht is van nou, welk deel project wat we nog zouden moeten doen komen daarvoor in aanmerking? En daar kwam dus brug Ritsumasyl uit.

Boris [00:03:54] Welke circulaire elementen naast bio-composiet brugdek zijn er eigenlijk terug te vinden in het project? Ik had wel gelezen dat de beton van de oude brug zou worden hergebruikt.

Person B [00:04:08] Ja kijk, misschien nog even een stap terug. Waarom is er op een gegeven moment bijvoorbeeld voor bio-compositie gekozen als ambitie? Nou, bij de provincie Friesland was er een nieuw college aangetreden. En die had een ambitie stuk waarin zij zich ook tot de top drie kennis regio's wilde ontwikkelen op het gebied van nieuwe bio-based materialen. Dingen lopen zo samen. Je bent ergens op een of andere bijeenkomst of een seminar en daar gaat het over vlas en over een bio-composieten. En dat is een heel mooi product, het wordt al veel gebruikt in de auto-industrie. En toen was op een gegeven moment de vraag van, kunnen we niet dat bio-composiet echt een keer opschalen naar iets meer in de civiele techniek. Het was nog niet duidelijk of dat dan een brug moest worden. Dus mijn collega en ik kregen de vraag van ga is nadenken van, wat zouden we nou met bio-composiet kunnen doen? Nou, toen zaten wij in onze veilige denk omgevingen vooral te kijken naar wat kleinere dingen. Steigers bijvoorbeeld en andere kleine dingen. Klein grut zeg maar. Dat gaf niet echt invulling aan die ambitie. Want je wilde wel echt iets neerzetten en niet iets vinden in de marge. Dus echt wel een statement maken en kijken of je dat ook waar kan maken. En toe kwam op een gegeven moment van, kunnen we dan geen beweegbare brug van bio-composiet maken? Dat was ooit in Eindhoven al eens een keer geprobeerd. Er was toen een kleine voetgangersbrug gebouwd van een paar meter in Dierenpark Emmen. Maar nog nergens in het openbare wegennet, echt iets serieus dus. Toen zijn we gaan nadenken van okee, als we dit nog gaan doen, hoe gaan we dat organiseren? En toen was eerst nog het idee van we maken alleen het beweegbare deel van bio-composiet en de aanbruggen dat doen we traditioneel. En wat hebben daarvoor nodig? Nou, we hebben iets van een bio- of een composiet producent nodig. En die met ons ook de handschoen wil oppakken om deze ambitie te gaan onderzoeken. Het is echt een innovatie. En we hebben een civiele aannemer nodig voor alles wat er nog omheen zit met een brug. Want er komt heel veel bij kijken. Daar zit wegenwerk bij. Er zit betonwerk bij. In het kanaal zitten allerlei geleide werken. Daar heb je gewoon een aannemer voor nodig. Dus toen keken we van nou, hoe moeten we dat nou aanvlagen? Nou ja, als je zo'n soort innovatie wilt doen. Als je als opdrachtgever sterk wilt participeren. En je wilt partijen bij elkaar halen die met jou dat willen doen. Die ook deze ambitie onderschrijven en misschien ook wel aanvullende ambities daarin willen meenemen. Nou, toen zijn we op de Bouwteamconstructie gekomen, in feite een drie partijen Bouwteam. Waarbij we dan als provincie actief in dat Bouwteam zouden participeren en dus de civiele aannemer en de producent. Wat wel mooi was, omdat iedereen die ambitie onderschreef, we wisten niet of het ging lukken, maar er was gewoon een vibe ontstaan, een werksfeer ontstaan waarbij eigenlijk niets te gek is. Dus dragend uitleggen, leg het op tafel en maak het bespreekbaar. En dan moeten we gaan kijken van oké, maar we hebben maar een beperkte zak geld. We hebben een x aantal ambities. Nou die moeten we dan in een bepaalde rangorde gaan zetten en kijken hoe we uit dat geld het maximale invulling van onze ambities kunnen krijgen. Nou de top ambitie en dat was ook de doelstelling vanuit de staten was een bio-composietenfietsbrug maken. Maar goed, daaronder lagen nog een aantal andere thema's die we ook zouden kunnen doen. En dus met die drie partijen, en daar speelde zeker de civiele aannemer een nog grotere rol in. Die producent voor bio-composiet was natuurlijk volledig gefocust op composiet ontwikkeling. Wat dat moest echt wel vanaf nul, vanaf test staafjes helemaal ontwikkeld worden tot een prototype. Die bij de TU Delft een tijd in de testbank

gestaan heeft. De civiele aannemer Strukton die had ook zoiets van ja, we zien misschien wel andere dingen. Dus toen kwam op een gegeven moment bijvoorbeeld energie neutraliteit naar boven. En inderdaad in materialen, dus het beton van de bestaande brug hergebruiken voor het nieuwe beton in de nieuwe brug. Dat kwam naar voren maar ook bijvoorbeeld van ja, we moeten een aantal dingen in de vaarweg gaan doen. We hebben her en der in verschillende depots spullen liggen. Omdat we die periode van 2011 tot 2016 heel veel grootte projecten hebben gedaan in Friesland. Daarbij lag nog een aantal hele grote buis palen bijvoorbeeld. En kunnen we die niet integreren in ons ontwerp? Want wij moeten ook heel wat in de in de vaarweg gaan doen en het opwaarderen van remmingwerken en getijdenwerking. En ja, heel simpel is natuurlijk van dat bestellen we allemaal nieuw en dat we gaan het allemaal aanbrengen. Maar toch eerst eens kijken of we daar ook nieuwe stappen in kunnen maken. Want anders blijven die buizen ook altijd op zo'n werf liggen. Die worden dan nooit weer hergebruikt.

Boris [00:10:19] En is er dan een integrale aanpak vanuit Friesland? Van nou, hier liggen de buis palen of komt dit echt van aannemers?

Person B [00:10:38] Centraal wat we in de provincie geregeld hebben is het programma Grip op Grond. En dat gaat over grondstromen. En je kan er elk project z'n eigen grondstroom balans laten organiseren. Maar er is op provinciaal niveau veel meer te winnen als je projecten hebt waarvan de een kuil moet maken en de ander moet een ophoging maken. Knoop die projecten aan elkaar, dat kunnen aannemers niet doen. Dat kunnen wij alleen als provincie doen om de regie daarover te hebben. En dat hele pallet van alle activiteiten ook inzichtelijk te hebben. Dus Grip op Grond is echt een programma waar provincie Friesland uniek in is. Daar is de afgelopen 10 jaar heel actief vorm aan gegeven. Dus dat is iets wat de provincie heeft ingebracht. De aannemer die heeft gewoon vanuit zijn eigen ideeën gewerkt. En die heeft zelf een aantal bedrijfsdoelstellingen en ook een bepaald gedachtegoed op circulariteit. Wij hadden dan nog van Strukton een projectmanager met een bepaald team aan boord. Wie zelf ook enorm het aan het aanjagen was en creatief was om daarover na te denken en proberen kansen te zien. En toen wij ook op een gegeven moment zeiden van nou, we hebben nog in Meersloot, dat is een bepaald depo, hebben we nog dit en dit liggen. Nou ik wil wel kijken of ik dat in de geleide werken kan hergebruiken. En zo ontstond eigenlijk een speelveld waarin je elkaar positief zegmaar begon aan te steken. Dus nou, die legt iets in. Misschien is het iets, misschien is niets en die denkt van nou, dat is interessant. Laat ik dat oppakken. En zo ging je elkaar in feite versterken om echt als doelstelling het maximale aan waarde te gaan creëren voor het geld dat we wat we hadden. En dat was een unieke setting. Dat heb ik in andere project nog nooit zo meegemaakt. Deels komt dat door de vorm denk ik waarin we het gedaan hebben, in zo'n Bouwteam waarbij het gewoon allemaal op tafel ligt. En niet iemand vanuit alleen z'n eigen portemonnee gaat redeneren. We zijn met de drie partijen verantwoordelijk voor de zak geld die we hebben om het maximale eruit te halen. Dus je hebt een bepaalde angel er dus ook uit gehaald van, ik heb een vaste prijs staan voor iets en ik moet daar onder blijven vanuit een aannemer gedacht, want ik moet ook een boterham verdienen. Dus hadden eigenlijk ook een speelveld gecreëerd waarin dat ook kon. En dan moet je nog de mensen hebben die daar natuurlijk ook invulling aan durven te geven en willen geven. Niet iedereen wil met dit soort onderwerpen bezig zijn. Als je mensen aan boord hebt die zeggen ik vind het allemaal leuk, in de marge, maar het lijd me allemaal af. Nou, als je dat soort mensen aan boord hebt gaat het ook niet goed he. Dus hier hadden



we een uniek speelveld, waar dat heel mooi tot uiting is gekomen. We hebben bijvoorbeeld gekeken naar een stalen brugdek van de bestaande brug die we gingen slopen. Is daar geen animo voor elders in de provincie in kleinere inrichtingswerken? Je hebt heel veel kleine werkjes van gemeentes of waterschappen die wel eens ergens een bruggetje hebben moeten realiseren en het geld er niet voor hebben. Met minimale aanpassingen kunnen ze misschien dit stalen brugdek opwaarderen. Een tweede leven zeg maar daarin geven. We hebben deze eerst uitgedragen van, jongens wie ideeën heeft kom. Nou er kwam een gemeente die zei, nou ik moet wat. En daar hebben we heel serieus met elkaar naar gekeken. Van kunnen we dat passend maken? Zij hadden een ontwerp in gedachten. Nou daar wat overheen en weer gespard. Uiteindelijk zou dat kunnen passen. Dus dat betekende ook dan van oke, misschien moeten wij nu op een andere manier de brug gaan slopen omdat we dat brugdek willen hergebruiken. Nou, dus in ons project hebben we daar met de aannemer naar gekeken en hebben we onze sloop methodiek inderdaad aangepast zodat, als het dan vrijkwam, daadwerkelijk het dek een tweede leven zou kunnen krijgen. Nou, uiteindelijk is dat ergens gestrand in dat andere project. Je moet wel begrijpen op een gegeven moment is het ook uit je handen. Dan hebben wij er alles aan gedaan en hebben we het aangeleverd. En ja ergens is dat gestrand maar dat is buiten mijn gezichtsveld en invloed gebied.

Boris [00:15:43] Ja, dat heeft dus niet aan jullie gelegen zegmaar

Person B [00:15:46] Nee, wij hebben exact geleverd wat we afgesproken hebben. Maar dat is onder andere omstandigheden niet uiteindelijk van de grond gekomen of financieel niet of wat dan ook, geen idee. Maar wij hadden het om niets zeg maar gedoneerd. En onze sloop methodiek aangepast zodat we dat ook konden doen. Een ander aspect wat bijvoorbeeld op gegeven moment is ingebracht door Strukton ging over energie neutraliteit. Dat is best wel een hot item. En als we kijken naar die grote projecten die we bij Leeuwarden hebben gedaan. Op een gegeven moment hebben we in 2015 a 2016 daaroverheen een soort van programma gedraaid. Van okee we hebben met Rijkswaterstaat, gemeente en provincie al zoveel infrastructuur aangelegd met allerlei onderdoorgangen en bruggen met een bepaalde energievraag/ energiegebruik. Laten we nou nog iets doen om uiteindelijk te kunnen zeggen dat we een energieneutraal programma gedraaid hebben. Dat is het programma Vrijebaan geweest. Dat was de werknaam waar al die projecten een plek in kregen. En toen hebben we eigenlijk de hele energiebehoefte in kaart gebracht en vervolgens verschillende zonnenvelden geïntroduceerd. Strukton wist dat dat gespeeld had en die had ook zoiets van ja, maar als energieneutraal tijd nog steeds bij jullie hoog op de agenda staat. Dan is het misschien interessant om te kijken of we bijvoorbeeld iets met zonnepanelen kunnen doen of iets met energieopwekking in het kanaal waar altijd natuurlijk stroming is. Het kanaal staat in de basis niet stil, want hij heeft een afvoerende functie. Nou hebben we dat in klein comité onderzocht naar bijvoorbeeld uitstromend water in het kanaal. En dat was te kleinschalig en dat leverde niet genoeg op. Zonnepaneel velden op die locatie, dat werd het ook niet want dan zouden we een heel klein veldje nodig hebben voor de compensatie van de brug. Terwijl in het midden en in het noorden van van Leeuwarden enorme velden werden aangelegd. Dan zou je geen exploitant vinden voor zo'n klein veldje want dat zou niet rendabel zijn. En dat zou ook wat verstorend zijn in het landschap op die locatie. Nou toen dacht we van okee, als we dan gaan kijken kunnen we misschien iets in die toeritten doen. Een ander bedrijf had een product ontwikkeld Solar road en dat zijn in feite een soort van betonplaten waarvan de rijloper in feite zonnepanelen zijn met een bepaalde beschermlaag daar overheen. En

daarmee zou je bijvoorbeeld, als je een toerit hebt die op zuid georiënteerd is, dan ligt deze prachtig in de zon. En zouden we daar een stukje energieopwekking uit kunnen gaan halen. Strukton bracht op een gegeven moment die optie in. Nou, dat hebben we ook goed onderzocht. Het was toen nog niet ver genoeg uitgekristalliseerd om dat zomaar toe te kunnen passen. En het prijsniveau, op dat moment, was ook zo hoog omdat het een eerste ontwikkeling is of in dit geval een tweede ontwikkeling. Dat we zeiden ja, nu moeten we ook even oppassen dat we onszelf niet gaan vergalopperen. Want waarvoor doen we dit? Dit doen we om een bio-composieten brug te ontwikkelen. Als we vervolgens allerlei geld in andere ontwikkelingen gaan stoppen, dan verliezen we onze hoofdopdracht uit het oog. En misschien maken die andere ontwikkelingen het dan wel zo dat we de hoofdopdracht niet kunnen invullen. Dan hebben we geen brug. Want onze opdracht was, ga onderzoeken of het kan en ga het bouwen als het kan. Als de uitkomst positief is. Dus we hadden een getrapte opdracht, dat we eerst een ontwikkeltraject voor de bio-composiet moesten gaan doen. Volgens die resultaten verzamelen, daar een ontwerp van maken en op een gegeven moment het voorontwerp bevriezen en dan de status quo opmaken. Dus is het haalbaar en levensduur wat heel belangrijk was. Een aantal aspecten die je natuurlijk wil borgen. En op een gegeven moment die resultaten plus de toets van nou kunnen we dat ook binnen taakstellend budget doen. Moesten voorleggen aan de staten van geeft dit u voldoende invulling aan jullie opdracht aan ons om naar de volgende stap te gaan, namelijk het realiseren daarvan. En toen zijn zij akkoord gegaan, jullie krijgt nu het geld om te gaan realiseren. Dus het bestaansrecht was die bio-composiet. Dus als je dan weer die andere ontwikkelingen ook allemaal wilt gaan oppakken en door ontwikkelen, ja dan wil je misschien ook te veel in een project gaan stoppen. Op een gegeven moment met die Solar road waren wij net even te vroeg of zij zijn net even te laat. Het is maar hoe je het wil bekijken. Dus helaas, die moesten we laten varen. Dus dat is niet gelukt. Maar vervolgens hebben we bijvoorbeeld wel weer van de producent van het brugdek die zegt joh, ik moet straks op die brug een slijtlaag aanbrengen voor de veiligheid en de stroefheid. Die zei dat hij iets interessants tegengekomen was laatst. We zouden ook kunnen kijken of die slijtlaag, die we normaal gesproken van basalt wordt gemaakt, misschien kunnen we die steenslag, dat basaltblok, vervangen door een ander soort steenslag wat een soort van zout accu is. Dat is een hele poreuze steen. Als ze die wel aan de voorkant volledig verzadigd hebben met pekewater. En we brengen dat als rijloper aan, dan heeft de producent van die steenslag aangegeven, in de loop der tijd in de winter bijvoorbeeld, staat die steenslag dat pekewater af waardoor je minder hoeft te strooien of later hoeft te strooien. En dat was hele interessante gedachte. En die kwam van de producent af. Die had dat ergens in de markt tegenaan gelopen. Of het was op zijn pad gekomen. Dus toen hebben we dat onderzocht, ook natuurlijk afgestemd met de toekomstige beheerder die vond het ook wel het waard om daarnaar te kijken, en dus hebben we daar nog wat meer effort ingestoken. En uiteindelijk is dat ook aangebracht op.

Boris [00:24:11] Dus de producent heeft het wel aangebracht, maar de aannemer zou dat dan het basaltton uitvoeren?

Person B [00:24:18] In dit geval niet, want de slijtlaag was wel scope van de producent. En er zat bij de voeg overgangen een afstemming tussen de civiele aannemer die vanuit de onderbouw komt en de leverancier die vanuit de bovenkant komt met het brugdek. Maar in het traject, zeg maar van de innovatie van het onderzoek naar bio-composiet, daar heeft die producent een heel legio van verschillende samenstellingen van composiet beschouwd.

In composiet zitten vezels en dat is een hars. En als je dan naar bio-composiet wil, dan heb je verschillende mogelijkheden voor die vezel qua natuurlijke materialen. Dus daar hebben we een heel legio van vezels meegenomen in alle testen. En aan de andere bij de harsen daar was het natuurlijk de bedoeling om een zo hoog mogelijke bio content gehalte van het hars te produceren of mee te nemen in die testen. En dat heeft die producent gedaan. Die heeft een wereldwijde zoektocht gedaan bij al die chemiereuzen wat hun aan natuurlijke harsen hebben met een hoog bio-content gehalte. Ze hebben daar ook op doorgevraagd van nou wat hebben jullie nog in je R&D afdeling staan? Wij willen een brug bouwen ten eerste en kunnen jullie helpen? Uiteindelijk kwam daar een palet uit van harsen uit. En dan ga je harsen en vezels van allerlei samenstellingen onderzoeken. Ze hebben daar duizenden proeven op gedaan. Maar en dan krijg je op een gegeven moment ook het mengsel, wat dan het meest in aanmerking lijkt te komen voor de voor de brug. Met in ogenschouw houdende levensduur water en vocht indringing etc. Maar ook het constructief gedrag zoals breek gedrag, trekgedrag, dat soort zaken. En daarin hadden we op een gegeven moment een selectie van, voor de draaiburg. Daar was mix A het beste voor. Maar we hadden ook een aanbrug en die zouden we normaliter in beton doen en dan zat in de scoop van de civiele aannemer. Maar op een gegeven moment zei die aannemer, waarom zouden we die aanbrug ook niet in bio-composiet doen? Het is wel zijn scoop maar daar kwam ook een bepaalde ambitie naar boven? Wel? Die wilde hij best bij hem gaan inkopen. Dus daar kwam ook een bepaalde ambitie naar boven. Ja, laten we dan ook kijken of we het hele brugdek in bio-composiet kunnen doen. Dat kwam bij hem vandaan. En natuurlijk moeten we daar binnen het Bouwteam over praten en het moet allemaal binnen het geld passen. Maar toen kwam uit dat onderzoek van de aanbrug dat mix B daar wel het beste voor was. En dat wilden we toen gaan realiseren. Alleen toen bleek dat een van de leveranciers van de harsen van mix B nu niet gebruikt kon worden in de commerciële toepassingen. Want het was nog niet zo ver of wat dan ook. In ieder geval, de licenties waren niet in orde aan zijn kant. Want hij had weer onderdelen van die chemische samenstelling, dat recept zeg maar, ook weer in licentie van andere partijen gekregen. En daar waren problemen mee. Dus uiteindelijk mochten wij die mix B niet gebruiken en dus weer teruggevallen naar mix A. Maar uiteindelijk hebben we dus wel mede op aangeven van de civiele aannemer niet alleen het beweegbare brugdek gemaakt in bio-composiet, maar ook de vaste aanbrug. Dus dat is ook weer die interactie zeg maar die heel mooi tot stand kon komen. Omdat je een speelveld hebt waar iedereen ook oog heeft voor de beperkingen die je met elkaar altijd ook hebt in zo'n opdracht. Je hebt niet een unlimited zak geld of tijd. Op een gegeven moment moet je keuzes maken. Maar daarbinnen denk ik ook dat iedereen gedreven was om het maximale wat mogelijk was uit die keuzes te halen en uit dat geld en uit de tijd. Het was een speelveld waar partijen zich voldoende veilig in voelde om ook allerlei dingen op tafel te leggen, ook betreft hun eigen scoop. Strukton had misschien meer kunnen verdienen als we een betonnen brugdek hadden gedaan voor de aanbruggen, in plaats van dat we nu een bio-compositie aanbrug hebben gemaakt.

Boris [00:29:52] Het is de kennis die je ervoor terugkrijgt. Je verdient er wat minder op maar het is wel kennis die je later waarschijnlijk nog veel vaker gaat moeten toepassen.

Person B [00:30:02] Precies. En dat was één van de doelstellingen natuurlijk ook van de provincie, maar eigenlijk ook een motivatie van partijen om mee te doen. Van ja, dit is de eerste. Wij gaan bewijzen dat het kan. En als wij dit met elkaar hebben ontwikkeld, dan hebben wij een voorsprong op anderen. En tuurlijk, in de loop der tijd neemt dat af. Maar wij

hebben initieel wel als marktpartijen een voorsprong en kunnen dit ook inbrengen in andere aanbestedingen waar allerlei beloftes gedaan kunnen worden. Maar wij kunnen het ook onderbouwen dat wij die belofte kunnen doen.

Boris [00:30:47] Jullie hadden een SVO, en een VO/DO fase. Zat de VO/DO fase bij elkaar?

Person B [00:31:14] Misschien nog een stap terug. Toen wij startte met de marktpartijen in het Bouwteam, was nog niet bekend wat voor type brug we zouden gaan maken. Want we wisten nog niet wat die materialen zouden kunnen doen. Moet het een basculebrug, een draaibrug worden, nou verzin het maar. Het concept "vraag specificatie" die mee was geleverd was aan de ene kant relatief generiek. Zodat alle brug typen of dat de eisen op zo'n niveau staan dat de brug nog niet vastgeklikt was. En die innovatie en onderzoekstraject leverde de parameters op wat dan eventueel haalbaar zou zijn in het type brug. Dus wat we eerst gedaan hebben in feite is de variant de studie. En op een gegeven moment komt er uit het onderzoekstraject voldoende data van we hebben deze varianten, welke vallen er af? Welke is dan het meest kansrijk? En dat was op een gegeven moment de asymmetrische draaibrug? Toen de asymmetrische draaibrug opgepakt, hebben we een SVO van gemaakt, schetsontwerp. De hoofafmeting en de inpassing etc. Nou, dat onderzoeksproject liep steeds verder. En op een gegeven moment zijn we ontwerp loops gaan maken om samen dat VO te maken. Daar kwam dan ook alle bewegingswerken bij. Toen hadden we op een gegeven moment bij VO zoon tussen mijlpaal van waar staan we en hoe gaan we verder. We hadden ook gezegd van ja, theoretisch zou na het VO het Bouwteam stoppen en zouden de twee UAV-GC contracten verder gaan lopen. Dus de contracten met de producent en Strukton. Maar omdat die onderzoeken nog liepen en we allemaal wel doorhadden van ja, dit is best wel uniek wat we aan het doen zijn en er zit best wel een hoog risicoprofiel op. Zou het misschien wel beter zijn om het DO terug te halen en dat samen ook in een Bouwteam te gaan doen. Dus eigenlijk het bouwteam verlengen. En daardoor konden we ook een betrouwbaardere prijs uiteindelijk krijgen. We zouden binnen dat budgetplafond blijven wat we met elkaar hebben afgesproken. Daarom hebben de DO ook nog een keer samen opgepakt en uitgewerkt. En toen was op een gegeven bij de TU Delft zo'n full-scale proefstuk gemaakt. Nou, schaal 1:3. En dat heeft daar in die testbank in een van die laboratoria een tijd gebleven. Daar zijn een miljoen opengingen en sluitingen in gesimuleerd. Dus die heeft daar een hele tijd in die in die bank gewoon gezeten. De component vermoeiing was daar natuurlijk in die levensduur heel erg belangrijk. Dus we hebben daar met die professor een miljoen simulaties doorlopen. Dat heeft een aantal maanden geduurd en dan gekeken wat de kwaliteit was. En in hoever zitten we nu in die levensduur? Onze initiële eis was minimaal 50 jaar voor dat brugdek, alleen die testen hebben we op een gegeven moment stopgezet. Toen zat de brug op 108 jaar. Dus hebben we die eis in het contract opgeschroefd naar 100 jaar. Dus daar hadden we ook genoeg informatie met elkaar over om dan ook die eis op te schroeven. Dus dat is in feite ook een stuk kwaliteit wat je natuurlijk dan verhoogt in je project. Waar wel iedereen achter stond en wat onderbouwd was met allerlei data. Dus toen was het DO uitgewerkt. Er blijven natuurlijk altijd risico's in zitten, maar het risicoprofiel was wel een stuk lager dan bij het VO.

