

Circular innovations in the construction industry

Transitioning to a closed resource loop

Pieter de Rooij

Master Thesis of Science
Construction Management and
Engineering
Delft University of Technology

Circular innovations in the construction industry

Transitioning to a closed resource loop

Thesis report submitted to Delft University of Technology
in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science

in **Construction Management and Engineering**

Faculty of Civil Engineering and Geosciences (CEG)

by

Pieter de Rooij

Student number: 5170834

Date: 24/09/2024

Version: 2.6

Graduation committee:

Chair: Dr. ir. M.G.C. Bosch-Rekvelde

First supervisor: Dr. ir. A. Straub

Second supervisor: Ir. M. van Os

External supervisors Strukton:

Main supervisor: R.F.A. Marijnissen

Second supervisor: H.H. Libochant

Third supervisor: H. de Brabander

Picture: (Agro&Chemie, 2021)

Preface

This thesis concludes the Master of Science program 'Construction Management & Engineering' (CME) at the Delft University of Technology. The research was conducted during twelve eventful months at Strukton, one of the leading contracting firms in the Netherlands.

During my studies, I acquired the knowledge and skills that were required to realise this final project. Looking back, it is no surprise that I conducted my thesis in preserving the Dutch infrastructure on the particular topic to enable circular viaducts to transition to a closed resource loop. From an early age, I have always been fascinated by building structures with LEGO, which eventually translated to being passionate about infrastructure structures. I also want to contribute to today's society in the area of sustainability and circularity. My studies enabled me to get more knowledge and expertise in the construction and realisation of civil engineering structures and -projects. It also made me more aware of the environmental impact of the construction industry. This thesis gave me the opportunity to merge both fields of interest.

The complexity of the task at hand became clear to me during one of the courses in my curriculum and eventually by doing research for my thesis. During the interviews I spoke with a lot of people who are working in the construction industry and want to contribute to the transit of a closed resource loop. While there is no single answer to how this task may be solved, I hope that my findings are a helpful contribution.

The realisation of this thesis has been made possible by a great number of people. First of all, I would like to thank my graduation committee for their guidance throughout the past months. Ad, thank you for your out-of-the-box insights, feedback and supervision during our meetings. Your comprehensive feedback on my work, guidance in writing of the report and other aspects of writing a thesis have been of great help. Magchiel, you provided perspective that were of added value to my research. Marian, thank you for your clear feedback and redirecting me to the end of the process. Rob, I would like to thank you for all your guidance and time invested in me. You were always available for questions. Erik, thank you for your insights and sparring sessions online and at the office that provided me other narratives and angles. Huibert, I would like to thank you for your inspirational ideas to clearer visualize my results in my thesis. Moreover, I would like to thank all the other people within Strukton that have helped me by providing feedback and insights during my thesis. Also, I would like to thank all the people that I interviewed for sharing their time and knowledge with me.

Lastly, many thanks to my study friends of the CME study and teammates of Ariston '80. The countless chats have been a great help and a welcome distraction. To all my friends, thank you for the distractions, good talks, support and great times. Last but not least, I want to thank my parents, Arno, Anjeliqua, and Joke, my sister, Iris, my girlfriend, Sabine, and other family members for their love and support throughout my whole education even though I have been studying for almost a decade.

Pieter de Rooij

Voorburg, September 2024

Executive summary (EN)

Introduction

Over the last decades, the environmental impact of the construction industry has left its mark on today's society. Similarly, the Dutch construction industry has a significant contribution as well (CBS, 2024). The construction industry in the Netherlands faces a major challenge in the replacement and renovation (V&R) task of the current infrastructure (Rasker et al., 2023). In the upcoming years, many structures will be at the end of their functional lifespan. Among these structures are viaducts. The Dutch government embedded objectives in their ambition to be fully circular in 2050. One of these objectives is closing material flows by reusing. A closed resource loop is characterised by the extension of an element's lifespan, and it reduces the resource flow. The V&R task provides a circular opportunity to reduce the environmental impact of the construction industry by initiating a transition to a closed resource loop. A change is needed in the traditional construction process to enable circularity and reuse.

Problem statement

In the last decade, companies in the construction industry have developed several circular innovations that would have an added value in the transition to