Boris [00:37:03] Je had het net over de oude brug, dat de sloop methodiek aangepast was om dat brugdek aan die gemeente te geven. Wanneer is dat naar voren gekomen dat dat een interessant idee was? Al in de SVO, VO of pas in de DO?

Person B [00:37:25] Nee, dat zat in de VO fase. Even uit m'n hoofd hoor maar, die timing heb ik niet zo scherp. Maar het zat wel relatief vroeg in het project.

Boris [00:37:37] Dat hergebruik van beton en de slijtlaag ook?

Person B [00:37:47] Hergebruik van beton ook. De slijtlaag kwam lopend het VO. Volgensmij heeft die nog wel onderdeel uitgemaakt van het DO.

Boris [00:37:56] Ik kijk dan ook naar andere projecten. Dat zijn dan ook Bouwteams met circulaire elementen. Daar komen ook bijvoorbeeld dingen over het hergebruik van dijkbekleding. Dat was dan heel arbeidsintensief. En omdat de planning al wat verder vooruit was, al wat meer definitief was, konden ze dat er niet meer inzetten. Terwijl bijvoorbeeld een asfalt mix, dat brengt natuurlijk niet zo veel problemen met zich mee. Dat hebben ze er dan wel weer kunnen implementeren. En dat heeft echt puur te maken met wanneer begin je aan het ontwikkelen van die circulaire oplossing en op welk moment betrek je die aannemer bij het ontwikkelen daarin. Bijvoorbeeld bij een sloop methodiek daar gaat natuurlijk wel wat werk aan vooraf lijkt me?

Person B [00:39:19] Die impact daarvan was wel redelijk beperkt. Wat je nu zegt he, dan schiet er mij nog wat anders door het hoofd. Waar we bij de SVO fase bijvoorbeeld ook naar gekeken hebben is in hoever we bestaande elementen van de brug kunnen hergebruiken op locatie? Dus kunnen we bijvoorbeeld de landhoofden handhaven, opwaarderen en geschikt maken om dan voor de nieuwe brug te dienen. Kunnen we bijvoorbeeld met het midden steunpunt wat in het water staat hergebruiken? Maar uiteindelijk sneuvelde dat. Het klinkt heel makkelijk van ja, er zitten al palen onder zoon landhoofd wat vroeger als verkeersbrug heeft gediend. Nu gaan we voor een fietsbrug, dus die palen zullen wel moeten voldoen ook voor een nieuw landhoofd. Maar het is wel heel moeilijk om dat goed te verifiëren. Maar wat speelde is dat de geometrie gewoon echt anders werd, waardoor de locaties van de landhoofden net weer daarachter kwamen. De locatie van het steunpunt was niet in het midden van het kanaal, maar kwam asymmetrisch te staan in eerste instantie. Omdat ze weer beperkt waren in de maximale lengte brugdek die we vanuit de bio-composiet konden maken. We hebben bijvoorbeeld in dat testproject, ontwikkeld traject van bio-composiet, zitten pushen richting die producent en de mensen daar. Alle techneuten daar van, hoe lang kan zo'n asymmetrische uitkraging worden van zo'n brug? Want dat betekent, hoe kan ik mijn geometrie in mijn kanaal positioneren? En op een gegeven moment kwam het erop aan dat de lange kant van de asymmetrische draaibrug maximaal 20.5 meter worden. Daarmee heb je dus in feite je midden steunpunt en je draaipunt bepaald. Want dat is de overspanning die hij kan hebben. Maar dat was te weinig omdat het huidig kanaal 44 meter was. Omdat lekker symmetrisch in te delen. En dat betekende dat de draaipeiler in het water zou komen te staan. En eigenlijk zou je willen dat er een paar meter brug dek aan zat, zodat die op het land natuurlijke terecht kon. De beperkingen die we hadden op het gebied van geometrie, dat zoon ambitie van het hergebruik van bestaande fundaties niet konden doen. Maar goed, we hebben gepusht en gepusht. De techneuten werden helemaal gek van ons, maar wij wilden een half metertje meer. Kan dat nog? We hadden echt wel het limiet op een gegeven moment bereikt. Die mensen werden echt knettergek van ons, ze werden bijna boos. Toen hadden wij zoiets van nou, we hebben onze taak goed volbracht. We hebben het maximale eruit gehaald.

Maar toen stond dus die draaipeiler, en dat kwam door de geometrie, deels in het water te staan. En toen kwam de civiele aannemer zo van nou kunnen we hele dure geleide werken daar omheen maken. Want je moet die draaipeiler gaan beschermen enzovoort. Dus dan heb je je midden-steunpunt in het water met allemaal geleide werken. En nog eens extra geleide werken bij je draaipunt. Want je moet je voorstellen, zo'n geleide werk voor een opgewaardeerde CEM 5 klasse op dat kanaal, dat zijn wel dure onderdelen. Daar gaat zo een paar miljoen in remmingweg zitten terwijl we een relatief beperkt budget hebben waar we juist een maximale brug uit willen halen. Maar ja, de maximale brug met hele beperkte remmingwerken dat gaat natuurlijk ook niet werken. Op een gegeven moment zegt de aannemer, joh ik weet niet of het kan, maar ik leg het gewoon op tafel. En zo veilig voelden we ons met elkaar. Wat nou als we het kanaal gaan versmallen op dat deeltje. Met een inham het kanaal in met in de oever, zware damwanden en verankering daarachter. Om daar dan op die uitbouw de draaipunten te gaan bouwen. Dat bespaart ons gewoon 1 miljoen aan remmingwerken. En de investering daarvoor is een paar ton aan damwanden en uitbouw. En dan legt hij dat neer en dan denk je in eerste instantie van nou, dat gaat natuurlijk nooit. De kanalen hebben een afwaterende functie en je moet rekening houden met minimale profielen. Het is nog niet eerder in Friesland vertoont dat we een kanaal gaan versmallen voor de bouw van een brug. Even normaal gesproken zou je de brug langer maken. Maar dat kon niet. Dus uiteindelijk zijn wij den boer op gegaan. We hebben met alle partijen gesproken en uitgelegd en gekeken naar hoe kunnen we dit met elkaar mogelijk maken. Binnen de provincie moesten heel veel handen op elkaar want het is een provinciaal kanaal. Maar het Waterschap gaat natuurlijk over de hydraulische randvoorwaarden van zo'n kanaal. Zoals hoeveel vierkante meter een nat profiel moet zijn voor de afstroming vanuit het kanaal naar Harlingen toe. Om ook al het water uit alle polders af te kunnen voeren in Friesland. En uiteindelijk zijn daar ook allemaal berekeningen voor gemaakt, meegenomen en hebben we daar op dat punt de handen op elkaar gekregen. En dat kwam dus door de civiele aannemer die met een idee kwam. Joh, ik weet dat het gek is maar kunnen we daar iets mee. Kunnen we dat eens onderzoeken? Of dat precies is waar jij naar opzoek bent van wat is die toegevoegde waarde van de aannemer op gebied van circulariteit? Nou dit raakt wel een heleboel punten, maar je ziet wel en daar ook die toegevoegde waarde ontstaat van zo'n partij die er dan even op een afstandje van kijkt en zich voldoende veilig voelt om zo'n opmerking te maken van is dat niet iets? Ja, en dan zie je in dat Bouwtem dat daar een dynamiek weer aanwezig is die zegt nou ja, het is gek, maar we gaan het gewoon eens verkennen met elkaar en kijken hoe ver we komen. Er was een enorme drive aanwezig. Niet voor niks heette het Bouwteam ook drive. Maar er was ook een enorme energie bij de aanwezige partijen en bij de mensen zelf om dit met elkaar mogelijk te maken, deze brug.

Boris [00:46:57] En waar lag die drive aan?

Person B [00:46:59] Aan mensen die je samen hebt gebracht in een omgeving waar een enorme interessante opgave ligt. We hadden natuurlijk in die aanbestedingen ook echt gefocust op het samenstellen van een team. En natuurlijk schrijven partijen in. Partijen hebben hele mooie plannen van aanpak en ambities. Uiteindelijk staat of valt het wel met de mensen met wie je dit gaat doen. Als zij daar inzitten van joh dit is een leuk verdienmodel. Ja, dan hebben ze toch een andere intrinsieke motivatie en dan misschien een ander belang om ons project resultaat te gaan bereiken. Dus we hebben in die aanbesteding heel erg gefocust op kwaliteit en dus bevraagd op een aantal kwalitatieve onderdelen waar ze hun visies ook

van tevoren moesten indienen als een soort plan van aanpak zeg maar. En vervolgens ook interviews gehouden met sleutelfiguren die dan naar voren werden geschoven vanuit de verschillende organisaties. En omdat het natuurlijk voor alle partijen onwennig was, ik bedoel, wij praten over twee aanbestedingen. Daar komt iets uit en dat gaat deelnemen in ons Bouwteam. Een producent en oud-producenten zitten in de ene aanbesteding. Maar ze weten niet wie uit de civiele aanbesteding gaat komen. Strukton wist ook niet wie de producent zou gaan worden. En dus op een gegeven moment horen partijen voor het eerst nou, wij gaan dus samenwerken met elkaar in een Bouwteam. Maar wat het mooie was van die samenwerking, wat natuurlijk essentieel is om dit te laten starten is het volgende. Je kan de mensen bij elkaar aan tafel hebben en die kunnen heel gedreven zijn. Maar er moet wel een back-up vanuit de organisatie zijn om die mensen ook dat vertrouwen en die steun in de rug te geven om zich ook op een andere manier in zo'n project te laten opereren. En dat niet primair het marge draaien de boventoon voert. Of wij willen hier alles uit slepen wat eruit te slepen valt. Of we willen een minimale inzet doen. Dus die directies, die hebben wij in de kring daaromheen ook aangesloten, zowel van de provincie als de producent als van Strukton. Die hebben we ook regelmatig bij elkaar aan tafel gezet van jongens, je kan hier nu mee beginnen, en hoe zitten jullie in de wedstrijd? En het enthousiasme wat bij die mensen in de Bouwteam zaten werd onderschreven door de mensen die daar omheen zaten vanuit de directies. En die hebben ook hun mensen de ruimte gegeven om hier op de gewenste frequentie, dus gedrag, mee te laten doen in zo'n Bouwteam. Waarbij bedrijfsbelang, natuurlijk belangrijk is en dus geen liefdadigheidswerk. Hoezeer we ook spraken in begin over bijvoorbeeld belangen. Welke belangen heb jij en jij? Welke belangen hebben wij? En dan lijkt dat heel ver uit elkaar te liggen maar uiteindelijk als je dan wat verder bent zit er heel veel overlappingsen. Bijvoorbeeld Strukton had een belang namelijk realiseren. Wij moeten het niet nu van een ontwerpfase hebben, daar verdienen we niks aan, dat is niet ons bestaansrecht. Bij ons bestaansrecht als aannemers is dat we bouwen. De producent had als belang, ik wil mijzelf als organisatie onderscheiden van mijn concurrenten. Dus ik wil als een van de eerste zo'n grootschalige bio-composiet brug mogelijk maken. Want dan heb ik een voorsprong op de concurrentie. Die zat heel erg op dat innoveren. En als provincie wilde wij vooral die aanjagende functie invullen, die kennisontwikkeling als regio, en daarover uitdragen en anderen enthousiasmeren om ook dit soort dingen te gaan doen. Dus wij hadden meer aan profileren en communiceren. En dan denk je in het begin van misschien zijn dat hele gescheiden belangen. Maar hoe verder je komt, hoe meer gedeelde belangen er zijn. Want wij hebben het grootste belang erbij dat die innovatie tot stand komt. Want anders hebben wij geen project. Wij hebben er het grootste belang bij dat Strukton onder dat budget plafond blijft zodat we gaan realiseren.

Boris [00:51:52] Het is het balans wat je krijgt door die afstemming die je met elkaar bepaalt.

Person B [00:51:55] Ja en dat gesprek daarover te hebben. En op een gegeven moment dat inzicht daarin, dat zou ook voldoende motivatie en trigger moeten zijn om iedereen qua mindset in dezelfde richting te krijgen. En dat enthousiasme dus te krijgen, waardoor je allerlei dingen kan roepen om te onderzoeken of het interessant is om toe te voegen. Aantal wel, een aantal niet, aantal zijn er gesneuveld en een aantal zijn we niet aan begonnen. En uiteindelijk ja, in een hele unieke setting vond ik wel, hebben we hebben we echt het maximale eruit gehaald. Want op gegeven moment, om dan nog even terug te komen op jouw oorspronkelijk vraag, wat brengt zo'n markt dan mee? Je hebt het bio-composiet op een

gegeven moment ontwikkelt. Hoe ga je dan vervolgens straks ook die beheerder ontzorgen? Want die beheerder krijgt een unieke brug in beheer van een materiaal dat hij niet kent, wat geen staal of beton is. Maar hoe gaat dit materiaal zich ook in de loop der tijd ontwikkelen? Ja, dat wisten wij ook niet. Hoe gaat dat zich gedragen? We hebben natuurlijk allerlei simulaties gedaan, maar in de werkelijkheid is het anders. Ook vanuit onze bril, ja wij willen die kennis ontwikkelen, dus moeten we ook iets gaan doen voor die beheer fase. Om dan te kijken bij het gedrag wat we in de modellering hadden zitten. Hoe ontvouwt zich dat tot de praktijk? Ik weet niet meer of het nou de producent was of de civiele aannemer. Volgens mij de producent van joh, wij zijn voor een ander project bezig geweest met een stalen brug voor Rijkswaterstaat en daar hebben we met een Belgische partij een monitoringsysteem ontwikkeld wat in dat project de scheuren in de gaten zou gaan houden. En misschien is dat interessant om als een soort van informatie verstarring ook te implementeren in deze brug. Zodat de beheerder uiteindelijk ook meer inzicht in het gedrag kan krijgen. En dan ligt zo'n balletje op tafel en hebben we dat opgepakt. En we hebben eigenlijk met die Belgische partij om, via de producent, een meetsysteem ontwikkeld. En dat is helemaal geïntegreerd in laminaat van het composiet. En uiteindelijk zit daar nu een glasvezelnetwerk in, met iets van 400 meetpunten, wat die hele brug monitort. Waarbij we vervolgens een stuk ICT hebben opgezet, met dashboards en database met metingen. Elke tien seconden worden die 400 punten gemeten. Enorme database die informatie aan het vergaren is. Vervolgens dashboards gemaakt, zodat er een beheerder in realtime kan zien wat er gebeurt. En vervolgens ook nog eens een keer al die data, die we nu realtime opbouwen, ontsluiten voor kennisontwikkeling. Bijvoorbeeld onderwijs maar ook gewoon concurrenten. Het is opensource dus iedereen heeft toegang tot die informatie, ook met partijen die niet hebben meegedaan.

Boris [00:55:08] En was dit al aan de VO fase tot stand gekomen?

Person B [00:55:12] Nou dit is een beetje in de DO fase voornamelijk tot stand gekomen. We moesten echt er flink aantrekken om dit nog allemaal goed te implementeren. Het afsluitende deel van ja, wij kunnen als bouwers wel een iets nieuws neerzetten, maar dat is een eenmalig iets. Maarja hoe gaat het dan echt in de loop der tijd? Dat was nog wel een vraagstuk waar we vonden dat we daar invulling aan moesten geven. Nou, uiteindelijk hebben we daar dat meetsysteem voor ontwikkeld. En dat zal de komende 10 jaar in de lucht gehouden worden. En die data die dan verzameld is, is voldoende robuust om ook wel predicties te maken richting de toekomst.

Boris [00:57:03] Ik had het trouwens ook gehoord van persoon A dat er op een gegeven moment een probleem was ontstaan dat er opnieuw gekeken moest worden naar de overspanning van de brug, want hij kon niet meer dicht of open.

Person B [00:57:20] Ja, dat had te maken met de opzet werken en de doorbuigingen. We hebben toen in die lab testen berekend van hoeveel buigt nou die punt van het brugdek in openstand door? Dit buigt gewoon meer door dan bijvoorbeeld staal of traditioneel composiet. Dat komt gewoon door de materiaaleigenschappen. Op een gegeven moment bleek bij de laatste resultaten van TU-Delft bijvoorbeeld dat, voor deze doorbuiging, het verder zou doorbuigen dan aanvankelijk gedacht. Wij gingen er voor deze doorbuiging vanuit alle andere testen plus nog een onzekerheid factor, een conservatieve aanname genomen.



Maar toen uiteindelijk bleek vanuit TU-Delft, met de allerlaatste testen, dat de doorbuiging geen 30cm was maar 40cm was. Dat betekent wel dat die brug als het opleg stuk 30 cm naar beneden gaat, het brugdek nog steeds op het opzet stuk ligt en dus niet opengaat. Dus hij kan niet onderuit wegdraaien. Stel dat de brug wel was weggedraaid, zou je dus niet kunnen sluiten. Toen werd het vraagstuk in het Bouwteam, we hebben een probleem. De doorbuiging versus het opzet werk wat ontworpen is dat kan niet. Hoe gaan we dat oplossen? De producent zegt ja, ik moet dat oplossen in dat brugdek want ik heb gezegd dat die maximaal 30cm zou gaan doorbuigen op basis van wat ik allemaal gezien en ontwikkeld had. Dus misschien moet ik er wat glas erbij gaan doen en dan wordt die wat stijver en zakt deze wat minder door. En misschien dit, misschien dat etc, allemaal om te kunnen realiseren. Dus op een gegeven moment waren er zoveel maatregelen aan dat brugdek want de producent wilde zijn eigen problemen oplossen. Want hij voelde zichzelf verantwoordelijk. Hij wil dat in zijn koker oplossen. Alleen alles wat je ging doen, een aantal maatregelen werkte positief maar tegelijkertijd ook negatief. Want hoe meer gewicht je hier gaat voeren, hoe meer die gaat doorzakken. Je komt dan een beetje in zo'n vicieuze cirkel terecht. Want hij wilde niet dat de civiele aannemer hun ontwerp opnieuw zouden moeten gaan doen. Want het zou ook een hoop geld gaan kosten. En er waren al materialen besteld. En er was allemaal gedoe over. Eigenlijk was de bandbreedte voor de oplossing, niet in het brugdek. Dus uiteindelijk hebben we gezegd, we moeten toch dat andere gaan aanpassen, want dat zal misschien wel uiteindelijk eenvoudiger kunnen zijn. Nou, dan moeten we toch de bittere pil slikken. We moeten dat ontwerp aanpassen en kijken wat we met de onderdelen die al besteld waren, hoe we dat dan in de nieuwe configuratie wel kwijt kunnen. Uiteindelijk hebben we dat probleem als Bouwteam opgelost en dat heeft wel wat geld gekost. Want een stuk her-engineering heeft de bio-composiet producent ook voor zijn eigen rekening moeten nemen. Wij hebben wat extra geld moeten betalen voor dat opzet stuk. Die financiële discussie hebben we ook op tafel gelegd. En nou, daar zijn we ook uitgekomen in die constellatie binnen het Bouwteam. Maar daar was het wel weer even op een heel laag niveau in je DO echt de dingen omgooien.

Boris [01:03:24] Heeft dat onderzoek zo lang doorgelopen over die studie “beschikbaarheid bio-based materialen”?

Person B [01:03:30] Die bestond in feite uit twee delen, dus heel veel lab testen met onderwijs enzovoort. Dat proefstuk was eigenlijk te laat in de bank bij TU Delft gezet. En dat kwam omdat we zouden op moment x naar TU Delft gaan dan lag er weer wat anders in die hal. En daar was geen ruimte voor, want het was een 12 meter brug dek wat daar even ondergebracht moest worden. Dus uiteindelijk, dingen lopen zoals lopen en konden we pas maanden later bij TU Delft terecht. En dus ja, daarom introduceerden we in ons project een risico mee hoor. Want wij hebben wel die alle studies gedaan, alle onderzoeken gedaan, alleen de bevestiging van de parameters met dat full-scale proefstuk die kwamen daarna. Eigenlijk te laat voor je VO ontwerp, waardoor je toch op basis van een bandbreedte van onzekerheden keuzes moest maken. Of je moet je project stil leggen totdat eindelijk het er is. Maar dat was voor de provincie weer niet bespreekbaar omdat wij ook met een stukje subsidie zaten, maar ook met ja, we moeten wel bepaalde deadlines halen. En tuurlijk dingen kunnen wat vertragen, maar we hadden toen al een keer een aangepaste planning geleverd. We konden dat niet opnieuw doen om met weer een stuk vertraging bij wijze van spreken te komen.

Boris [01:05:06] Maar dat had dus wel nog eventjes een behoorlijke impact?

Person B [01:05:09] Ja, toen hebben we echt even alle zeilen bij moeten zetten en hebben we eigenlijk een paar weken vertraging opgelopen in het traject om dat te repareren.

Boris [01:05:18] Ja, en dat is eigenlijk een gezamenlijke oplossing geweest om het zo te doen?

Person B [01:05:23] Ja, want uiteindelijk wat ik zei, die producent die probeert zijn eigen problemen op te lossen. Maar eigenlijk in het Bouwteam had een Bouwteam partner juist de sleutel in handen om zijn probleem op te lossen. En als je daar niet over communiceert, want eerst zat die producent in zijn eigen kringetje, had die ook niet echt gedeeld, rond te draaien om dat probleem op te lossen. Maar hij kwam er niet uit en het duurde en het duurde totdat hij het probleem op tafel legde. En je in gesprek gaat met elkaar. Dan blijkt dat in dit geval besloten wordt dat we het makkelijker kunnen aanpassen als we het bewegingswerk gaan re-engineeren. En toen dat eenmaal duidelijk was, toen konden we ook meters maken om dat dan te gaan doen.

Boris [01:06:09] Waren jullie blij dat jullie die DO fase nog aan het Bouwteam gekoppeld hadden?

Person B [01:06:22] Kijk, dat was een hele bewuste keus vanwege het risicoprofiel inderdaad. En ja, dat bleek dus ook de goeie keuze te zijn. Ja, want stel je voor dat je dit had gehad terwijl je dat DO dus niet samen gemaakt had en je nu in de UAV-GC contracten gewoon actief was. Ja dan kom je toch wat meer in contact beheer terecht. Als je dan niet op past dan ja, Pietje heeft een probleem en ik heb er heel veel last van. Dat is niet mijn verantwoordelijkheid opdrachtgever. Ik ga bij jouw claimen. Ja, dan heb je hier stagnatie van de bouw enzovoort. Nou ja, dat was natuurlijk voor zo'n project funest geweest met de krapte in de budgetten die we natuurlijk hadden.

Boris [01:07:43] Dus we hebben het eigenlijk gehad wat de positieve dingen waren van het werken in een Bouwteam zou je die nog een keertje op een rijtje kunnen zetten, maar ook een paar aspecten van het bouwteam wat beter had gekund. Of wat eigenlijk in het Bouwteam beter had kunnen gaan.

Person B [01:08:44] We hebben een evaluatie gemaakt over het Bouwteam die hebben we ook publiekelijk gedeeld dus hij staat ook bij ons op de website. Dus ik denk dat het goed is dat je daar kennis van neemt en daar hebben we ook een stuk zelf reflexie in verwerkt. Kijk even positief, want dat merk je wel, hoe we het speelveld in het Bouwteam hebben ingevuld met elkaar door een stukje houding en gedrag, gedrevenheid, best for project project en dit gewoon met elkaar willen laten slagen. Die drive daarachter, die werkings sfeer die vond ik heel positief zonder dat je iets zegt en je kop wordt er gelijk afgehakt bij wijze van spreken. Dus de setting die we gecreëerd hadden met elkaar, waar ik trots op ben, waar deelnemers zeg maar zaten die zich niet primair alleen maar namens een bedrijf daar zitten, maar namens het project zitten. Waarbij de broodheer wat meer naar de achtergrond verdween. En dat ook de projectmanager van Strukton zei als ik dan daar naar Leeuwarden rij en ik loop dat projectbureau binnen, dat voel ik mij geen Strukton maar voel ik mij in feite Bouwteam

Ritsumasyl onderdeel van de provincie. Ik denk dat dat dus een heel mooi compliment was. Een bevestiging van de werk sfeer waarin we dit project hebben kunnen doen. Ik vind het mooi dat wij die aanjagende functie, echt op dat moment binnen de kaders die ons gesteld waren, het maximale eruit hebben kunnen halen en meer. Als ik nou kijk naar het eindresultaat is het echt meer dan dat ik aan de voorkant had mogen durven dromen. Dus ook meer dan ons oorspronkelijk gevraagd is met een basis ambitie die ons opgelegd is. Ik vond het mooi de combinatie van markt en onderwijs bij elkaar te brengen in een innovatie traject. Wat ik denk dat we beter hadden kunnen doen is een stuk meer de beheersing erop kunnen zetten. Kijk je hebt in ons geval een kernteam. Daar zitten de drie beslissers van de drie partijen in. Daar zat ik in, de projectmanager van Strukton en eindverantwoordelijk vanuit de producent. Daaromheen hadden we het Bouwteam dat was nog aangevuld met mensen van W+B, Antea, etc. En uiteindelijk is uit die hele schil van specialisten toen ontwerpteams gekomen. En je zag op een gegeven moment wel, wat wij beter hadden kunnen doen is communicatie naar het ontwerpteam over dingen die we besloten hebben of die speelde in het Bouwteam. Om dat beter terug te leggen en ontwerpteams daarin mee te nemen. Als Bouwteam management zijnde hebben we die, vind ik, onvoldoende adequaat meegenomen. Uiteindelijk is het allemaal goed gekomen, maar ik ben ook al wat streng voor mezelf zeg maar. En wat, denk ik, onvoldoende gedaan is, de ontwerpteams waren druk bezig, die lopen tegen dingen aan, waar zij niet bevoegd in zijn om daar keuzes in te maken. Die keuzes moeten dan in Bouwteam gemaakt worden of eigenlijk zelfs in het kernteam. En ik denk dat we dat, op momenten, onvoldoende bediend hebben. Of dat we dat onderschat hebben of onvoldoende beetgepakt hebben, waardoor er bij het ontwerpteam toch onrust ontstond of stagnatie ontstond. Of onbegrip ontstond om dat wij dan keuzes onbewust vooruitschoven of in ieder geval niet vastpakte om dan ook een keuze te moeten maken. Ik denk dat dat voor verbetering vatbaar geweest zal zijn als ik het opnieuw zou moeten doen. Als je dan nog even teruggaat naar jouw eerste vraag van wat hebben andere partijen meegenomen? We hadden een budget dat onder druk stond en wat ambitieus was. En wij hadden zelf wat kleine subsidies aan kunnen boren. Maar waar vervolgens Strukton mee kwam, die zei van ja, laten we toch eens een externe specialist een subsidie scan doen. Want waarschijnlijk zijn er ook wel subsidies die jullie niet als provincie kunnen aanvragen als overheid maar wel als markt partij. En daar kwamen inderdaad een set van subsidies uit. En uiteindelijk zijn de subsidies aangevraagd en toegekend. Aan Strukton maar ook vooral aan de producent. En de producent heeft dat zakje geld gewoon 1 op 1 ingebracht als budget binnen het Bouwteam. Daarom kregen wij meer ruimte in de financiering om dit nog beter te doen met elkaar. Dat vind ik prachtig als je zo met elkaar kan werken.

#### C.3.2.4 Person C interview 1

<b>Name</b>	<b>Person C from Strukton</b>
<b>Project</b>	Ritsumasyl Bridge
<b>Role within the project</b>	Project manager
<b>Date of interview</b>	29-10-21
<b>Interview duration</b>	50 minutes

Boris [00:00:04] Wat was je rol aan het Bouwteam?

Person C [00:00:09] Ik was projectmanager namens de aannemer. Dus uiteindelijk eindverantwoordelijke voor het aannemers deel. We hadden een aannemerscombinatie Spie met Strukton en waren zeg maar de aannemer voor de onderbouw. De opdrachtgever heeft ook een producent gecontacteerd en dat was in dit geval CIC.

Boris [00:00:44] En wat is er aan circulair allemaal bedacht in Ritsuamasy?

Person C [00:00:49] Circulair was niet één van de pijlers. Dus uiteindelijk was de pijler, waarom dit project naar boven is gekomen, een duurzame bio-based composite fietsbrug bouwen. En dan in dit geval, alleen de gedachten, was het val. Daar hebben we ons op geconcentreerd. Maar dat was natuurlijk de innovatie binnen dit project. Dat heeft uiteindelijk de vlucht gekregen dat we gezegd hebben, weet je wat het is niet alleen het val, maar we gaan ook kijken naar bijvoorbeeld de aanbruggen. Dus eigenlijk is de volledige overspanning later en bio-based gegaan. Maar dat heeft vooral de focus gehad. Daarna hebben we nog een subsidie weten te bemachtigen vanuit de provincie. Waarbij dus ook circulariteit een plek moest krijgen. En we hadden natuurlijk een oude verkeersbrug die gesloopt werd waarbij we gekeken hebben van goh, hoe kunnen we dat dan zo hoogwaardig mogelijk hergebruiken. En gekeken naar het beton wat eruit komt. Dan wordt het netter gesloopt zeg maar, wordt het afgevoerd en wordt het hoogwaardig in de keet teruggebracht. Op een gegeven moment hebben we de paal fundering aangepast naar open stalen buis palen die ook her-winbaar zijn. En we hebben op een gegeven moment nog een onderzoek gedaan om het bestaande stalen val ergens binnen een andere gemeente te plaatsen. Tenminste die hebben we heel netjes gesloopt, ook heel netjes uitgevaren en die we op een gegeven moment gegeven aan een gemeente ergens helemaal bovenaan in Friesland. Die gemeente wilde zo circulair mogelijk een nieuwe verkeersbrug neerleggen. Dus als waren dit val herberekenen, aanpassen en weer inpassen in hun ontwerp. Alleen uiteindelijk is gebleken dat het val zeg maar dusdanige veroudering vertoonde, het staal was ze te bros, zeg maar om het te gaan hergebruiken.

Boris [00:03:10] En het beton hergebruikt van de oude brug?

Person C [00:03:13] We hebben een zusterbedrijf binnen Strukton dat heet GBM. En dat kan zeg maar weer een deel van cement weer activeren uit het beton wat eruit komt. En het kan het beton puin weer hoogwaardige inzetten dan anders wat je normaal ziet dat het onder het asfalt gaat. Dus het is echt als grondstof gebruikt om zeg maar opnieuw beton daarvan te leveren.

Boris [00:03:43] En hoe zijn jullie achter die subsidie gekomen dat dat er was?

Person C [00:03:48] Ja, volgens mij is dat vanuit de provincie gegaan. Wij hebben zelf een subsidie scan gedaan als team maar die had niets met circulariteit te maken. Dus vanuit de aannemerij hebben wij een paar ton aan subsidie op gehaald en dat ook toegevoegd aan ons project budget. Alleen werd hiermee de onderzoekskosten bekostigd niet zowaar circulair, maar circulair heeft Friesland hoog staan. Op een gegeven moment hebben we gewoon gekeken van wat zouden wij binnen ons ontwerp nog kunnen doen. En het is eigenlijk een beetje achteraf, want normaliter doe je dit aan de voorkant doen en dan ga je kijken welke onderdelen je in zoverre op die manier zou kunnen doen. Dan was dat een betere oplossing geweest. We hebben een aantal wacht voorzieningen die de provincie op een ander werk heeft zien vrijkomen. Die hebben we als waren geüpgraded naar wat het volgens zou moeten zijn volgens de nieuwe normen. En dan hier weer opnieuw neergezet. En wacht voorzieningen, dat moet je zien als je zo'n grote boot aanlegt heb je een hele grote buis paal bijvoorbeeld, die zijn hergebruikt. En ook barcelocus palen voor de pleziervaart, die kunnen aan een wat kleiner paaltje hangen. Die zijn ook voor een deel hergebruikt, dus die komen vanaf werken van de provincie en hebben we hier weer ingezet. Ja, en de provincies zelf heeft een soort van groundbank principe, dus vrijkomende grond wordt daarmee ook hoogwaardig teruggebracht. Als je dan baggerslib hebt ofzo dan wordt het netjes ergens neergelegd en weer opgewaardeerd naar een bouwstof toe. Maar dat is dan zeg maar buiten ons zichtveld.

Boris [00:05:56] En dan wat je dus zonet zei, waar je wat later over na hebben gedacht qua circulaire elementen, was het in het begin nog niet het geval dat daar rekening mee zou worden gehouden. Op welk moment is dat ongeveer gekomen in het ontwerp proces?

Person C [00:06:12] Als je zo'n traject ingaat van bio-based composiet wat nog niet eerder is gedaan. Dan focus je eerst op de karakteristieken van het materiaal zelf. Je moet gewoon een verdiepingsslag maken om te weten hoe het materiaal zich gedraagt. Je moet testen doen. Je moet gaan onderzoeken welke grondstoffen je daarvoor moet gebruiken om het optimum te halen. En daarmee ga je bepalen binnen welke mate durf ik dan iets te bouwen waarbij ik ook kan garanderen dat het blijft staan. Ja, dat zijn afwegingen. Dan moet je even alle andere afwegingen buiten beschouwing laten. Want onze opdracht was, dat doen. Dus zorg eerst dat je een gedegen ontwerp krijgt. Dus op basis daarvan hele variant studies gedaan naar verschillende typen bruggen, overspanningen, noem maar op. En dat hebben we getrechterd naar een voorkeursmodel. Daar hebben we wel altijd, zeg maar een basic model gehouden en een soort van droom brug. De basic is gewoon budget gestuurd. Die droom Brugge is van goh, stel dat er nou ergens binnen de provincie nog een potje is, dan zou je dat kunnen toevoegen en dan zou je als het ware een betere brug kunnen bouwen. En eigenlijk toen wij de hoofd keuzes qua brugconstructie een eerste VO berekening hadden gemaakt, toen hebben we pas een herijking gedaan. Dan worden links en rechts worden natuurlijk budget aangevraagd. Ja, en dan wordt er nog gekeken waar kunnen we nog wat ophalen? En dan zal er een subsidie toegewezen zijn en dat is buiten mijn gezichtsveld gebleven. Maar waardoor je meer projectbudget krijgt en dan ga je kijken van hoe kun je dan heel makkelijk met geringe aanpassingen toch zien dat je een ontwerp hebt wat zo circulair mogelijk is? En daar hebben toen zowel een duurzaamheidsscan als circulariteitsscan opgemaakt op het ontwerp. Maar

beter was als je dat in je afweging kader had gemaakt op het moment toen je ook je varianten studie had gedaan. Maar dat is nu, zeg maar, achteraf gedaan

Boris [00:08:28] Is de variante studie gedaan in de tenderfase of eerder of pas later?

Person C [00:08:32] Nee, ze hebben eerst gecontracteerd. Ze hebben gewoon gezegd van goh, ik moet een club mensen hebben waarin we het vertrouwen hebben die het ontwerp en onderbouw kunnen maken. En we wilde een club mensen hebben die dus als bio-based composiet maken. Dat gaat in één hok, dat gaat een team vormen en vanuit dat team, zeg maar, is een variant studio opgezet. Er was alleen nog maar dat het van A naar B moest en dat die afstand ongeveer 67 meter was. Ja, het moet wel omdat je de materialisatie nog niet kent. Kijk, er was een minimale eis gestel aan de overspanning van het val. Wij moesten een minimale doorvaart hebben van 17 meter en 7 meter hoog boven de waterspiegel. Dat waren de randvoorwaarde dat ons meegegeven is. We hebben wel bewuste keuzes gemaakt om bijvoorbeeld over oude fundering om die niet bijvoorbeeld her te gaan gebruiken. Want dat die rekensommen zijn zo lastig en dat voldoet toch niet in de aanneme. Dat we wel gezegd hebben van dat soort zaak, kunnen ze onderdeel maken van de constructie. Om een circulair beeld te geven he, dus om niet te trekken of niet te verwijderen. Dus dat hebben we wel gedaan. Alleen echt de constructieve eigenschappen zijn gewoon gekomen vanuit de daadwerkelijke funderingselementen die toegevoegd zijn. Ja, mooier is denk ik als je circulaire gaat ontwerpen dat je, als je dan zo'n variant studie doet, dan ook direct kijkt van welke materialen heb ik of heb ik voor handen? En kan ik dan in zo'n ontwerp, dan kan het 1 of 2 criteria krijgen, kan ik daarin gebruiken? Dat is nu niet gedaan.

Boris [00:11:20] Ik hoorde bij andere projecten waar ik interviews bij afleg vaak dat als het eerder was geweest, dan hadden we er nog wat meer verbeterstappen kunnen maken.

Person C [00:11:30] Weet je wat je hier misschien had kunnen doen hé. Maar ja, uiteindelijk dan gebeurt dat niet helemaal. Damwand had hergebruikte damwand kunnen zijn in plaats van nieuw. Buis palen waren al voor een deel gebruikt volgens mij. Dat soort dingen, dan stap je weer net iets hoger in de keten. Maar dat moet dan ook weer beschikbaar hebben. Vanuit daar bepaal je je engineering ook weer, dus dat is een beetje het kip ei verhaal. Ik denk wel dat je een nog hogere circulaire componenten in had kunnen zitten als je dat als vertrekpunt aan het begin neemt. Volgens mij kun je dat loopje je heel makkelijk aan de voorkant doorlopen met elkaar en dan in de criteria meenemen.

Boris [00:12:35] Ook wel meegekregen dat de opdrachtgever in het begin heeft van ja, we willen wel aan circulair doen, maar ze weten niet precies wat ze we willen, daar dan zelf invulling aan geven en dan komen ze er daarna op terug. Ja, en dan moet de aannemer er invulling aan geven en dan komt er wel wat uit omdat die opdrachtgever toch binnen zijn eigen organisatie te weinig beleidsvoering daarop heeft.

Person C [00:13:04] Ja klopt maar het is ook niet hé. Dus er is ook nog niet een primair beleid op. Kijk als wij met elkaar afspreken van joh, we leveren geen nieuwe grondstoffen aan op een project. En je moet het doen met dat wat er is of dat wat je uit een ander project haalt. Weet je, dan krijg je al een heel andere aanpak. Maar zover is het nog niet. Iedereen gaat nog

steeds voor het vertrouwde. Bijvoorbeeld doe maar een nieuwe stalen brug of doe maar een nieuw betonnen brug. Want ja, dat is goed.

Boris [00:13:35] Ik had ook gehoord dat het niet duidelijk genoeg was dat er nog een proef moest worden uitgevoerd en uit die proef bleek later dat de brug niet meer terug dicht zou kunnen. En toen was het wel zo, we willen echt een bio-composieten brug. Dat was het hoofd uitgangspunt, dus dan moeten we toch maar aan andere dingen gaan sleutelen. Dat was volgens mij ook via de aannemer gekomen dat de aannemer zegt wij gaan de leverancier helpen hierin. Want het was eigenlijk een probleem van de leveranciers.

Person C [00:14:21] Ja dat klopt. Dat is bij mij weggekomen. Dus uiteindelijk hadden wij al heel veel berekeningen en heel veel iteratie slagen gemaakt tussen ons ontwerp en dat van de leverancier. Er kwamen wat gegevens vanuit de laatste proeven die door TU Delft gedaan zijn volgens mij. Dat het kruip gedrag van de brug toch wat meer zou zijn dan gedacht, in verticale zin. Daarmee zou de brug in plaats van gedacht 25 centimeter doorbuigen 29 centimeter worden. Ja en als je rekening houdt met je opzet, dus als het ware als je brug openklapt zakt hij door. En heb je iets van opzet werk nodig om deze weer op hoog te hebben dat je deze weer dicht kan doen. Anders slaat hij tegen de aanslag nok aan. Kun je wel kijken om die brug nog stijver te maken, maar daar had je al een jaar aan gerekend. En daar was je eindelijk uit hoe die zich zou gedragen. Dan kan je beter zorgen dat het opzetwerk niet een grotere slag maakt. Dus toen hebben wij onze onderbouw als het waren aangepast. En het opzet werk aangepast en op die manier hebben we dat probleem verholpen.

Boris [00:15:38] Ja, dus als integraal team gewerkt en elkaar bijstaan waar het moest.

Person C [00:15:43] Ja klopt.

Boris [00:15:47] En wat vond je eigenlijk het fijne in het werken van een Bouwteam en wat kon er volgens jou beter?

Person C [00:15:56] Weet je, als je dit soort dingen gaat doen. Ik heb daarna nog een aantal tenders gedaan, waar ook gewoon innovaties gevraagd werden. En zie je dat het heel snel gaat naar een UAV-GC contract. Dat was het hier ook wel alleen je hebt samen ontworpen en je staat samen daarvoor aan de lat. En de klant die neemt verantwoordelijkheid voor iets nieuws. Ik heb laatste nog met een collega van W+B bij een provincie gezeten om iets te vertellen over bio-composiet. En dan zeg de klant, hoeveel garantie krijg ik hier op. Ja, je wilt iets nieuws, je wil shinen met een nieuw product, je wil duurzaam, je wil een verandering doorbrengen. Ja, dan ga je nu aan mij als aannemer vragen hoeveel garantie ga jij nou geven op iets nieuws waarvan wij nog niet weten hoe het zich gedraagt. Ja we weten wel hoe het zich gedraagt maar dan geconditioneerd gedraagt. En we zijn er wel van overtuigd dat goed is. Alleen daar zie je nog een hele kentering. En dat zie je in dit Bouwteam dat gaf best een comfort dat de klant heel goed zegt van, wij willen een bio-based composiet. Dat is ons vertrekpunt, dat ding is van mij. Dus daar hoeft jij je niet zorgen om te maken. Zorg gewoon dat jouw deel goed is. En het bio composiet dat is mijn verantwoordelijkheid. Dat weerhoudt ons niet van een plicht dat we ons werk goed moeten doen en noem maar op, maar dat maakt het wel een stuk comfortabeler om dit soort innovaties te doorlopen. En wat je hier wel zag is dat de producent die gaat van echt onderaannemer, gewoon een productiebedrijf in een

productie omgeving, in één keer gaan werken in een UAV-GC omgeving. Nou, dat is een mega stap. En daar zie je gewoon dat zo'n club daar nog echt niet klaar voor is. Die mensen die acteren normaliter in een onderaannemers rol. Die hebben nu een car trekkers rol, plus dat ze ook alle boeken open moeten doen van tegenvallers en meevallers naar de rest van de ontwerpers. Omdat je echt een integraal ontwerp opgave hebt. En daar zag je dat de boeken of de luiken best wel vaak gesloten bleven. Ze ging het zelf oplossen of het kwam op een gegeven moment als een boemerang terug. En dan sta je, als je iets integraal beschouwd, gewoon een eindje achter. Dan schiet je in tijd heel ver terug. Dus als je het hebt over niet goed, dat zou ik de volgende keer beter doen.

Boris [00:18:37] Maar heeft dat dan te maken met de rollen en verantwoordelijkheden? Of meer aan de competenties van de leverancier?

Person C [00:18:47] Weet je, dat heeft ook te maken met hoe de markt is uiteindelijk. Als zo'n iemand altijd als onderaannemer acteert, en die maak je nu hoofdaannemer samen met ons, dan heb je in één keer een heel andere verantwoordelijkheid. En als onderaannemer is het logisch, want anders word je gefileerd in deze markt. Dan hou je even wat kaarten voor de borst. Als jij iets niet goed hebt gedaan, dan kun je twee dingen doen hé, Je kunt zeggen ik heb het niet goed gedaan en help me. Of ja, ik weet dat ik niet goed gedaan heb, maar ja.

Boris [00:19:28] Is dat ook een stukje omgang met elkaar? Hoe ga je de samenwerking aan bijvoorbeeld

Person C [00:19:33] Ja klopt, maar als het over geld gaat, gaat het heel anders he. Als iemand aan mijn portemonnee zit, want ik wil gewoon een gezonde marge hebben. Ja dan ga ik ook anders acteren. Kijk en dat is het mooie van een Bouwteam hé, die gelijkwaardigheid hadden wij in Ritsumasy. Uiteindelijk hadden we met z'n allen een niet hele riant begroting maar wel netjes rendement gemaakt, een paar procent, dus ook niet mega marges. Kijk, als je een Bouwteam hebt en ik maak een marge van 20 procent, dan doe ik iets niet goed. Ik vind dat niet fair als ik als aannemer zoon marge maak. Als ik samen met je werk, mijn risico's zijn eruit, als ik een omzet van een paar procent heb, daar kan onze schoorsteen wel van roken. Alleen zo gauw als je in die marge begint te snijden bij een aannemer, dan krijg je een heel andere verhouding. En ik denk dat in dit geval, zo'n leverancier, dat die zich redelijk verkeken heeft op de inzet die hij heeft gehad. Ik denk niet dat hij er een goed werk aan heeft gehad, laat ik het zo zeggen. Dat is heel jammer en die ziet dat als investering. Je moet het ook zien, die beste man, en ik heb daar echt wel respect voor. We zaten één keer in de week altijd bij mekaar hij kwam van ver. Hij zat voor een fictief bedrag van een euro per uur anderhalf jaar in het Bouwteam meegedraaid. Hij zat elke week in Leeuwarden. Dus daar is ook wel wat van te zeggen. Hij was ontzettend betrokken alleen misschien in transparantie had hij net in een slag meer kunnen doen.

Boris [00:22:22] Ik zag ook bij jullie neven doelstelling de samenwerking tussen de partijen. Hoe is er gefocust op die samenwerking?

Person C [00:22:58] Binnen mijn projecten werken we ook heel vaak met een organisatieadviseur. Die heeft ons geholpen met de standaarddingen, elkaar leren kennen, kleuren testen, noem maar op. Ook zorgen dat je kijkt of je complementair bent aan mekaar



waar valkuilen in ons team zitten. Welke mensen heel snel bij elkaar in de allergie zitten, dat je dat gesprek snel voert en ook elkaar gewoon leert kennen. Voor de rest heel veel aandacht gehad omdat ook elke keer te herijken. En zelfs ook toen we het naar realisatie hebben gebracht dat die mensen in dezelfde focus zitten als wij in het Bouwteam. Je hebt nu een bepaalde samenwerkingsvorm met een omgangsvormen met elkaar. En dat wil je eigenlijk in de realisatie, ook al wordt het een formeel UAV-GC contract, wil je daar nog steeds met elkaar over in gesprek. En we hebben daarnaast nog zelfs de bouw de schil nog doorgetrokken over de realisaties schil. Dat geeft wel aan zeg maar ook wel hoe goed dan de samenwerking is.

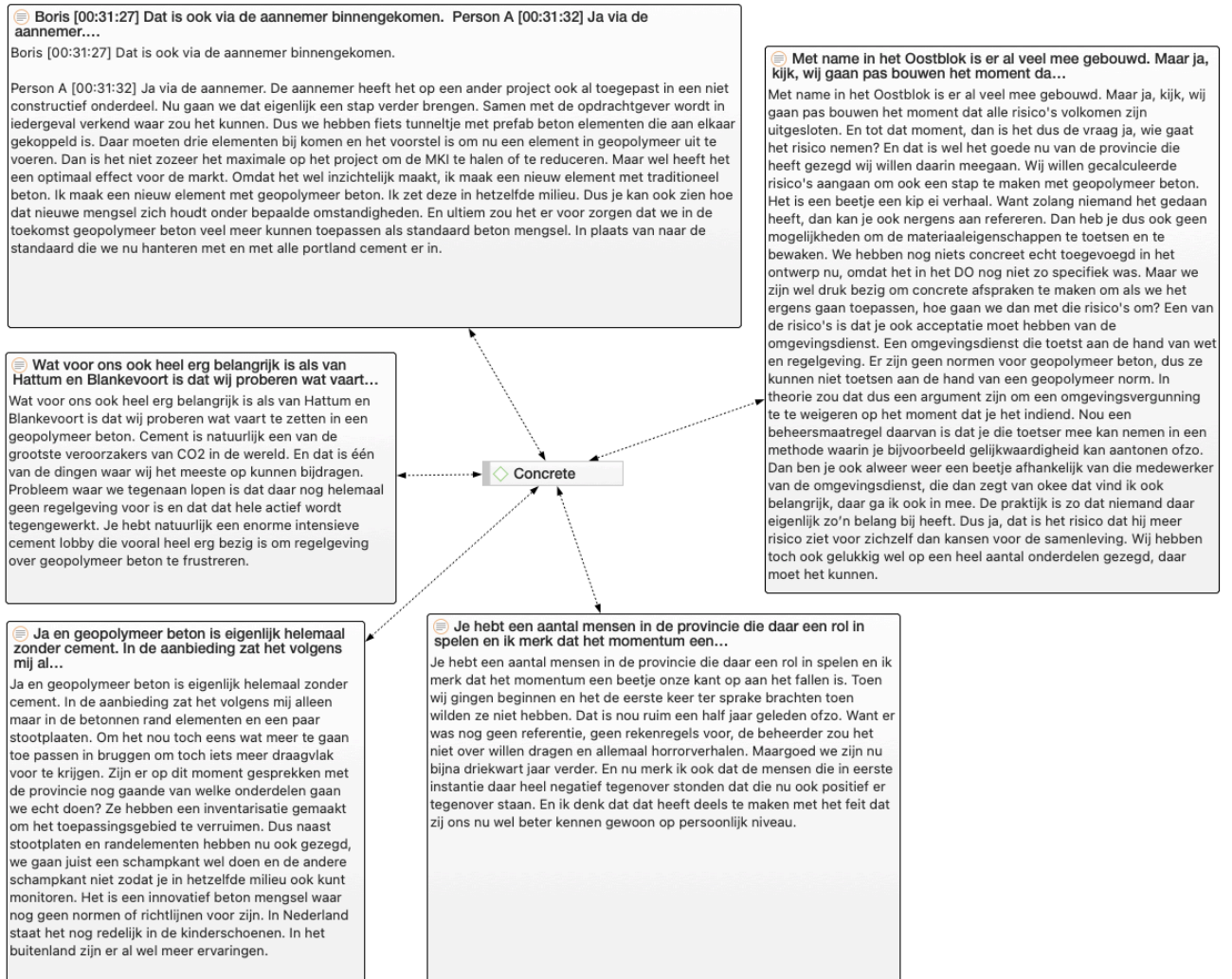
Boris [00:37:21] Je vertelde dat circulair niet een afweging is geweest of een doelstelling in het begin. Maar was het wel zo dat er toen der tijd men er wel al vanaf wist dat jullie waarschijnlijk iets met circulair zouden gaan doen?

Person C [00:39:51] Nee en dat is het logisch, want de primaire doelstelling was 100 procent bio-composiet te gaan doen. En die samenwerking met scholen, markt en opdrachtgevers. En weet je, die samenwerking dat is echt wel prima gelukt. En die bio-composiet ook wel. Alleen het circulaire deel eis was een nice to have geweest nadien. Waarschijnlijk door de subsidie. Dat weet ik wel zeker. Maar ja, dat kon beter. Uiteindelijk primair zou iemand moet zeggen van het beleid of van ambtelijk niveau van dit is een speerpunt van ons en ik wil het minimaal hebben. Dan kan ik als aannemer daar naartoe bewegen. Dat is zelfde voor dat bio-based composiet. Als jullie de meest duurzame brug willen hebben en je begint met kosten schuif ons dan maar aan de kant. Omdat je een van de eersten bent. Dat is ooit goedkoper dan een houten brug die je de hoek van de straat koopt. Dus je zult vanuit jullie oogpunt, vanuit je beleid of vanuit de project doelstelling moeten zeggen joh, ik wil hier een bio-based composite brug. En hetzelfde geldt voor, ik wil circulair ontwerpen, dus ik wil 80 procent van de grondstoffen moet uit een project komen. Nou ja, weet je, dan zet je ergens een streep. En dan kun je daar samen naartoe werken.

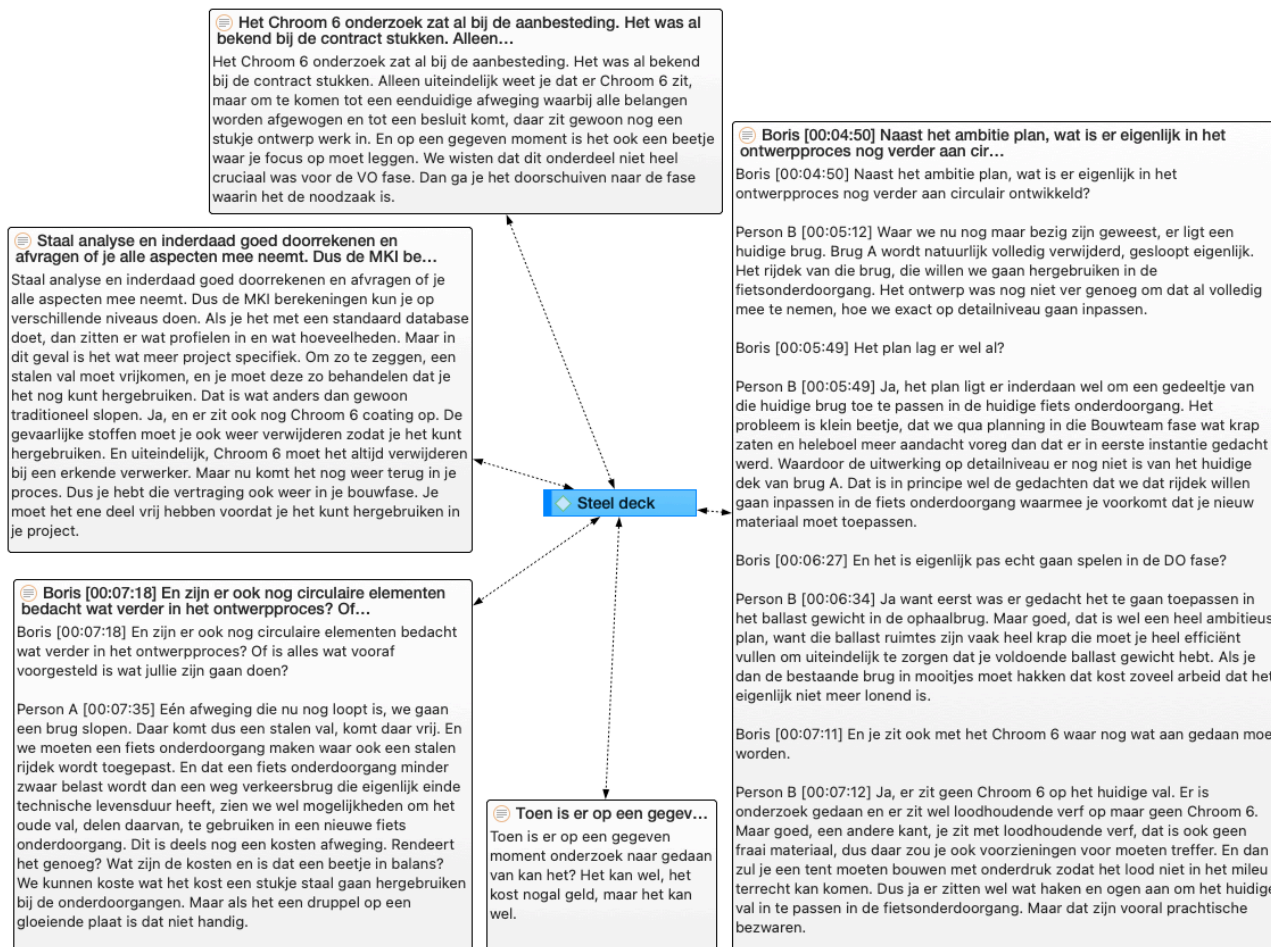
## C.4 Case 3: Cruquius Bridge

### C.4.1 Interview sections related to events

#### C.4.1.1 Geopolymer concrete



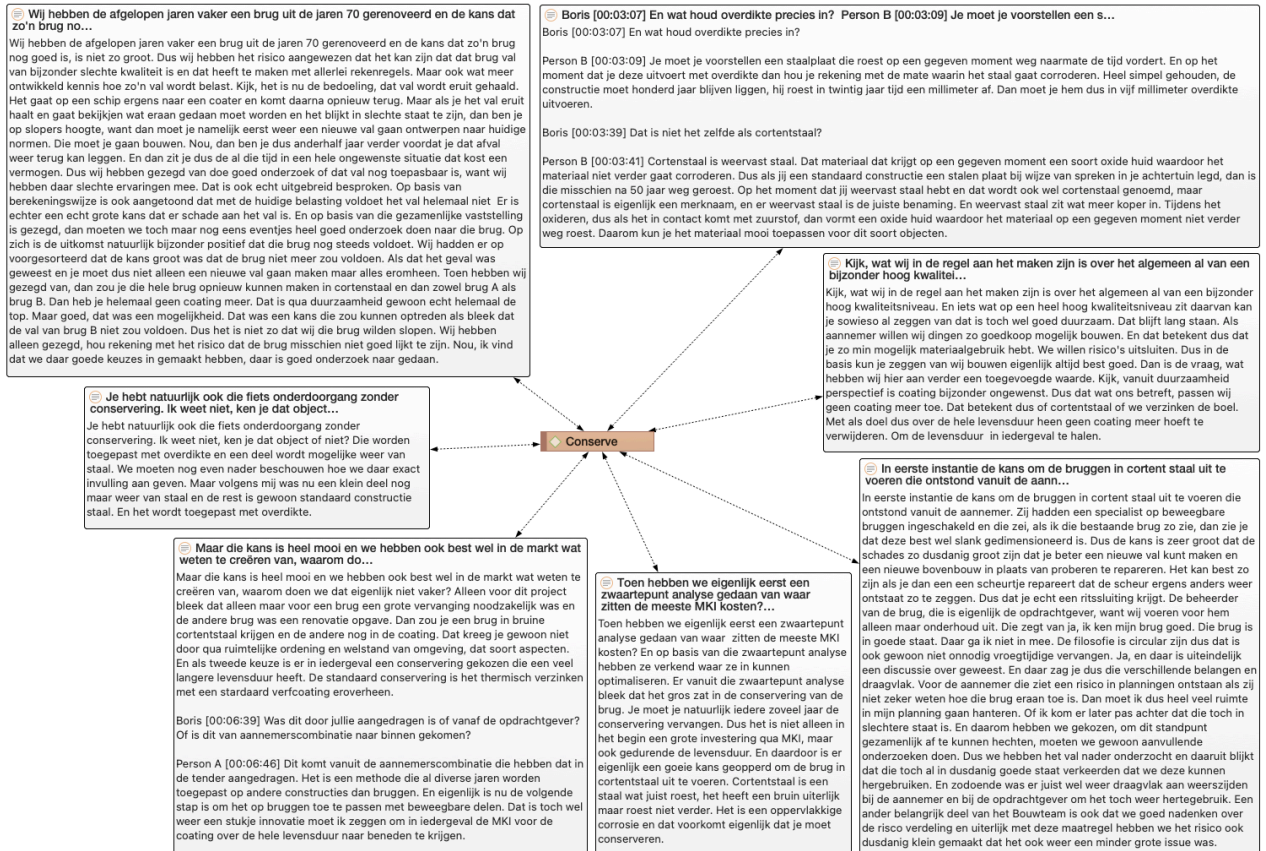
### C.4.1.2 Reuse of the steel deck of bridge A



### C.4.1.3 Design for modularity

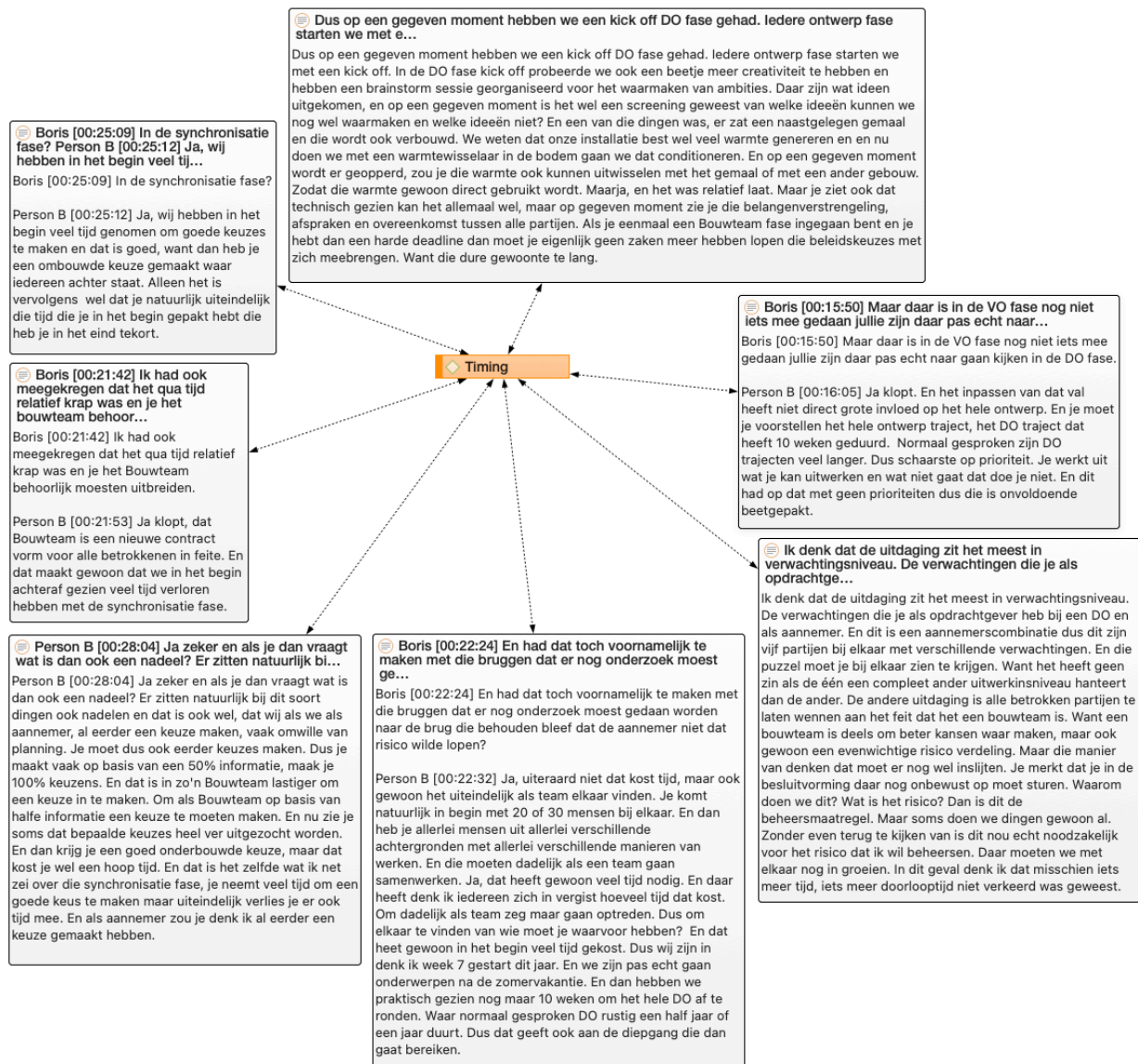


## C.4.1.4 Conserving methods

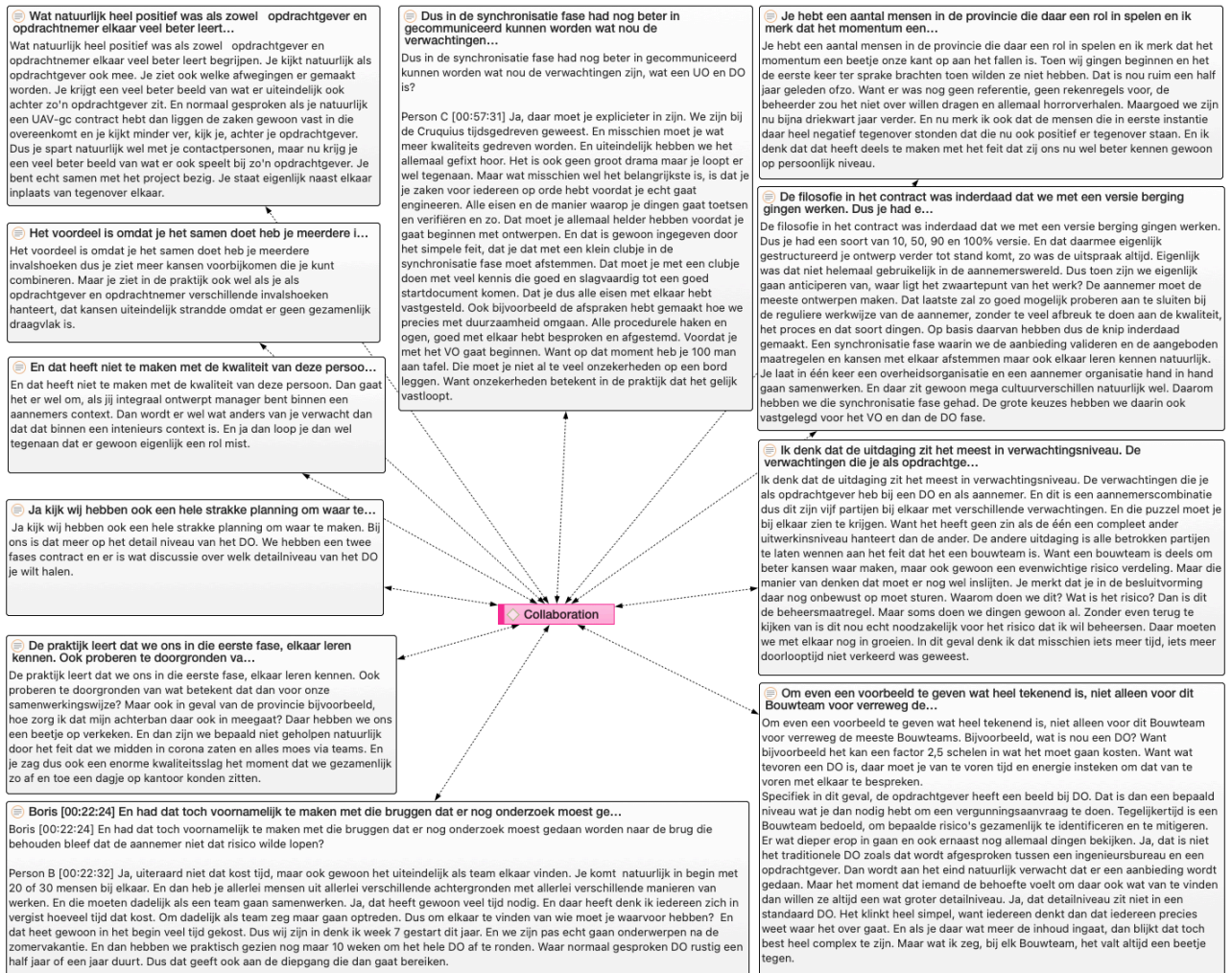




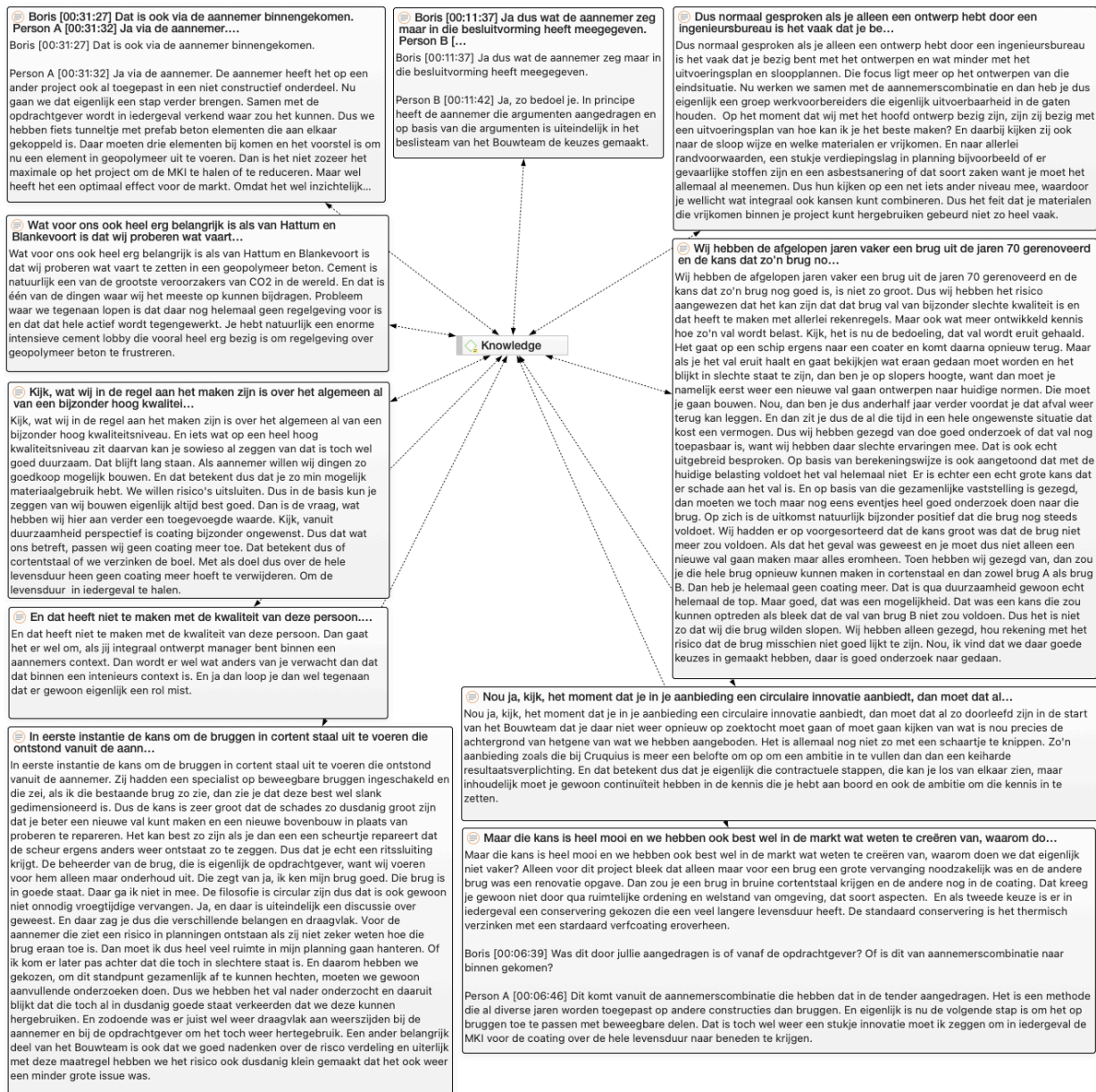
## C.4.1.5 Timing



## C.4.1.6 Collaboration



## C.4.1.7 Knowledge contribution of contractor combination





## C.4.2 Transcript of interviews

### C.4.2.1 Person A interview 1

<b>Name</b>	<b>Person A from W+B</b>
<b>Project</b>	Cruquius Bridge
<b>Role within the project</b>	Integral design manager
<b>Date of interview</b>	18-10-21
<b>Interview duration</b>	50 inutes

Boris [00:00:10] Nou, dan de eerste vraag. Wat was je rol in het Bouwteam?

Person A [00:00:16] Ik ben integraalontwerp manager. Dus eigenlijk het aansturen van alle ontwerp disciplines en het laten samenkomen van alle verschillende belangen. Ik ben ingehuurd door de provincie. Dus namens de provincie zit ik in het bouwteam.

Boris [00:00:38] En hoe ver is het Bouwteam op dit moment?

Person A [00:00:41] Dit moment zijn we het DO fase aan het afronden.

Boris [00:00:49] Komt er ook nog een gedetailleerd ontwerp aan?

Person A [00:00:56] Eigenlijk houdt onze Bouwteam op na het DO. DO is overeengekomen en vaststelden en dat is de basis van het nieuwe contract en daarna begint de realisatiefase. En dat is gewoon een traditioneel UAV-gc contract. En dan maakt de aannemer ook nog een UO.

Boris [00:01:20] Gebruiken jullie ook een soort van design loops van dit of dit bepaald moet zijn in deze ronde?

Person A [00:01:27] De filosofie in het contact was inderdaad dat we met een versiebergging gingen werken. Dus je had een soort van 10, 50, 90 en 100% versie. En dat daarmee eigenlijk gestructureerd je ontwerp verder tot stand komt, zo was de uitspraak altijd. Eigenlijk was dat niet helemaal gebruikelijk in de aannemerswereld. Dus toen zijn we eigenlijk gaan anticiperen van, waar ligt het zwaartepunt van het werk? De aannemer moet de meeste ontwerper maken. De laatste zal zo goed mogelijk proberen aan te sluiten bij de reguliere werkwijze van de aannemer, zonder te veel afbreuk te doen aan de kwaliteit, het proces en dat soort dingen. Op basis daarvan hebben dus de knip inderdaad gemaakt. Een synchronisatie fase waarin we de aanbieder valideren en de aangeboden maatregelen en kansen met elkaar afstemmen maar ook elkaar leren kennen natuurlijk. Je laat in één keer een overheidsorganisatie en een aannemer organisatie hand in hand gaan samenwerken. En daar zit gewoon mega cultuurverschillen natuurlijk wel. Daarom hebben we die synchronisatie fase gehad. De grote keuzes hebben we daarin ook vastgelegd voor het VO en dan de DO fase.

Boris [00:02:47] Kan je me iets meer vertellen over de over de circulaire aspecten in het project? Hoe zijn jullie er op gekomen? Waar zijn jullie met de circulaire strategieën als eerste aan de slag gegaan? En wat is afgerond en wat loopt nog?

Person A [00:03:06] De grootste circulaire keuzes zijn eigen al gemaakt in de voorfase. Het zijn twee bruggen en een brug kan nog blijven staan en de andere moet vervangen worden die is gewoon einde levensduur. Die andere brug heeft er nu vijftig jaar erop zitten, dus die zou nog wel een periode mee moeten kunnen gaan. Maar er zit wel een hele opgave in het project. Uiteindelijk zijn de randvoorwaarden van project wel zo geschapen dat we de andere brug nog kunnen behouden. Het feit dat we eigenlijk maar één brug volledig nieuw bouwen is al een optimalisatie. En er zijn een aantal klant wensen in het verleden niet overgenomen of hebben een andere vorm gekregen. Ja de aannemer die heeft een aanbesteding gedaan en een aantal maatregelen een plan samengevat. Daar kon hij dan EMVI-punten op scoren. Daar is hij op beoordeeld. Er waren drie plannen. Een plan ambities, een plan samenwerken en een plan uitvoering. En in het plan ambities daar zitten vooral maatregelen ten behoeve van circulariteit, energieneutraal en onderhoudsarm. Toen hebben we eigenlijk eerst een zwaartepunt analyse gedaan van waar zitten de meeste MKI kosten? En op basis van die zwaartepunt analyse hebben ze verkend waar ze in kunnen optimaliseren. Er vanuit die zwaartepunt analyse bleek dat het gros zat in de conservering van de brug. Je moet je natuurlijk iedere zoveel jaar de conservering vervangen. Dus het is niet alleen in het begin een grote investering qua MKI, maar ook gedurende de levensduur. En daardoor is er eigenlijk een goeie kans geopperd om de brug in corten staal uit te voeren. Corten staal is een staal wat juist roest, het heeft een bruin uiterlijk maar roest niet verder. Het is een oppervlakkige corrosie en dat voorkomt eigenlijk dat je moet conserveren. En eigenlijk zou je ook geen anti gravitatie coating te doen. Want als er wat graffiti op zit dan spuit je het eraf. Maar die kans is heel mooi en we hebben ook best wel in de markt wat weten te creëren van, waarom doen we dat eigenlijk niet vaker? Alleen voor dit project bleek dat alleen maar voor een brug een grote vervanging noodzakelijk was en de andere brug was een renovatie opgave. Dan zou je een brug in bruine corten staal krijgen en de andere nog in de coating. Dat kreeg je gewoon niet door qua ruimtelijke ordening en welstand van omgeving, dat soort aspecten. En als tweede keuze is er in ieder geval een conservering gekozen die een veel langere levensduur heeft. De standaard conservering is het thermisch verzinken met een standaard verfcoating eroverheen.

Boris [00:06:39] Was dit door jullie aangedragen is of vanaf de opdrachtgever? Of is dit van aannemerscombinatie naar binnen gekomen?

Person A [00:06:46] Dit komt vanuit de aannemerscombinatie die hebben dat in de tender aangedragen. Het is een methode die al diverse jaren worden toegepast op andere constructies dan bruggen. En eigenlijk is nu de volgende stap is om het op bruggen toe te passen met beweegbare delen. Dat is toch wel weer een stukje innovatie moet ik zeggen om in ieder geval de MKI voor de coating over de hele levensduur naar beneden te krijgen.

Boris [00:07:18] En zijn er ook nog circulaire elementen bedacht wat verder in het ontwerpproces? Of is alles wat vooraf voorgesteld is wat jullie zijn gaan doen?

Person A [00:07:35] Eén afweging die nu nog loopt is, we gaan een brug slopen. Daar komt dus een stalen val, komt daar vrij rustig wegdek en we moeten er een fiets onderdoor gaan maken waar ook en stalen rijdekken worden toegepast. En dat een fiets onderdoorgang minder zwaar belast wordt dan een weg verkeersbrug die eigenlijk einde technische levensduur heeft. En zien we wel mogelijkheden om het oude val delen daarvan te gebruiken

in de nieuwe fiets onderdoorgang. Het is nog deels een kostenafweging. Rendeert het genoeg? PWA en MKB en kosten is dat nog een beetje in balans, maar die kunnen kosten wat het kost enige een stukje staal gaan hergebruiken, iets onderdoorgangen. Maar als het een druppel op een gloeiende plaat is die bijna niemand.

Boris [00:08:22] Wat is daar dan voor nodig? Moeten de testen worden gedaan om dat staal opnieuw te testen op Wettunnel functioneel is?

Person A [00:08:29] Nee dus. Stalen analyse en inderdaad goed doorrekenen van en neem je alle aspecten mee? Dus de MKI berekeningen kun je op verschillende niveaus doen. Als je het met een standaard database doet, dan zitten er wat profielen in en wat hoeveelheden. Maar in dit geval is het wat meer project specifiek. Om zo te zeggen, een stalen val moet vrijkomen, en je moet deze zo behandelen dat je het nog kunt hergebruiken. Dat is wat anders dan gewoon traditioneel slopen. Ja, en er zit ook nog Chrome 6 coating op. De gevaarlijke stoffen moet je ook weer verwijderen zodat je kunt hergebruiken. En uiteindelijk, chrom 6 moet het altijd verwijderen bij een erkende verwerker. Maar nu komt het nog weer terug in je proces. Dus je hebt die vertraging ook weer in je bouwfase. Je moet het ene deel vrij hebben voordat je het kunt hergebruiken in je project. We noemen het brug A en brug B. Brug A wordt volledig gesloopt en volledige nieuwgebouwd met duidelijke inzichten, het IFD bouwen en gewoon naar hogere ambitieniveau. En brug B die is gewoon toe aan renovatie en die nemen we daar waar mogelijk het hoge ambitieniveau mee. Dus op de energiebalans van de twee bruggen samen is die wel energieneutraal. Maar helemaal een bestaande brug weer opnieuw IFD maken dat kan gewoon niet.

Boris [00:10:22] Dus bij brug A wordt er nog gekeken qua kosten en de veiligheid of het hergebruik haalbaar is. Maar is daar wel al dan over nagedacht helemaal aan het begin of wat later in het ontwerpproces?

Person A [00:10:57] Je werkt een beetje van grof naar fijn op verschillende onderdelen. Dus normaal gesproken als je alleen een ontwerp hebt door een ingenieursbureau is het vaak dat je bezig bent met het ontwerpen en wat minder met het uitvoeringsplan en sloopplannen. Die focus ligt meer op het ontwerpen van die eindsituatie. Nu werken we samen met de aannemerscombinatie en dan heb je dus eigenlijk een groep werkvoorbereiders die eigenlijk uitvoerbaarheid in de gaten houden. Op het moment dat wij met het hoofd ontwerp bezig zijn, zijn zij bezig met een uitvoeringsplan van hoe kan ik je het beste maken? En daarbij kijken zij ook naar de sloop wijze en welke materialen er vrijkomen. En naar allerlei randvoorwaarden, een stukje na verdieping slag in planning bijvoorbeeld of er gevaarlijke stoffen zijn en een asbestsanering of dat soort zaken want je moet het allemaal al meenemen. Dus hun kijken op een net iets ander niveau mee, waardoor je wellicht wat integraal ook kansen kunt combineren. Dus het feit dat je materialen die vrijkomen dat je die al binnen je project kunt hergebruiken gebeurt niet zo heel vaak.

Boris [00:12:18] En wat vind je dan de positieve aspecten van het werk in een bouwteam met een aannemer? Dit is er een van hoor ik.

Person A [00:12:29] Het voordeel is omdat je het samen doet heb je meerdere invalshoeken dus je ziet meer kansen voorbijkomen die je kunt combineren. Maar je ziet in de praktijk ook

wel als je als opdrachtgever en opdrachtnemer verschillende invalshoeken hanteert, dat kansen uiteindelijk strandde omdat er geen gezamenlijk draagvlak is.

Boris [00:12:55] En waar was dan geen gezamenlijk draagvlak voor in het bouwteam?

Person A [00:13:05] In eerste instantie de kans om de bruggen in corten staal uit te voeren die ontstond vanuit de aannemer. Zij hadden een specialist op beweegbare bruggen ingeschakeld en die zei, als ik die bestaande brug zo zie, dan zie je dat deze best wel slank gedimensioneerd is. Dus de kans is zeer groot dat de schade dusdanig groot zijn dat je beter een nieuwe val kunt maken en een nieuwe bovenbouw in plaats van proberen te repareren. Het kan best zo zijn als je dan een scheurtje repareert dat de scheur ergens anders weer ontstaat zo te zeggen. Dus dat je echt een ritssluiting krijgt. De beheerder van de brug, die is eigenlijk de opdrachtgever, want wij voeren voor hem alleen maar onderhoud uit. Die zegt van ja, ik ken mijn brug goed. Die brug is in goede staat. Daar ga ik niet in mee. De filosofie is circulair zijn dus dat is ook gewoon niet onnodig vroegtijdig vervangen. Ja, en daar is uiteindelijk een discussie over geweest. En daar zag je dus die verschillende belangen en draagvlak. Voor de aannemer die ziet een risico in planningen ontstaan als zij niet zeker weten hoe die brug eraan toe is. Dan moet ik dus heel veel ruimte in mijn planning gaan hanteren. Of ik kom er later pas achter dat die toch in slechtere staat is. En daarom hebben we gekozen, om dit standpunt gezamenlijk af te kunnen hechten, moeten we gewoon aanvullende onderzoeken doen. Dus we hebben het val nader onderzocht en daaruit blijkt dat die toch al in dusdanig goede staat verkeerden dat we deze kunnen hergebruiken. En zodoende was er juist wel weer draagvlak aan weerszijden bij de aannemer en bij de opdrachtgever om het toch weer hergebruik. Een ander belangrijk deel van het bouwteam is ook dat we goed nadenken over de risicoverdeling en uiterlijk met deze maatregel hebben we het risico ook dusdanig klein gemaakt dat het ook weer een minder grote issue was.

Boris [00:14:55] En wat ik aan circulair zie is dat jullie allemaal standaardmaten hebben gebruikt voor de brug.

Person A [00:15:01] Zo goed mogelijk ja. Kijk uiteindelijk volgen we de NTA 8086 dus de IFD-norm. Maar daar merken we ook wel dat de Cruquius brug niet een brug midden in een vaarweg. Maar omdat het juist een relatie heeft met de naastgelegen brug heb je heel veel randvoorwaarden waar je niet zomaar aan kunt voldoen. Maar we hebben wel geprobeerd zoveel mogelijk de principes overeind te houden. En daarnaast hebben we met de ontwikkelaars van het NTA ook gewoon goede gesprekken gehad van, waarom heb je in het NTA gekozen voor een bepaalde oplossing? Als dat dan de achtergrond is dan hebben wij een alternatief. Wat wel dezelfde gedachte in stand houdt.

Boris [00:15:50] Hoe moet ik dat precies zien? Bijvoorbeeld een aannemer die dan met een alternatief op de NTA komt?

Person A [00:16:01] De NTA is ontwikkeld met de provincie en allerlei andere marktpartijen. Maar daar zitten natuurlijk heel veel ontwerp keuzes in die je daarmee vastlegt. Je hebt altijd project specifieke situaties waardoor je niet één op één al die ontwerp keuzes kan volgen. En in dit geval is het een brug naast een andere brug. Dus er moet een soort van familie van bruggen zijn. Dus je hebt niet alle vrijheid om zomaar te kiezen waar je draaipunten zitten of

waar je opleggingen zitten. Er zitten gewoon randvoorwaarden aan. Nou zo doende konden we met die partij wel weer het gesprek aangaan van, we kunnen niet een norm één op één volgen, maar we kunnen wel de gedachte daar achter volgen. Misschien is het een stukje ontwikkeling van de norm maar uiteindelijk is het wel afwijken van de norm maar niet ten koste van IFD om zo te zeggen.

Boris [00:17:10] En over Chroom 6, wanneer zijn jullie daarachter gekomen dat het vrijkomende val daarmee bewerkt is en er meer onderzoek naar nodig is of je dat kan hergebruiken?

Person A [00:17:21] Het Chroom 6 onderzoek zat al bij de aanbesteding. Het was al bekend bij de contract stukken. Alleen uiteindelijk weet je dat er Chroom 6 zit, maar om te komen tot een eenduidige afweging waarbij alle belangen worden afgewogen en tot een besluit komt, daar zit gewoon nog een stukje ontwerp werk in. En op een gegeven moment is het ook een beetje waar je focus op moet leggen. We wisten dat dit onderdeel niet heel cruciaal was voor de VO fase ze het dus dan ga je bepaalde besluiten. Dan ga je het doorschuiven naar de fase waarin het de noodzaak is.

Boris [00:18:10] Bij een ander project wat ik heb onderzocht zag je dat sommige dingen al heel vroeg mee was begonnen op circulair gebied en andere dingen pas later. En daarbij zag je wel dat iets wat door de aannemer in de verkenningsfase heeft geadviseerd en pas veel later in het ontwerpproces is opgepakt. Omdat de planning al behoorlijk gedetailleerd was, konden ze dat dus niet meer meenemen. Hebben jullie ook nog zulke dingen bijvoorbeeld ervaren? Wat dan toch net niet kon worden meegenomen om bepaalde redenen?

Person A [00:19:03] Ja kijk wij hebben ook een hele strakke planning om waar te maken. Bij ons is dat meer op het detail niveau van het DO. We hebben een twee fases contract en er is wat discussie over welk detailniveau van het DO je wilt halen. Of er echt zaken zijn met grote circulaire keuzes die niet meer passen zie ik zo nog niet 1,2 3 voorbijkomen. Dus op een gegeven moment hebben we een kick off DO fase gehad. Iedere ontwerpfasen starten we met een kick off. In de DO fase kick off hebben probeerde we ook een beetje meer creativiteit te hebben en hebben een brainstorm sessie georganiseerd voor het waarmaken van ambities. Daar zijn wat ideeën uitgekomen, en op een gegeven moment is het wel een screening geweest van welke ideeën kunnen we nog wel waarmaken en welke ideeën niet? En een van die dingen was, er zat een naastgelegen gemaal en die wordt ook verbouwd. We weten dat onze installatie best wel veel warmte genereren en nu doen we met een warmtewisselaar in de bodem gaan we dat conditioneren. En op een gegeven moment wordt er geopperd, zou je die warmte ook kunnen uitwisselen met het gemaal of met een ander gebouw. Zodat die warmte gewoon direct gebruikt wordt. Maarja, en het was relatief laat. Maar je ziet ook dat technisch gezien kan het allemaal wel, maar op gegeven moment zie je die belangenverstrengeling, afspraken en overeenkomst tussen alle partijen. Als je eenmaal een Bouwteam fase ingegaan bent en je hebt dan een harde deadline dan moet je eigenlijk geen zaken meer hebben lopen die beleidskeuzes met zich meebrengen. Want die dure gewoonte te lang. Maar zo waren we ook andere dingen. Natuur inclusief is niet onze ambitie van het project. Maar we zagen wel kansen voorbijkomen die weinig impact hebben op de planning. Dus die hebben we ook meegepakt.

Boris [00:21:47] Qua kosten en tijd hadden jullie wel voldoende ruimte?

Person A [00:21:50] Ja, nou ja, in de beginfase hebben we inderdaad qua budget wel een flinke pas op de plaats moeten doen. In het begin echt geïnvesteerd om voldoende budget te krijgen om het uitwerkingsniveau te halen wat we wat we willen halen. Maar ik denk niet dat dat komt door circulariteit om zo te zeggen. Het was meer dat de complexiteit van het project in het begin een beetje onderschat waren.

Boris [00:22:19] Wat is de levensduur van de nieuwe brug?

Person A [00:22:21] Formeel zou de nieuwe brug 100 jaar mee moeten gaan en de te behouden brug minimaal 30 jaar. Maar we hebben wel gezegd, de eis is 30 jaar omdat je alleen maar haalbare eisen stellen kunt stellen om zo zeggen ze. En eigenlijk is het de ervaring in de markt tot op heden dat je niet kunt aantonen dat je meer dan 30 jaar levensduur kunt beloven. 30 jaar jaar is ongeveer de max. Maar we hebben wel gezegd als we dan nieuwe componenten in die brug gaan zetten, en we verwachten dat die brug B nog wel 50 jaar meegaat laten we alle nieuwe onderdelen in ieder geval ontwerpen voor 50 jaar en niet op die 30 jaar. Wat er anders op een gegeven moment ervoor kan zorgen dat de nieuwe onderdelen ervoor zorgen dat brug B vervangen moet worden.

Boris [00:23:19] Is er ook dan een plan als de brug wel over 30 jaar vervangen moet worden dat je die componenten voor 50 jaar dat weer opnieuw gebruikt?

Person A [00:23:29] Idealiter hadden we meer zekerheid over hergebruik willen hebben. Maar in de praktijk blijkt dat gewoon zo lastig te zijn. Het is een ophaalbrug. Het heeft allemaal tandwielen en lagers en dat soort zaken. Het zit nou eenmaal in elkaar gebouwd zoals die nu is. Eigenlijk weet je pas echt wat de toestand is van die slijten de onderdelen op het momenten dat je de brug uit elkaar hebt gehaald en in de werf ligt. Zeker met de huidige markt is het risicoprofiel zo groot dat als ik de brug op de werf heb liggen uit elkaar. En dan nog spullen moet bestellen dat ik die levertijden zo lang zijn dat het voor onnodig lang oponthoud voor het project veroorzaakte. Dus qua circulariteit had je misschien meer kunnen halen, maar dan was het ten koste gegaan van zowel andere belangen.

Boris [00:24:24] Is dat ook een probleem voor jullie brug. Deze is modulair en je wilt de onderdelen hebben natuurlijk. Je ziet dat er in de markt overal tekorten op welk gebied dan ook zijn. Is dat een probleem bij jullie?

Person A [00:24:47] Nou dat komt niet omdat het circulair is of IFD. Brug B is een bestaande brug en het zit zo krap in zij jas dat het bijna 1 op 1 vervanging is van de bestaande situatie. Voor deze brug zelf is het al redelijk IFD want het is allemaal haast één op één vervanging. Maar dit is niet in het kader van IFD van meerdere beweegbare bruggen. Het is wel een unieke brug wie er gewoon weer staat om zo te zeggen.

Boris [00:25:19] Want jullie wilden het wel standaardiseren?

Person A [00:25:22] Ja, maar dat was vooral voor een volledig nieuw te bouwen brug. Voor de renovatie brug proberen we wel IFD toe te passen waar het kan. Er zijn zoveel punten waar het zo krap is qua bewegingswerk en werktuigbouw dat het inderdaad lastig in te passen is.

Boris [00:25:43] Modulair bouwen moet je dus eigenlijk echt vanaf vooraf gaan. Het kan wel, maar niet in de gradatie waarin je het wil hebben.

Person A [00:25:56] Nee, of je moet de renovatie opgave veel groter maken. Maar dan moet je eigenlijk de hele bovenbouw vervangen en dan kun je er wel iets meer IFD terugbrengen. Maar eigenlijk is nu de renovatie opgave te klein om de IFD-ambitie waar te maken voor brug B.

Boris [00:26:18] Dat is naar voren gekomen in het ontwerpproces zelf of al eerder?

Person A [00:26:25] Nee dat was vooraf ook al bekend, het was dus niet geëist. Wel was de wens uitgesproken om het zo goed mogelijk te doen.

Boris [00:26:34] Wat is dan het verschil in wat er al in de ontwerpfase en de verkenningsfase bepaald is? Want ik zie hier toch wel dat de verkenning fase heel veel bepaald is op het gebied van circulair. Natuurlijk ook omdat er ook al een circulaire ambitie bij de cliënt lag. En precies dat is gewoon ook uitgewerkt. De scope was al redelijk gevormd.

Person A [00:27:03] Ja de scope was wel redelijk gevormd maar binnen die scope moet je nog best wel veel ontwerpen. Er lag een scope en er lagen wat maatregelen, maar er lag nog geen ontwerp. En uiteindelijk is het wel de kunst om het allemaal binnen die scope ingepakt te krijgen en toch die ambities waar te maken. Er zitten vaak heel veel detail keuzen in van maak je de kelder met beweegbare onderdelen, maak je die nou net iets groter of iets kleiner? Om in de toekomst wat makkelijker de kasten in te passen en te vervangen. En hoe bereikbaar zijn alle draaiende onderdelen? We hebben op een gegeven moment voor de aanbruggen gekozen om die juist exact dezelfde lengte te geven. Mocht je de brug ooit is gaan hergebruiken dat betekent dat je die liggers allemaal van dezelfde lengte hebt. En dan kun je in de toekomst dus ook de liggers gebruiken om een breder of smaller of in ieder geval je hebt een grotere hoeveelheid liggers met de zelfde lengte die in het tweede project kunt hergebruiken. Als we verschillende overspanningen hadden gehad qua lengte, dan had je weer twee sets liggers gehad die je weer moeilijker kunt hergebruiken. Maar daar hebben we wel in de details iedere keer keuzes gemaakt met hergebruik in het achterhoofd.

Boris [00:28:32] Ja, en de kennis van de aannemer is dan echt van hoe bouw je het en kun je het in de toekomst makkelijk opnieuw plaatsen, hergebruiken of vervangen? En komen bij jullie dan veel van de ontwerp beslissingen vandaan?

Person A [00:28:49] Ja klopt. Nou inpreciepe is het gezamenlijk, vaak komt het vanuit het ontwerpsteam. Die dragen ontwerpbesluiten aan. En besluiten worden genomen door het management. Dus je hebt een projectleider van de aannemer en een projectleider van de provincie die gezamenlijk een besluit nemen. Er zit dan een beslisteam onder die adviseert. Een ander ding waar we nog wel mee bezig zijn is geopolymeer beton. In de aanbidding zat

vooral duurzaam beton. Dat is gewoon beton met wat meer hoogovens cement en wat minder portlandcement. En dat is wel wat gunstiger.

Boris [00:30:23] Voor de CO2 uitstoot volgensmij.

Person A [00:30:26] Ja en geopolymeer beton is eigenlijk helemaal zonder cement. In de aanbidding zat het volgens mij alleen maar in de betonnen rand elementen en een paar stootplaten. Om het nou toch eens wat meer te gaan toe passen in bruggen om toch iets meer draagvlak voor te krijgen. Zijn er op dit moment gesprekken met de provincie nog gaande van welke onderdelen gaan we echt doen? Ze hebben een inventarisatie gemaakt om het toepassingsgebied te verruimen. Dus naast stootplaten en randelementen hebben nu ook gezegd, we gaan juist een schampkant wel doen en de andere schampkant niet zodat je in hetzelfde milieu ook kunt monitoren. Het is een innovatief betonmengsel waar nog geen normen of richtlijnen voor zijn. In Nederland staat het nog redelijk in de kinderschoenen. In het buitenland zijn er al wel meer ervaringen. Maar er zijn nog diverse pilootprojecten die lopen met geopolymeer beton.

Boris [00:31:27] Dat is ook via de aannemer binnengekomen.

Person A [00:31:32] Ja via de aannemer. De aannemer heeft het op een ander project ook al toegepast in een niet constructief onderdeel. Nu gaan we dat eigenlijk een stap verder brengen. Samen met de opdrachtgever wordt in ieder geval verkend waar zou het kunnen? Dus we hebben fiets tunneltje met prefabbeton elementen die aan elkaar gekoppeld is. Daar moeten drie elementen bij komen en het voorstel is om nu een element in geopolymeer uit te voeren. Dan is het niet zozeer het maximale op het project om de MKI te halen of te reduceren. Maar wel heeft het een optimaal effect voor de markt. Omdat het wel inzichtelijk maakt, ik maak een nieuw element met traditioneel beton. Ik maak een nieuw element met geopolymeer beton. Ik zet deze in hetzelfde milieu. Dus je kan ook zien hoe dat nieuwe mengsel zich houdt onder bepaalde omstandigheden. En ultiem zou het er voor zorgen dat we in de toekomst geopolymeer beton veel meer kunnen toepassen als standaard beton mengsel. In plaats van naar de standaard die we nu hanteren met en met alle Portland cement er in.

Boris [00:32:43] Dus het is duurzaam het circulair want er wordt geen cement gebruikt?

Person A [00:32:44] Ja klopt.

Boris [00:44:25] Ik had nog één vraag, wat waren de complicaties in het werken tot nu toe in het Bouwteam? Waar zie je de meeste frictie ontstaan?

Person A [00:44:38] Ik denk dat de uitdaging zit het meest in verwachtingsniveau. De verwachtingen die je als opdrachtgever hebt bij een DO en als aannemer. En dit is een aannemerscombinatie dus dit zijn vijf partijen bij elkaar met verschillende verwachtingen. En die puzzel moet je bij elkaar zien te krijgen. Want het heeft geen zin als de één een compleet ander uitkeringsniveau hanteert dan de ander. De andere uitdaging is alle betrokken partijen te laten wennen aan het feit dat het een bouwteam is. Want een bouwteam is deels om beter kansen waar te maken, maar ook gewoon een evenwichtige risico verdeling. Maar die manier



van denken dat moet er nog wel inslijten. Je merkt dat je in de besluitvorming daar nog onbewust op moet sturen. Waarom doen we dit? Wat is het risico. Dan is dit de beheersmaatregel. Maar soms doen we dingen gewoon al. Zonder even terug te kijken van is dit nou echt noodzakelijk voor het risico dat ik wil beheersen. Daar moeten we met elkaar nog in groeien. In dit geval denk ik dat misschien iets meer tijd, iets meer doorlooptijd niet verkeerd was geweest,

Boris [00:46:53] Doorlooptijd en in het begrip van de start van het bouwteam nog even beter met elkaar afstemmen?

Person A [00:47:04] Nu zijn we met en het team flink gegroeid om überhaupt de deadline te halen. Het betekende gewoon dat je heel snel en efficiënt met zoveel mensen tegelijk in Corona op afstand allemaal moet werken.

Boris [00:47:25] Bij een ander project kwam het management aspect heel erg naar voren als je met veel mensen werkt. Dat erbij de besluitvorming op een gegeven een keer een knoop moet worden doorgehakt. En je hebt het management echt nodig dat het niet stil komt te liggen. Hoe zat dat bij jullie?

Person A [00:47:44] Ik vind dat het te makkelijk wordt gezegd dat het aan het management ligt. Ik heb best veel verzoekjes van ja, ik moet wel even weten wat we hier mee moeten doen. Ik zeg ja, jij bent ook een adviseur in dit project. Wat zou je me adviseren, waarom is het noodzakelijk dat ik hier een besluit over moet nemen? Waarom neem je dit zelf niet? Als het binnen de project kaders en scoop valt, kun je besluit prima zelf nemen. Op het moment dat het ruim over budget heen gaat of een flink contract wijziging is of andere zaken dan moet management dat besluit nemen. Maar de kunst is ook, vooral om die besluit bevoegdheid zo laag mogelijk in de organisatie goed geregeld te krijgen. Maar ook dat het wel inzichtelijk blijft welke besluiten ze nemen.

Boris [00:48:31] Dus de kaders van de besluitvorming, wie wanneer welk besluit kan nemen dat daar wat meer aandacht aan wordt besteed?

Person A [00:48:39] In preciepie komt dat wel terug in het plan van aanpak. De verschillende niveaus van besluitvorming hebben we daar al in proberen te verwoorden. En in de praktijk blijkt het nogal lastig om zo te zeggen. Sommige pakken het beter op dan anderen en dat zit het vooral in de ervaringsjaren.

#### C.4.2.2 Person B interview 1

<b>Name</b>	<b>Person B from Hollandia</b>
<b>Project</b>	Cruquius Bridge
<b>Role within the project</b>	Project manager
<b>Date of interview</b>	25-10-21
<b>Interview duration</b>	40 minutes

Boris [00:00:09] De afkadering van mijn onderzoek is het ontwerpproces. De aanbestedingsfase is natuurlijk ook belangrijk maar ik focus mij op het ontwerpproces.

Person B [00:01:44] Ja, want daar zitten met name ook de punten. Daar zijn uiteindelijk de keuzes gemaakt met betrekking op circulair bouwen. Wat gaan we wel doen en wat gaan we niet doen? Daar hebben we in de Bouwteam fase als ontwerpteam invulling aan gegeven. Maar de basis is natuurlijk al gelegd in de tenderfase. Dus welke maatregelen nemen wij om te zorgen dat wij circulair bouwen? Heb jij toevallig onze plan van ambities ook al een keer gezien?

Boris [00:02:13] Ja, geopolymer beton, thermal spread aluminium en warmtewissel systeem.

Person B [00:02:18] Ja, dat waren de twee belangrijkste dat klopt ja. Er zaten er natuurlijk wel meer in uiteindelijk nog. Maar dat waren inderdaad wel de twee belangrijkste. Je hebt natuurlijk ook die fiets onderdoorgang zonder conservering. Ik weet niet, ken je dat object of niet? Die worden toegepast met overdikte en een deel wordt mogelijk weer van staal. We moeten nog even nader beschouwen hoe we daar exact invulling aan geven. Maar volgens mij was nu een klein deel nog maar weer van staal en de rest is gewoon standaard constructie staal. En het wordt toegepast met overdikte.

Boris [00:03:07] En wat houdt overdikte precies in?

Person B [00:03:09] Je moet je voorstellen een staalplaat die roest op een gegeven moment weg naarmate de tijd vordert. En op het moment dat je deze uitvoert met overdikte dan hou je rekening met de mate waarin het staal gaat corroderen. Heel simpel gehouden, de constructie moet honderd jaar blijven liggen, hij roest in twintig jaar tijd een millimeter af. Dan moet je hem dus in vijf millimeter overdikte uitvoeren.

Boris [00:03:39] Dat is niet hetzelfde als cortenstaal?

Person B [00:03:41] Cortenstaal is weervast staal. Dat materiaal dat krijgt op een gegeven moment een soort oxide huid waardoor het materiaal niet verder gaat corroderen. Dus als jij een standaard constructie een stalen plaat bij wijze van spreken in je achtertuin legt, dan is die misschien na 50 jaar weggeroest. Op het moment dat jij weervast staal hebt en dat wordt ook wel cortenstaal genoemd, maar corten staal is eigenlijk een merknaam, en er weervast staal is de juiste benaming. En weervast staal zit wat meer koper in. Tijdens het oxideren, dus als het in contact komt met zuurstof, dan vormt een oxide huid waardoor het materiaal op

een gegeven moment niet verder wegroest. Daarom kun je het materiaal mooi toepassen voor dit soort objecten.

Boris [00:04:50] Naast het ambitie plan, wat is er eigenlijk in het ontwerpproces nog verder aan circulair ontwikkeld?

Person B [00:05:12] Waar we nu nog maar bezig zijn geweest, er ligt een huidige brug. Brug A wordt natuurlijk volledig verwijderd, gesloopt eigenlijk. Het rijdek van die brug, die willen we gaan hergebruiken in de fietsonderdoorgang. Het ontwerp was nog niet ver genoeg om dat al volledig mee te nemen, hoe we exact op detailniveau gaan inpassen.

Boris [00:05:49] Het plan lag er wel al?

Person B [00:05:49] Ja, het plan ligt er inderdaad wel om een gedeeltje van die huidige brug toe te passen in de huidige fiets onderdoorgang. Het probleem is klein beetje, dat we qua planning in die Bouwteam fase wat krap zaten en heleboel meer aandacht vroeg dan dat er in eerste instantie gedacht werd. Waardoor de uitwerking op detailniveau er nog niet is van het huidige dek van brug A. Dat is in principe wel de gedachten dat we dat rijdek willen gaan inpassen in de fiets onderdoorgang waarmee je voorkomt dat je nieuw materiaal moet toepassen.

Boris [00:06:27] En het is eigenlijk pas echt gaan spelen in de DO fase?

Person B [00:06:34] Ja want eerst was er gedacht het te gaan toepassen in het ballast gewicht in de ophaalbrug. Maar goed, dat is wel een heel ambitieus plan, want die ballast ruimtes zijn vaak heel krap die moet je heel efficiënt vullen om uiteindelijk te zorgen dat je voldoende ballast gewicht hebt. Als je dan de bestaande brug in mootjes moet hakken dat kost zoveel arbeid dat het eigenlijk niet meer lonend is.

Boris [00:07:11] En je zit ook met het Chromo 6 waar nog wat aan gedaan moet worden.

Person B [00:07:12] Ja, er zit geen Chromo 6 op het huidige val. Er is onderzoek gedaan en er zit wel loodhoudende verf op maar geen Chromo 6. Maar goed, een andere kant, je zit met loodhoudende verf, dat is ook geen fraai materiaal, dus daar zou je ook voorzieningen voor moeten treffen. En dan zal je een tent moeten bouwen met onderdruk zodat het lood niet in het milieu terecht kan komen. Dus ja er zitten wel wat haken en ogen aan om het huidige val in te passen in de fietsonderdoorgang. Maar dat zijn vooral praktische bezwaren.

Boris [00:07:50] In die verkenning, is dat voorgesteld vanuit de aannemerscombinatie van we moeten een sloopplan maken en we krijgen dit vrij, kunnen we daar iets mee?

Person B [00:08:04] Ja, waar het exact vandaan komt weet ik niet meer. Ik weet niet precies wie het nou als eerst geopperd heeft, maar uiteindelijk is het wel geopperd weer in de Bouwteam fase. Toen is er op een gegeven moment onderzoek naar gedaan van kan het? Het kan wel, het kost nogal geld, maar het kan wel. En toen was op een gegeven moment, omdat er namelijk in het hele project al zoveel zaken in het ontwerpproces afvielen omdat het

praktisch niet haalbaar was. Zoals het toepassen van een gesloten val en zo waren er nog wel meer ambities die uiteindelijk niet waargemaakt konden worden.

Boris [00:08:41] In de VO fase?

Person B [00:08:41] In de VO fase ja.

Boris [00:08:43] En die andere ambities die op een gegeven niet door waren gegaan?

Person B [00:08:49] Er is een besluiten notitie gemaakt en daarin staat omschreven wat niet door is gegaan en waarom.

Boris [00:08:58] Ik heb inderdaad die besluit notities waarom iets niet door is gegaan maar niet wie die informatie heeft aangeleverd om het besluit te maken.

Person B [00:09:39] Ik kan je er even doorheen lopen. Ik moet deze even opzoeken. Even kijken hoor. Er staan inderdaad een aantal maatregelen uit het ambitie plan, maatregelen val uitvoerig, luchtdicht afsluiten, doos constructie. Dat was duidelijk om de geconserveerde oppervlakte te verkleinen. Maar er zaten ook wat nadelen aan. Maar goed, uiteindelijk staat in die nota de argumenten waarom er een bepaalde keuze gemaakt is. En jouw vraag is nu hoe dat besluit tot stand gekomen is?

Boris [00:11:37] Ja dus wat de aannemer zeg maar in die besluitvorming heeft meegegeven.

Person B [00:11:42] Ja, zo bedoel je. In principe heeft de aannemer die argumenten aangedragen en op basis van die argumenten is uiteindelijk in het beslisteam van het Bouwteam de keuzes gemaakt.

Boris [00:11:55] In al die besluiten die er zijn gemaakt?

Person B [00:11:59] Nou, ik weet inderdaad specifiek voor het gesloten val komt van de aannemer. Uiteindelijk worden alle besluiten bekrachtigd in het beslisteam. In de bouw zit natuurlijk een bepaalde gradatie en die is niet heel erg strak afgesproken in mijn beleving. Misschien dat persoon A daar een scherper beeld bij heeft, maar in principe worden dit soort en de beslissing wordt genomen in het beslisteam. Die worden wel voorbereid vanuit het ontwerpteam, dus specifiek deze om het val uit te voeren in een luchtdichte doos constructie, die is voorbereid door de ontwerpleider van dit deel. En dat was uiteindelijk een lid van het Bouwteam geweest die zijn bijdrage had geleverd hiervoor. Die heeft er een memo voor opgesteld en die wordt opgestuurd naar het beslisteam. En op het moment dat we dan samen zitten, op basis van die memo, besluiten we welke kant we op gaan. In feite kun je hier stellen dat de informatie uiteindelijk bij de aannemer vandaan komt en de keuzes bekrachtigen in beslissing.

Boris [00:14:10] En was dit dus bij elke oplossing het geval?

Person B [00:14:16] Ik loop ze even na, even kijken. Ja, eigenlijk de informatie, zeg maar, om de keuze te maken is zeker bij de aannemer vandaan gekomen. En dat geldt vrijwel alle alle

besluiten die genomen zijn. De achterliggende informatie of de argumenten zijn van de aannemer vandaan.

Boris [00:14:55] Maar niet alles zat in het ambitie plan. Volgens mij is er wel meer nu besloten dan wat er in het ambitie plan was voorgesteld. Weet je toevallig welke dat zijn?

Person B [00:15:06] Ja, ik zit even te denken welke dat uiteindelijk zijn. We hebben nog een project start-up gehad als groep. En daar zijn uiteindelijk ook een aantal ambities uitgesproken en ik heb nu even niet scherp welke dat precies zijn. Want uiteindelijk is het toepassen van val Brug A in die fiets onderdoorgang dat is een keuze die later gemaakt is en niet in de synchronisatie fase. Die is pas in de VO fase opgepopt.

Boris [00:15:50] Maar daar is in de VO fase nog niet iets mee gedaan jullie zijn daar pas echt naar gaan kijken in de DO fase.

Person B [00:16:05] Ja klopt. En het inpassen van dat val heeft niet direct grote invloed op het hele ontwerp. En je moet je voorstellen het hele ontwerp traject, het DO traject dat heeft 10 weken geduurd. Normaal gesproken zijn DO trajecten veel langer. Dus schaarste op prioriteit. Je werkt uit wat je kan uitwerken en wat niet gaat dat doe je niet. En dit had op dat met geen prioriteiten dus die is onvoldoende beetgepakt.

Boris [00:16:40] Van persoon A had ik meegekregen, het Bouwteam kan bijvoorbeeld een meerwaarde leveren aan een project. Maar als je al een heel innovatief project heb dan wil je als Bouwteam leveren wat er gevraagd wordt.

Person B [00:16:49] Ja, zeker en dat was bij ons absoluut het geval. En dan stevig aanpoten ook uiteindelijk het ontwerp zover klaar te hebben dat je ook uiteindelijk dat niveau gehaald heb.

Boris [00:17:03] Ik weet ook dat er dat er op het gebied van geopolymer beton nog wat de additionele elementen in dat soort type beton wordt toegepast. De helft van de schampkanten, gewoon om te kunnen kijken hoe het precies gaat en een element in de fietstunnel.

Person B [00:17:20] Ja ik moet zeggen van het geopolymer beton heb ik niet heel veel mee gekregen. Ik zit natuurlijk bij Hollandia en wij zijn op staal gericht. Ik heb die discussie wel voorbij horen komen maar ik moet zeggen mijn kennis is onvoldoende om daar een uitspraak over te doen.

Boris [00:17:34] Maar dat maakt niet uit. Ik heb hier al redelijk met van Hattum over gesproken. Maar bijvoorbeeld bij staal als ik kijk wat later in het ontwerpproces besloten was, wat niet doorgevoerd kon worden, zoals in het ambitie plan was vastgesteld was de coating. Een soort van bruine coating die niet gebruikt kon worden omdat het niet past in de omgeving. Waren er ook nog andere dingen die eigenlijk later niet mee zijn genomen? Bijvoorbeeld standaardisatie wat de essentie is van het project daar waren ook problemen mee? Jullie konden niet volledig die normen volgen omdat je te maken had met de brug die ernaast staat. Dus je kan niet helemaal standaardiseren.

Person B [00:18:30] Klopt inderdaad ja. Ik ben projectleider dus ik zit daarin iets hoger op abstracter niveau dan de ontwerpen leiders. Wat ik wel terug kreeg vanuit het ontwerpteam was dat je uiteindelijk te maken hebt met bijvoorbeeld RBI, een richtlijn vanuit de provincie. Nouja uiteindelijk zitten daar soms wel wat zaken die elkaar tegenspreken. Ja, en uiteindelijk schrijft de NTA bepaalde detaillering voor, maar dat moet ook wel toe te passen zijn binnen je project. En dat gaat niet altijd. En dat was in hier ook het geval. Dus bepaalde zaken kunnen ze overnemen en bepaalde zaken niet.

Boris [00:21:42] Ik had ook meegekregen dat het qua tijd relatief krap was en je het Bouwteam behoorlijk moesten uitbreiden.

Person B [00:21:53] Ja klopt, dat Bouwteam is een nieuwe contract vorm voor alle betrokkenen in feite. En dat maakt gewoon dat we in het begin achteraf gezien veel tijd verloren hebben met de synchronisatie fase.

Boris [00:22:24] En had dat toch voornamelijk te maken met die bruggen dat er nog onderzoek moest gedaan worden naar de brug die behouden bleef dat de aannemer niet dat risico wilde lopen?

Person B [00:22:32] Ja, uiteraard niet dat kost tijd, maar ook gewoon het uiteindelijk als team elkaar vinden. Je komt natuurlijk in begin met 20 of 30 mensen bij elkaar. En dan heb je allerlei mensen uit allerlei verschillende achtergronden met allerlei verschillende manieren van werken. En die moeten dadelijk als een team gaan samenwerken. Ja, dat heeft gewoon veel tijd nodig. En daar heeft denk ik iedereen zich in vergist hoeveel tijd dat kost. Om dadelijk als team zeg maar gaan optreden. Dus om elkaar te vinden van wie moet je waarvoor hebben? En dat heet gewoon in het begin veel tijd gekost. Dus wij zijn in denk ik week 7 gestart dit jaar. En we zijn pas echt gaan onderwerpen na de zomervakantie. En dan hebben we praktisch gezien nog maar 10 weken om het hele DO af te ronden. Waar normaal gesproken DO rustig een half jaar of een jaar duurt. Dus dat geeft ook aan de diepgang die dan gaat bereiken. Als ik naar de diepgang kijk van een DO ja wat vind je een DO? Kijk een opdrachtgever, ik en ook W+B heeft een ander beeld bij een DO dan wat een aannemer heeft. Wij moeten het straks ook weer gaan bouwen, dus wij moeten erop voortborduren. Dus dan kijk je anders tegen de aan. Voor ons is een UO nog zowat alleen je productietekeningen maken. En dat heeft ons gewoon een beetje in de staart gebeten. Dat we gewoon te weinig tijd hebben in de bouwteam fase. Waarin je nu dus keuzes moet maken op basis van prioriteit. Dus waar ga je mensen voor inzetten. Ja, en uiteindelijk heb je natuurlijk te maken met een bepaalde hoeveelheid mensen, ook in je bedrijf. Je kan niet je resources oneindig uitbreiden.

Boris [00:24:25] Denk je dat dat wel weer meer tijd is eigenlijk? De synchronisatie fase daar had dus meer tijd voor ingepland moeten worden om de cultuurverschillen te overbruggen. Om alle neuzen in dezelfde richting te krijgen. Heb je nog wat gemerkt aan bijvoorbeeld de keuzes die er gemaakt zijn, achteraf, als je er bijvoorbeeld meer tijd voor had genomen?

Person B [00:24:56] We hebben echt wel voldoende tijd genomen om keuzes goed onderbouwd te maken. En dat is natuurlijk wel het voordeel dat je in het begin die tijd genomen hebt.

Boris [00:25:09] In de synchronisatie fase?

Person B [00:25:12] Ja, wij hebben in het begin veel tijd genomen om goede keuzes te maken en dat is goed, want dan heb je een onderbouwde keuze gemaakt waar iedereen achter staat. Alleen het is vervolgens wel dat je natuurlijk uiteindelijk die tijd die je in het begin gepakt hebt die heb je in het eind tekort.

Boris [00:25:27] Ja dus eigenlijk is het zo dat het juist goed was dat je langer de tijd hebt genomen. Maar de beoogde tijd voor het hele ontwerpproces had dus wat beter kunnen worden ingeschat. Dan de vraag, wat vond je fijn en minder fijn in het werken in een Bouwteam?

Person B [00:26:37] Ja, ik moet zeggen ik heb natuurlijk relatief weinig ervaring nog in het vak projectleider. Er zit aan de kant van van Hattum een projectleider die het al wat aantal jaartjes doet. Dus die zal je daarin een ander antwoord geven dan dat ik geef. Wat natuurlijk heel positief was als zowel opdrachtgever en opdrachtnemer elkaar veel beter leert begrijpen. Je kijkt natuurlijk als opdrachtgever ook mee. Je ziet ook welke afwegingen er gemaakt worden. Je krijgt een veel beter beeld van wat er uiteindelijk ook achter zo'n opdrachtgever zit. En normaal gesproken als je natuurlijk een UAV-gc contract hebt dan liggen de zaken gewoon vast in die overeenkomst en je kijkt minder ver, kijk je, achter je opdrachtgever. Dus je spart natuurlijk wel met je contactpersonen, maar nu krijg je een veel beter beeld van wat er ook speelt bij zo'n opdrachtgever. Je bent echt samen met het project bezig. Je staat eigenlijk naast elkaar in plaats van tegenover elkaar.

Boris [00:27:57] Je bent dus echt bezig met de ambities van de opdrachtgever te realiseren?

Person B [00:28:04] Ja zeker en als je dan vraagt wat is dan ook een nadeel? Er zitten natuurlijk bij dit soort dingen ook nadelen en dat is ook wel, dat wij als we als aannemer, al eerder een keuze maken, vaak omwille van planning. Je moet dus ook eerder keuzes maken. Dus je maakt vaak op basis van een 50% informatie, maak je 100% keuzes. En dat is in zo'n Bouwteam lastiger om een keuze in te maken. Om als Bouwteam op basis van halve informatie een keuze te moeten maken. En nu zie je soms dat bepaalde keuzes heel ver uitgezocht worden. En dan krijg je een goed onderbouwde keuze, maar dat kost je wel een hoop tijd. En dat is hetzelfde wat ik net zei over die synchronisatie fase, je neemt veel tijd om een goede keus te maken maar uiteindelijk verlies je er ook tijd mee. En als aannemer zou je denk ik al eerder een keuze gemaakt hebben.

Boris [00:29:04] Ja, dus eigenlijk het creëren van draagvlak in het Bouwteam om die keuze te maken dat kost heel veel tijd.

Person B [00:29:10] Ja klopt, maar als voordeel heb je een goed onderbouwde keuze waar iedereen zijn bevindingen heeft in kunnen delen. Kijk bij de start van zo'n Bouwteam moet je elkaar vinden. Je komt allen uit een hele andere cultuur.

Boris [00:30:21] Er op het gebied van samenwerking, hebben jullie daar ook op gefocust? Zoals een plan van aanpak van het Bouwteam?

Person B [00:30:38] Dat is best natuurlijk gegaan in mijn ogen. We hebben daar inderdaad wel aandacht aan gegeven bij de start. En daarna ook nog een project follow-up gehad. Dus als beslisteam gekeken van joh, hoe functioneren we nu en om elkaar feedback te geven op plus en min punten. Maar ik denk wel dat dat heel natuurlijk gegaan is. We zijn inmiddels best wel op elkaar ingespeeld. En ik denk ook dat de sfeer in het Bouwteam altijd wel goed is geweest. Soms zijn er ook wel keuzes gemaakt waar niet iedereen elkaar in kon vinden maar dat het uiteindelijk wel gedragen werd. De samenwerken in die zin is in mijn ogen echt prima geweest. Eigenlijk met alle betrokkenen wel.

Boris [00:31:24] Een vraag die helemaal niet meer aan bod nog is gekomen was, wat je rol in het Bouwteam was?

Person B [00:31:33] Ik ben projectleider bij Holandia Infra en wij zijn een van de combinanten in het Bouwteam. De andere combinant is Van Hattum. Zij zijn de civiele aannemer. Kijk, vaak zie je wel dat de structuur bij Van Hattum zo ingericht is dat zij vaak wel de penvoerder zijn. Zij zijn vaak het eerste aanspreekpunt en wij volgen daar iets meer in.

Boris [00:33:36] Er was dus eerst een andere visie met wat gaan we precies met die brug B doen. Was dat al in de synchronisatie fase of in de tender fase?

Person B [00:34:02] Nee, inderdaad in synchronisatie is bepaald wat we precies gingen doen. Daar is ook onderzoek geweest, een las onderzoek. Dus kijk je hoe zien de lassen eruit van de van de brug? De zorg was dat die brug niet meer zou voldoen. En na onderzoek bleek dat die brug dus wel degelijk nog wel voldoet. Plus dat die brug er beter voor stond dat men in eerste instantie aannam. En dat heeft ertoe geleid dat we gezegd hebben, we gaan die brug renoveren en niet vernieuwen. En dat is dus uiteindelijk de insteek geworden voor het verdere traject in het Bouwteam.

Boris [00:36:47] En over het standaardiseren. De brug die niet gesloopt gaat worden komen dus componenten in die waarschijnlijk langer meegaan dan de oude brug. Dat kunnen waarschijnlijk geen standaard componenten worden. Wordt daar verder nog naar gekeken of die bij andere oude bruggen kunnen worden gebruikt?

Person B [00:37:36] Nou nee wij niet. Je maakt de componenten zoals ze zijn. En misschien dat later er natuurlijk wel gekeken kan worden als de brug uit elkaar gaat, kun je de componenten dan nog hergebruiken? Maar het probleem is elk project is heel specifiek. Kijk ik denk ook dat met hele standaardisatie dat zal met veel hoger niveau moeten komen zoals ze het nu met het NTA beetpakken. Zo moet je het aanvliegen en niet op project niveau. Want elk project is zo specifiek dat de aandrijving die in die brug B zit kunnen wij niet toepassen op een ander werk bij ons. Omdat er weer hele specifieke eisen aan die brug gesteld worden. Dan hebben we niet de provincie Noord-Holland maar de provincie Zuid-Holland of Rijkswaterstaat dus dat is altijd lastig.

Boris [00:38:18] Lijkt me wel lastig als jij standaardisatie wil toevoegen en de brug volledig gaat vervangen dat deze in dezelfde beeldvorming moet passen als de andere familie van bruggen. Is het dat wel de juiste plek om standaardisatie toe te gaan passen?



Person B [00:38:43] Dat is inderdaad de vraag. Dat is heel sterk de vraag. Dat klopt, ik heb er mijn vraagtekens bij. Aan de andere kant, je moet ook ergens beginnen. En het is natuurlijk ook zo, nu zit de wereld zo in elkaar dat elke project of elke brug specifiek is. Ja, en de provincie Noord-Holland probeert zich daar hard voor te maken met die NTA ook om daar toch een beweging in te krijgen. Ik denk dat het wel goed is dat ernaar gekeken wordt en dat zal gaanderweg steeds breder uitgerold worden. Want op het moment dat je binnen de verschillende overheden nog steeds allerlei verschillende richtlijnen hebt, dan maak het voor de aannemerij heel lastig om te gaan standaardiseren.

#### C.4.2.3 Person C interview 1

<b>Name</b>	<b>Person C from Van Hattum en Blankevoort</b>
<b>Project</b>	Cruquius Bridge
<b>Role within the project</b>	Project manager
<b>Date of interview</b>	25-10-21
<b>Interview duration</b>	60 minutes

Boris [00:00:02] Wat was je rol in het Bouwteam?

Person C [00:00:59] Ik was adviseur in het Bouwteam destijds. Hoe dergelijke partijen aan zouden haken. Eigenlijk was dat ook, vooruitlopend op mijn huidige rol als projectmanager dat ik al was aangehaakt en dat ik al wat stuur had van wat er later zou worden aangeboden.

Boris [00:01:53] Dus je was al vroegtijdig betrokken?

Person C [00:01:54] Ja, en dat is wel een van de dingen die van belang zijn. In algemene zin, bij een Bouwteam, is dat een beetje gebaseerd op het gedachtegoed dat je een bepaalde houding aan elkaar hebt. Niet in contractuele zin, maar wel die verantwoordelijkheid waar je je aan committeert. Dat je die ook vasthoudt, dat je die ook waarmaakt en dat je daar ook aanspreekbaar op bent.

Boris [00:02:31] Je werkt eigenlijk als een team in een Bouwteam.

Person C [00:02:41] Jij dat is een beetje afhankelijk van de opdrachtgever. Maar veel opdrachtgevers die gaan er wel van uit dat een overeenkomst kwaliteit zo goed in elkaar zit dat de mensen die daarbij betrokken zijn niet meer zo relevant is. Dus dat wisselingen wat minder relevant zijn. In de praktijk vinden wij dat heel onwenselijk. En zeker bij Bouwteam overeenkomsten is het wel van belang dat er een continuïteit is in je aanbiedingsambitie, je Bouwteam ambitie en straks ook in realisatie ambitie.

Boris [00:03:17] Kan je een voorbeeld daarin geven?

Person C [00:03:22] Nou ja, kijk, het moment dat je in je aanbieding een circulaire innovatie aanbiedt, dan moet dat al zo doorleefd zijn in de start van het Bouwteam dat je daar niet weer opnieuw op zoektocht moet gaan of moet gaan kijken van wat is nou precies de achtergrond van hetgeen van wat we hebben aangeboden. Het is allemaal nog niet zo met een schaarste te knippen. Zo'n aanbieding zoals die bij Cruquius is meer een belofte om op om een ambitie in te vullen dan een keiharde resultaatsverplichting. En dat betekent dus dat je eigenlijk die contractuele stappen, die kan je los van elkaar zien, maar inhoudelijk moet je gewoon continuïteit hebben in de kennis die je hebt aan boord en ook de ambitie om die kennis in te zetten.

Boris [00:04:31] Ik had gezien dat er drie innovatieve aspecten aan het project zaten. Dat was het geopolymer beton, thermal spread aluminium en de warmte wissels systeem. En dat was al in de tenderfase besproken. Jullie hebben een synchronisatie fase gehad, een VO en

DO fase. En in de DO fase zijn jullie gaan kijken of het brugdek dat vrijkomt of dat nog een keertje ergens voor gebruikt kon worden. Dus of het kon gebruikt worden bij een fietstunnel of dat ze het konden gebruiken voor de contragewichten. Maar voor de contragewichten werd al duidelijk dat dat niet inpasbaar is. Omdat het toch in een redelijk gesloten ruimte zit en dat er toch veel tijd voor nodig om dat goed in te passen. Dat is mij verteld. En daarom dat er nu wordt gekeken of het kan worden gebruikt in de fietstunnel. Dat is dus eigenlijk pas later besloten. En zijn daar nog problemen mee, om dat goed in te passen, is daar voldoende tijd voor geweest?

Person C [00:06:04] Ik weet niet of dit een goed voorbeeld van circulariteit is. Er is een behoefte door de opdrachtgever uitgesproken dat hij hergebruik wil hebben, bij voorkeur in het eigen werk. En wij zijn destijds heel erg aan het onderzoeken geweest van wat zit er nou eigenlijk in het bestaande werk wat we zouden kunnen hergebruiken in het nieuwe werk? Ja, dan loop je tegen een wereld van problemen aan. Want je hebt natuurlijk ook wet en regelgeving en bouwnormen en onzekerheid over bestaand areaal waardoor het gewoon puntje bij paaltje, je krijgt het gewoon niet hergebruikt. Toch is die ambitie er wel, maar met name vanuit communicatief oogpunt, om ook de omgeving te laten zien of ze van joh, we hebben er wat mee gedaan. Maar het is wel een beetje een moetje, want je kan je wel afvragen in hoeverre dat nou vanuit duurzaamheid perspectief echt toegevoegde waarde geeft. Maar goed, dat moet blijken. Want die inspanning die je daarvoor moet doen, die moet natuurlijk wel opwegen tegenover de duurzaamheid voordelen die je dat dan hebt. Dit soort meer gezochte oplossingen, daar staat voor mij nog bepaald niet vast dat het ook vanuit duurzaamheid perspectief ook echt bijdraagt. Wat ik wel denk is dat dat de boodschap beter overdraagt en dat is ook wat waard. Want het moment dat je dan kan laten zien, echt voor iedereen herkenbaar van we gebruiken een stuk van die oude brug in die nieuwe en daarbij hoeven we dus niet nieuw staal te gebruiken dat geeft in ieder geval wel een boodschap. Alleen ja, nou, ik ben geen duurzaamheid specialist maar wat mij betreft is dat wel een beetje voor de Bühne. Ook belangrijk, inhoudelijk kan je je afvragen wat het brengt. De volgende vraag is, is het realiseerbaar in de tijd? Want daar zit natuurlijk, als je het moment dat als jij materialen wilt gaan toepassen in een nieuw product, dan moet je wel zorgen dat die materie materialen ook beschikbaar zijn op het moment dat je dat product gaat maken. Nouja, goed, we gaan nog even er van uit dat dat nu gaat lukken. In ieder geval voor gebruik van de oude brug als ballast gewicht hebben we gezegd dat gaat niet lukken, want we hebben dat ballast gewicht al nodig voordat de oudere brug gesloopt is. Ik zeg het een beetje kort door de bocht. Maar het komt gewoon te laat vrij. En bovendien is ballast gewicht zo een laag kwalitatief product daar is nou echt geen tekort aan. Je brengt het niet tot op een kwalitatief hoogwaardige wijze terug in in het werk. Nou, dat zijn allemaal overwegingen die meespelen. Maar misschien klink ik nu een beetje negatief. Het vertellen van het verhaal, zeker in deze fase van hoe gaan we in het ontwerp circulaire bouwen. Het verhaal is ook heel belangrijk, want je moet draagvlak krijgen. Je moet mensen laten zien dat je actief daarmee bent. Je kan natuurlijk overal heel kritisch over zijn, maar ik denk dat we gewoon binnen de eigen club wel eerlijk moeten zijn. Als dit onze ambitie is, dan kunnen we daar beter mee stoppen. Maar onze ambitie reikt verder en daarvoor is dit een stap en we hopen dan we volgende keer een stap kunnen nemen die wat effectiever zal zijn. Maarja de praktijk leert toch het zijn kleine stapjes die je maakt. En ik in het geval van de Cruquius brug zijn het inderdaad ook kleine stapjes.

Boris [00:10:43] Nou ja, bijvoorbeeld een ander project wat ik onderzoek, de Ritsumasyl brug was een bio-composiete brug. En daar was het ook zo we willen zo circulair mogelijk, zo duurzaam mogelijk bouwen. Maar voornamelijk de hoofdmoot was maak een brug van bio-composiet. En daar waren wat problemen bij waardoor je op gegeven moment veel meer materialen nodig had. Dan wordt het wat minder circulair. Maar je houdt toch die hoofdmoot van, we willen bio-composiet gebruiken. Maar inderdaad, het is een stapje voor voor later dat andere mensen er weer mee verder aan de slag kunnen.

Person C [00:11:24] Ja want kijk wat wij circulariteit noemen. Hoe meet je circulariteit, wat is circulair? In dit geval bij de Cruquius brug is er in eerste instantie gezegd, circulair dat meten we af aan de MKI waarden. Dus okee, de rekenmethode die je hanteert is ook al heel bepalend voor de keuzes die je maakt. Hanteren we een andere rekenmethode dan maak je andere keuzes. En in dit specifieke geval je vraagt wat is nou de bijdrage van een aannemer? In dit specifieke geval is door opdrachtgever van tevoren aangegeven de keuzes die wij maken, die baseren we op MKI. Dus iets anders verzinnen of iets anders aanbieden heeft geen zin, want daar word je niet op gewaardeerd. Dus alles wat wij doen in die aanbiedingsperiode is gebaseerd op MKI. Nou heb jij het over bio-composiet. Nou daar hebben wij ook ervaring mee. Een van de ervaringen is dat de MKI van bio-composiet helemaal niet zo goed is. En dat heeft alles te maken met de harder die je daaraan toepast. Nou ja, die harde, dat is het smerig spul. Je past wel van oorsprong biologische materialen toe met hennep en dat soort dingen. Maar de technieken zijn nog niet zo ver dat je aan het eind van de levensduur dat spul weer kan scheiden. Dus aan het eind van de levensduur heb je gewoon een bak bio-composiet waar je verder niks mee kan. Dat zijn dingen die zitten ook al in de MKI berekening. Waardoor je dus wel kan afvragen of bio-composiet in de manier waarop het nu wordt toegepast of dat wel een duurzaam of circulair product is. Zeker ook als wat je aangeeft dat het vaak leidt tot hoger materiaalgebruik. En daar kan je je afvragen over materiaalgebruik, juist het materiaalgebruik het grote probleem is.

Boris [00:14:01] Ik zie dit in elk project terugkomen van mijn onderzoek. Wat is nou circulair? Wat is nou duurzaam? Bij duurzaam kan je al snel zeggen CO2 berekeningen. Bij circulair is dat nog wat lastiger. Dat zie je ook in de literatuur dat er voor circulaire economie veel verschillende definities zijn. Dat moet inderdaad goed afgestemd zijn.

Person C [00:14:30] Een aantal jaren geleden ben ik ook bezig geweest met een ander circulair project voor de ABN Amro. Dat is ook een Bouwteam overigens. En daar hebben we het veel praktischer opgepakt. Een van de verschillen met een stuk hoofdinfrastructuur zoals hun hier hebben, is dat een gebouw, ontwerp je voor 30 jaar. En met 30 jaar heb je best nog heel wat componenten waarvan je zegt ja, daar kan je wat mee. 30 jaar is nog niet zo lang. Cruquius brug is 100 jaar en dat is heel erg lang. Dus je kan je afvragen kan je misschien beter voor 200 jaar gaan ontwerpen bij wijze van spreken, want er is geen rest levensduur. Maar goed, 30 jaar van een gebouw, daar kan je wat mee. En dat leent zich ook direct veel meer voor circulaire ontwerp gedachtes. De manier hoe je dingen bevestigt en weer demonteert die worden daardoor ook heel veel overzichtelijker. De manier waarop je de andere componenten er inbrengt, die zijn dan ook veel flexibeler. Daar gingen we ook zo ver, tenminste in gedachten, niet in de praktijk, dat bijvoorbeeld een gevel leverancier, die kreeg een resultaatsambitie voor wat betreft de isolatie norm en licht doorlating. En het gedachte-experiment was dat die gewoon per maand of per jaar voor de dienst betaald werd. Sterker

nog, het moment dat het product de verwachtingen oversteeg, dan kreeg hij dus ook de refinuen daarvan waardoor hij er dus ook eraan kon verdienen. Waardoor hij dus gestimuleerd werd vanuit zijn businessmodel om productinnovatie toe te passen. Waarbij hij dus kon zeggen van joh, ik haal na een paar jaar die gevel eruit, want ik heb nu een gevel die doet veel beter wat ervan verwacht wordt. En die is voor mij bedrijfseconomisch veel aantrekkelijker. Dus ik wissel dat om en hij blijft dus eigenaar van die materialen. Uiteindelijk is alleen de lift eigendom gebleven van Mitsubishi, maar daar gold hetzelfde voor. Nou is het probleem bij banken en overheden dat zo'n businessmodel, dat je iets leased, gewoon heel onaantrekkelijk is. Want niemand leent zo goedkoop als een bank en een overheid. Het mechanisme werkte dus niet, maar de gedachte die is natuurlijk wel heel goed. Maar die geeft dus ook een heel andere dynamiek. In een Bouwteamfase, want in die Bouwteamfase gaat heel erg over het samenbrengen van kennis. En dan is in een Bouwteam fase als Cruquius heel wat anders. Hier is het een aantal op MKI gebaseerde ideeën inbrengen en dat dan verder uitwerken. Dat is niet helemaal hetzelfde.

Boris [00:18:34] Maar als ik het dan goed begrijp jullie hebben bij Cruquius ook gebaseerd op MKI hoe je je circulariteit meet. En zeg je dan nu dat dat een Bouwteam daar niet de beste methode voor is geweest?

Person C [00:18:52] Nee, maar wat ik in het begin zei, het ene Bouwteam is het andere niet. Het Bouwteam met ABN Amro daar hadden we de ambitie uitgesproken en zijn we samen op pad gegaan naar de beste manier om die ambitie in te vullen. Een overheid, die kan zich die luxe niet goed permitteren. Die zal eerst wat moeten aanbesteden en dat is dan een contract stuk. En op basis van dat contract stuk wordt dan vervolgens het ontwerp uitgewerkt. Het contract stuk daar zitten een aantal specifiek benoemde ambities in en dat gaat het worden. Dus dat dat hele speelveld is, anders. Daar waar je bij een ander bouwteam zegt, jongens, we gaan met z'n allen op pad en alles is mogelijk en we sluiten niks op voorhand uit. Is er bij de start van het bouwteam bij een overheidsopdracht al een strakke keus gemaakt van dat gaat het worden en daar gaan we energie insteken. En dat beperkt het wel een beetje. En als je dan zegt wat is dan de toegevoegde waarde van een aannemer? Dat is dan eigenlijk dat die binnen de hele strakke voorwaarden zoals die worden gegeven in het aanbestedingstraject in dit geval een aantal specifieke, in dit geval specifiek op MKI gerichte maatregelen voorstelt. Maar het beperkt natuurlijk wel enorm het speelveld waar je mee bezig gaat. Aan de andere kant, dat is ook weer niet zo gek, omdat je ook merkt dat bij een overheidsopdrachtgeven, zoals de provincie, die mee moeten of willen beslissen over wat er wel en wat er niet gebeurt. Want degene voor wie je bezig bent die heeft zelf een opdracht gekregen voor iemand voor wie het gaat bouwen. Dus je moet je afvragen met wie ben je nou eigenlijk in gesprek over wat nou het product moet gaan worden? Dat werkt je mogelijkheden ook een beetje tegen. Er zijn oneindig veel meer argumenten om iets niet te doen, dan dat er argumenten zijn om dat wel te doen. Zorgelijk is dat voor het tempo waarin we ons aan het ontwikkelen zijn.

Boris [00:22:17] Ik had ook meegekregen bij de Cruquius brug dan op het gebied van standaardisatie van het NTA en gebiedsregelgeving met elkaar clashen. Kan je me daar iets over vertellen?

Person C [00:22:32] Technisch inhoudelijk weet ik dat niet, maar feitelijk is dat wel zo. Ik weet dat de provincie heeft een aantal hele specifieke en hele concrete regels. Standaardregels die

moeten worden gehanteerd bij het ontwerp van een brug. Daarnaast is er dus een ambitie om te standaardiseren. Dat is dat IFD waar je ongetwijfeld vaker over gehoord zal hebben. Het IFD, dat gaat toch wel uit van het toepassen van een aantal standaard situaties. Waarmee je dan vrij makkelijk tot een ontwerp keuze zou moeten komen, maar de praktijk leert enerzijds dat heel veel van die standaardisatie in strijd zijn met bestaande regelgeving van de provincie. En anderzijds dat je erg met de neus op de feiten wordt gedrukt dat er geen standaard is. Eventjes als voorbeeld, er wordt gezegd een brugdek die moet een meter dik zijn. Maar goed, elke situatie is anders. En hier specifiek, deze situatie zijn er eisen gesteld dat onder de brug een bepaalde maat moet worden gehouden. Dat betekent dus dat de brug niet een meter kan zijn, maar moet 60 centimeter zijn. In de praktijk is dat een optelsom van zulk soort dingen. Waardoor het steeds lastiger wordt om een soort van standaardisatie te vinden van wat voor producten je gaat toepassen. Want je moet je heel goed afvragen waar gaat het mij nou precies om met standaardisatie. Wat ik bij standaardisatie van het IFD begrepen heb, gaat het er bijvoorbeeld om dat je zo dadelijk materialen kan oogsten die relatief makkelijk weer ergens in te voegen zijn. Maar goed, de praktijk leert dus dat de unieke situatie toch iedere keer ons dwingt om van die uitgangspunten af te stappen. En dan wordt er terecht altijd gezegd van ja maar, weet je het wordt altijd maar steeds benadrukt dat dat het uniek is. Dat is toch helemaal nergens zo want we bouwen toch overal bruggen? Maar het punt is dat de optelsom van die eisen, die voor dat specifieke kunstwerk gelden, het wel weer op die punten uniek maakt. En dat heeft te maken met een prioriteit die je zet in die standaardisering. Als je kijkt, nu is het zo, als er wordt besloten een brug te vervangen, zoals de Cruquius brug, dan wordt er eerst besloten, de brug wordt vervangen. Dan wordt er op hoog bestuurlijk niveau bekeken van okee hoe moet het eruitzien? Er zijn dan allemaal stakeholders die er wat over te zeggen hebben. Want die vinden allemaal dingen heel belangrijk. Dan kom je aan de klant eis specificatie. Al die mensen die daar mee bezig zijn geweest, die hebben geen seconde nagedacht over duurzaamheid, over standaardisatie, over circulariteit. Die hebben alleen nog maar gezegd van joh, dat is wat ik wil hebben. Dat is dus de primaat, dat wordt het uitgangspunt van het product wat er gemaakt gaat worden. En als dat dan eenmaal klaar is, dan wordt er gezegd, ja en nu moeten we standaardiseren. En nu moeten we duurzaam en circulair. Maar dan zijn de vrijheidsgraden om daar wat mee te doen praktisch tot nihil gereduceerd. Als je zou zeggen van ik wil inderdaad die standaardisatie gewoon bijna opleggen bij al mijn producten. Dan moet je daar ook mee gaan beginnen en dan moet je bij een klant eis specificatie bovenaan zetten. En dan moet je als provincie zeggen, ik ben mijn belangrijkste klant en ik begin eerst eventjes met mijn belangrijke eisen. En dan zet je dus die duurzaamheidsambities bovenaan en nu staan ze helemaal onderaan. Nu wordt het eigenlijk als een soort opgave in een aanbesteding proces gegooid met een bijzinnetje van duurzaamheid. En ja, zo komen wij aan die kleine stapjes.

Boris [00:28:09] Dus eigenlijk word je gelimiteerd in je ontwerp vrijheid?

Person C [00:28:12] Ja, ik kan je een ander voorbeeld geven. Daar ben ik nu bezig met de gemeente Amsterdam. De gemeente Amsterdam is net een stuk flexibeler georganiseerd dan de provincie. Zeker in contractuele zin. Dat geeft wat meer vrijheid. Daar was een houten beweegbare fietsbrug. En er was de vraag, die moet worden vervangen en op de meest duurzame manier. Dus hebben we eerst gevraagd, wat is duurzaam? Dus we hebben een sessie gehad met de gemeente Amsterdam om eerst te bepalen, wat is nou eigenlijk onze duurzaamheidsambitie? Nou daar hebben we het goed over gehad. Dan merk je ook

natuurlijk bij een gemeente Amsterdam, net als bij iedereen dat het iets is waar we allemaal in een steile leercurve zitten. Dus het heeft geen zin om mensen af te schieten op het niet weten. Nee, niet weten betekent dus dat je elkaar kan helpen om stappen te maken en dat je dingen kan bespreken van hoe gaan we er mee om? In dit specifieke geval hebben we uiteindelijk gezegd van joh, waarom ga je de hele brug vervangen? Als maar bepaalde onderdelen niet goed meer zijn. En als je dan al gaat vervangen waarom ga je dan weer voor de volle levensduur vervangen. En als je gaat vervangen, misschien moet je eens gaan nadenken over hetgeen wat je gaat vervangen op een andere manier te maken en te monteren zodat de levensduur wat langer is. Of weet je wat een goede investering is, onderhoud. Dus we zijn nu bezig om op basis van die factoren een voorstel uit te werken samen met de gemeente. Dat is ook een Bouwteam. Die brug die hoeft helemaal niet vervangen te worden. Sommige delen wel, andere delen niet. Sommige delen die moeten eruit worden gehaald, worden opgeknapt. En dan kunnen ze weer met een voldoende levensduur worden toegepast. Dus uiteindelijk zijn we dus nu iets heel anders aan het voorbereiden dan wat de oorspronkelijke vraag is. Nou, dat zijn allemaal hele leuke dingen om te doen. Daar kan je echt stappen mee maken. Daar kan je ook gewoon de organisaties in meekrijgen van joh leggen we wel onze prioriteit goed. Want waarom is de staat van die brug zo slecht? Ja, dat heeft te maken met het feit dat er niet eenmaal in het jaar iemand langs komt om het mos ervan af te blazen. En mos dat gaat niet goed met hout net als schimmels. Ja, en als je dat er vanaf spuit na de herfst, dan scheelt dat een slok op een borrel. Scheelt je misschien al 10 jaar levensduur of zo. Dat zijn de dingen waar je met elkaar echt aan de slag kan gaan. Maar de spelregels van hoe je met elkaar aan de slag gaat worden wel door een opdrachtgever bepaald. Dus als een opdrachtgever zegt, moet je horen er zijn een paar dingen voor mij van belang, 1 MKI, 2 maximaal draagvlak binnen mijn organisatie en 3 het mag geen drol kosten, ja dan krijg je dat.

Boris [00:31:59] Maar dat is natuurlijk wel apart, want je ziet juist als ik gewoon een nieuwsartikel open over de Cruquius brug staat er juist een innovatief duurzaam project, onderhoudsarm en zo circulair mogelijk of standaardiseren. En dan hoor ik van jou, dat die ambitie helemaal naar beneden is gezakt.

Person C [00:32:26] Nou ja, dan geef ik misschien het verkeerde beeld, eigenlijk wat ik zeg, het product was eigenlijk altijd al heel erg goed.

Boris [00:32:37] Het product was altijd al heel goed?

Person C [00:32:40] Kijk, wat wij in de regel aan het maken zijn is over het algemeen al van een bijzonder hoog kwaliteitsniveau. En iets wat op een heel hoog kwaliteitsniveau zit daarvan kan je sowieso al zeggen van dat is toch wel goed duurzaam. Dat blijft lang staan. Als aannemer willen wij dingen zo goedkoop mogelijk bouwen. En dat betekent dus dat je zo min mogelijk materiaalgebruik hebt. We willen risico's uitsluiten. Dus in de basis kun je zeggen van wij bouwen eigenlijk altijd best goed. Dan is de vraag, wat hebben wij hieraan verder van toegevoegde waarde. Kijk, vanuit duurzaamheid perspectief is coating bijzonder ongewenst. Dus wat ons betreft, passen wij geen coating meer toe. Dat betekent dus of corten staal of we verzinken de boel. Met als doel dus over de hele levensduur heen geen coating meer hoeft te verwijderen. Om de levensduur in ieder geval te halen. Wat voor ons ook heel erg belangrijk is als van Hattum en Blankevoort is dat wij proberen wat vaart te zetten in geopolymer

beton. Cement is natuurlijk een van de grootste veroorzakers van CO2 in de wereld. En dat is één van de dingen waar wij het meeste op kunnen bijdragen. Probleem waar we tegenaan lopen is dat daar nog helemaal geen regelgeving voor is en dat dat hele actief wordt tegengewerkt. Je hebt natuurlijk een enorme intensieve cement lobby die vooral heel erg bezig is om regelgeving over geopolymeer beton te frustreren.

Boris [00:35:14] Maar is het niet in het buitenland al bij bepaalde projecten al toegepast?

Person C [00:35:23] Met name in het Oostblok is er al veel mee gebouwd. Maar ja, kijk, wij gaan pas bouwen het moment dat alle risico's volkomen zijn uitgesloten. En tot dat moment, dan is het dus de vraag ja, wie gaat het risico nemen? En dat is wel het goede nu van de provincie die heeft gezegd wij willen daarin meegaan. Wij willen gecalculerde risico's aangaan om ook een stap te maken met geopolymeer beton. Het is een beetje een kip ei verhaal. Want zolang niemand het gedaan heeft, dan kan je ook nergens aan refereren. Dan heb je dus ook geen mogelijkheden om de materiaaleigenschappen te toetsen en te bewaken. We hebben nog niets concreet echt toegevoegd in het ontwerp nu, omdat het in het DO nog niet zo specifiek was. Maar we zijn wel druk bezig om concrete afspraken te maken om als we het ergens gaan toepassen, hoe gaan we dan met die risico's om? Een van de risico's is dat je ook acceptatie moet hebben van de omgevingsdienst. Een omgevingsdienst die toetst aan de hand van wet- en regelgeving. Er zijn geen normen voor geopolymeer beton, dus ze kunnen niet toetsen aan de hand van een geopolymeer norm. In theorie zou dat dus een argument zijn om een omgevingsvergunning te weigeren op het moment dat je het indient. Nou een beheersmaatregel daarvan is dat je die toetsen mee kan nemen in een methode waarin je bijvoorbeeld gelijkwaardigheid kan aantonen ofzo. Dan ben je ook alweer weer een beetje afhankelijk van die medewerker van de omgevingsdienst, die dan zegt van oké dat vind ik ook belangrijk, daar ga ik ook in mee. De praktijk is zo dat niemand daar eigenlijk zo'n belang bij heeft. Dus ja, dat is het risico dat hij meer risico ziet voor zichzelf dan kansen voor de samenleving. Wij hebben toch ook gelukkig wel op een heel aantal onderdelen gezegd, daar moet het kunnen.

Boris [00:38:40] Maar de provincie, die gaat er ook echt in mee? Die wilt dat ook?

Person C [00:38:56] Je hebt een aantal mensen in de provincie die daar een rol in spelen en ik merk dat het momentum een beetje onze kant op aan het vallen is. Toen wij gingen beginnen en het de eerste keer ter sprake brachten toen wilden ze niet hebben. Dat is nou ruim een half jaar geleden ofzo. Want er was nog geen referentie, geen rekenregels voor, de beheerder zou het niet over willen dragen en allemaal horrorverhalen. Maar goed we zijn nu bijna driekwart jaar verder. En nu merk ik ook dat de mensen die in eerste instantie daar heel negatief tegenover stonden dat die nu ook positief er tegenover staan. En ik denk dat dat heeft deels te maken met het feit dat zij ons nu wel beter kennen gewoon op persoonlijk niveau. Dus als ingenieursman van de provincie de betonman van de aannemer kent en dus ook opeens ziet van misschien kan ik daar wat mee. Zonder dat mij een oor wordt aangenaaid ofzo. Anderzijds merk je ook binnen de organisatie van de provincie dat dat gewoon meer begint te leven. Mensen voelen zich dus wat comfortabeler erbij om te zeggen van nou oké, ik ben op voor en want anders is wel een beetje naar risico.



Boris [00:40:27] Ik had ook meegekregen dat de aannemer combinatie wilde brug B slopen. En dat de opdrachtgever die brug wilde behouden omdat de brug nog goed was. En dat daar dus extra onderzoek naar is gekomen om te kijken of die brug eigenlijk nog wel goed is om het risico te verkleinen voor de aannemerscombinatie.

Person C [00:41:12] Nee zo is het niet helemaal gegaan. Wij hebben de afgelopen jaren vaker een brug uit de jaren 70 gerenoveerd en de kans dat zo'n brug nog goed is, is niet zo groot. Dus wij hebben het risico aangewezen dat het kan zijn dat dat brug val van bijzonder slechte kwaliteit is en dat heeft te maken met allerlei rekenregels. Maar ook wat meer ontwikkeld kennis hoe zo'n val wordt belast. Kijk, het is nu de bedoeling, dat val wordt eruit gehaald. Het gaat op een schip ergens naar een coater en komt daarna opnieuw terug. Maar als je het val eruit haalt en gaat bekijken wat eraan gedaan moet worden en het blijkt in slechte staat te zijn, dan ben je op slopershoogte, want dan moet je namelijk eerst weer een nieuwe val gaan ontwerpen naar huidige normen. Die moet je gaan bouwen. Nou, dan ben je dus anderhalf jaar verder voordat je dat afval weer terug kan leggen. En dan zit je dus de al die tijd in een hele ongewenste situatie dat kost een vermogen. Dus wij hebben gezegd van doe goed onderzoek of dat val nog toepasbaar is, want wij hebben daar slechte ervaringen mee. Dat is ook echt uitgebreid besproken. Op basis van berekeningswijze is ook aangetoond dat met de huidige belasting voldoet het val helemaal niet. Er is echter een echt grote kans dat er schade aan het val is. En op basis van die gezamenlijke vaststelling is gezegd, dan moeten we toch maar nog eens eventjes heel goed onderzoek doen naar die brug. Op zich is de uitkomst natuurlijk bijzonder positief dat die brug nog steeds voldoet. Wij hadden er op voorgesorteerd dat de kans groot was dat de brug niet meer zou voldoen. Als dat het geval was geweest en je moet dus niet alleen een nieuwe val gaan maken maar alles eromheen. Toen hebben wij gezegd van, dan zou je die hele brug opnieuw kunnen maken in corten staal en dan zowel brug A als brug B. Dan heb je helemaal geen coating meer. Dat is qua duurzaamheid gewoon echt helemaal de top. Maar goed, dat was een mogelijkheid. Dat was een kans die zou kunnen optreden als bleek dat de val van brug B niet zou voldoen. Dus het is niet zo dat wij die brug wilden slopen. Wij hebben alleen gezegd, hou rekening met het risico dat de brug misschien niet goed lijkt te zijn. Nou, ik vind dat we daar goede keuzes in gemaakt hebben, daar is goed onderzoek naar gedaan. Maar het is niet zo dat we dat ding hadden willen weggooien.

Boris [00:46:10] En in de aanbesteding fase is dat dus besproken en de synchronisatie fase uitgevoerd of zie ik dat verkeerd?

Person C [00:46:20] Nee, wij hebben het toegelicht in de synchronisatie fase en in die fase is ook dat onderzoek gedaan om te onderzoeken, wat is nou eigenlijk de staat van het val? Want één ding was wel er was een vrij oppervlakkig onderzoek gedaan naar de staat van het val. Dus de kwaliteit onderzoek die wij gedaan hebben begin van het Bouwteam, dat was er niet aan gedaan. Dus we hebben nu een betere beheersing over het risico dan dat we dat vorig jaar hadden.

Boris [00:46:57] Het was ook zo als jullie één brug in corten staal wilden maken, omdat dat een familie van bruggen is, dat dat niet kon, omdat het te bruin was?

Person C [00:47:08] Ja, precies als je er eentje in corten staal maakt en de ander gewoon wit, het moet ook architectonisch een eenduidig beeld zijn.

Boris [00:47:30] Was er redelijk een tijdsdruk in het bouwteam, dat de synchronisatie fase wat langer heeft geduurd om alle neuzen in dezelfde richting te krijgen. Ook omdat er redelijk wat cultuurverschillen binnen de organisaties waren van het Bouwteam. Herken je dat?

Person C [00:47:48] Ja, dat herken ik wel, niet zozeer de cultuurverschillen want daar doe je niet zo veel aan. Maar het is wel, je moet elkaar wel goed leren kennen. Pas als je elkaar goed kent en begrijpt. Met name het laatste, begrijpen. Dan kan je ook de juiste afspraken maken over wat je nou precies gaat doen in die Bouwteam fase. Het gekke is dat hoewel de partijen met wie wij nauw samenwerken, al vele tientallen jaren, is het toch wel verrassend te zien hoe slecht we elkaar kennen. En hoe makkelijk we onze eigen aannames doen dat, als ik iets doe zoals ik dat gewend ben, hetzelfde is zoals jij dat zou doen. Dus daar moet je heel zorgvuldig mee zijn en elkaar daarin goed meeneemt. Eén belangrijke factor daarin is, dat je zorgt dat de verhoudingen goed zijn. Dat betekent dat je je goed moet uitspreken, dat je ook moet luisteren naar elkaar. En in de praktijk gebruik je misschien dezelfde term maar je bedoelt er wat anders mee, dat je dat ook goed met elkaar bespreekt. Van wat gaan we dan precies doen? Om even een voorbeeld te geven wat heel tekenend is, niet alleen voor dit Bouwteam voor verreweg de meeste Bouwteams. Bijvoorbeeld, wat is nou een DO? Want bijvoorbeeld het kan een factor 2,5 schelen in wat het moet gaan kosten. Want wat tevoren een DO is, daar moet je van tevoren tijd en energie insteken om dat van te voren met elkaar te bespreken.

Specifiek in dit geval, de opdrachtgever heeft een beeld bij DO. Dat is dan een bepaald niveau wat je dan nodig hebt om een vergunningsaanvraag te doen. Tegelijkertijd is een Bouwteam bedoeld, om bepaalde risico's gezamenlijk te identificeren en te mitigeren. Er wat dieper erop in gaan en ook ernaast nog allemaal dingen bekijken. Ja, dat is niet het traditionele DO zoals dat wordt afgesproken tussen een ingenieursbureau en een opdrachtgever. Dan wordt aan het eind natuurlijk verwacht dat er een aanbieding wordt gedaan. Maar het moment dat iemand de behoefte voelt om daar ook wat van te vinden dan willen ze altijd een wat groter detailniveau. Ja, dat detailniveau zit niet in een standaard DO. Het klinkt heel simpel, want iedereen denkt dan dat iedereen precies weet waar het over gaat. En als je daar wat meer de inhoud ingaat, dan blijkt dat toch best heel complex te zijn. Maar wat ik zeg, bij elk Bouwteam, het valt altijd een beetje tegen. Maar zo zijn er heel veel dingen hoor. Een van de dingen die daar uitgekomen is, is dat de integraal ontwerp manager overkoepelend dat hele ontwerp moet doen bij W+B vandaan komt. Ik weet niet precies wat nou echt de argumenten geweest zijn, maar goed, die keuze is gemaakt. Onderhand zijn we zover dat we zeggen dat moeten we anders doen. En dat heeft niet te maken met de kwaliteit van deze persoon. Dan gaat het er wel om, als jij integraal ontwerpt manager bent binnen een aannemers context. Dan wordt er wel wat anders van je verwacht dan dat dat binnen een ingenieurs context is. En ja dan loop je dan wel tegenaan dat er gewoon eigenlijk een rol mist. Andere dingen wat ook wel grappig is om te zien. Ken je het fenomeen van IPM rollen?. Je hebt een projectmanager, contract manager, technisch manager en omgevingsmanager etc. Daar was ook altijd wel een beetje het idee van we gaan de organisatie niet spiegelen. Niet twee managers van elke rol. Nee, eentje van die twee, die gaat het doen. Wat voor mij, zeker nu, deze afgelopen Bouwteam periode al heel erg helder is geworden, je spiegelt die organisaties niet. Een traject manager bij de provincie heeft zijn focus op een heel ander traject liggen dan een projectmanager van de aannemerscombinatie. En er zit wel wat overlap. Maar daar kan je heel goed afspraken over maken, daar herken je elkaar wel in. Maar er zit vooral heel veel

niet overlap waar je elkaar dus moet vinden. Beide personen zullen heel wat anders over hun werk vertellen. Dat is voor heel veel mensen onverwacht. Maar het is niet zo gek. In de praktijk zie je dat mensen met dezelfde rol naam uitstekend naast elkaar kunnen functioneren. Allebei gewoon heel veel input leveren voor het Bouwteam traject. Omdat zo'n Bouwteam traject ook veel breder is dan de traditionele trajecten

Boris [00:56:32] IPM rollen hadden ze ook bij Wolferen-Sprok toegepast. Daar was Royal Haskoning DHV de vertegenwoordiger van de aannemerscombinatie. Later hebben ze ook iemand van de aannemerscombinatie naar voren als manager gebracht om beter de aannemerscombinatie te vertegenwoordigen in het Bouwteam. Dat is daar op die manier gedaan.

Person C [00:57:01] Ja, het is een ander vak. Dat moet je wel herkennen.

Boris [00:57:14] Dus in de synchronisatie fase had nog beter in gecommuniceerd kunnen worden wat nou de verwachtingen zijn, wat een UO en DO is?

Person C [00:57:31] Ja, daar moet je explicieter in zijn. We zijn bij de Cruquius tijdsgebreven geweest. En misschien moet je wat meer kwaliteitsgedreven worden. En uiteindelijk hebben we het allemaal gefixt hoor. Het is ook geen groot drama maar je loopt er wel tegenaan. Maar wat misschien wel het belangrijkste is, is dat je je zaken voor iedereen op orde hebt voordat je echt gaat engineeren. Alle eisen en de manier waarop je dingen gaat toetsen en verifiëren en zo. Dat moet je allemaal helder hebben voordat je gaat beginnen met ontwerpen. En dat is gewoon ingegeven door het simpele feit, dat je dat met een klein clubje in de synchronisatie fase moet afstemmen. Dat moet je met een clubje doen met veel kennis die goed en slagvaardig tot een goed startdocument komen. Dat je dus alle eisen met elkaar hebt vastgesteld. Ook bijvoorbeeld de afspraken hebt gemaakt hoe we precies met duurzaamheid omgaan. Alle procedurele haken en ogen, goed met elkaar hebt besproken en afgestemd. Voordat je met het VO gaat beginnen. Want op dat moment heb je 100 man aan tafel. Die moet je niet al te veel onzekerheden op een bord leggen. Want onzekerheden betekent in de praktijk dat het gelijk vastloopt.

Person C [00:59:33] Zo'n werk als dit, dit is best een bijzonder complex werk. Maakt niet uit hoe groot of klein die brug is. Tegenwoordig zijn daar zoveel disciplines bij betrokken. Het is gewoon complex en betekent dus dat je heel veel specialisten erbij betrokken hebt. En die specialisten, die kan je eigenlijk alleen maar op pad sturen als je een heel eenduidig beeld hebt. Dus wat gaat het worden? Wat zijn de eisen? Wanneer is het goed en niet goed? Hoe communiceren we met elkaar? Hoe liggen bevoegdheden en aansprakelijkheden? Dat moet allemaal helder zijn voordat je ook maar kan gaan ontwerpen. Wat ontwerpen dat is de grote kosten intensieve fase. En daar moet je zorgen dat je tempo inhoud. Daar kan je het dus gaan verliezen. De praktijk leert dat we ons in die eerste fase, elkaar leren kennen. Ook proberen te doorgronden van wat betekent dat dan voor onze samenwerkingswijze? Maar ook in geval van de provincie bijvoorbeeld, hoe zorg ik dat mijn achterban daar ook in meegaat? Daar hebben we ons een beetje op verkeken. En dan zijn we bepaald niet geholpen natuurlijk door het feit dat we midden in corona zaten en alles moes via teams. En je zag dus ook een enorme kwaliteitsslag het moment dat we gezamenlijk zo af en toe een dagje op kantoor konden zitten. We hebben twee samenwerkingsdagen, waarbij we een grote ruimte beschikbaar

hebben voor de Cruquius brug. Dat is echt wel te zien, de periode voordat we daar gebruik van konden maken en de periode daarna dat dat een enorm verschil maakte.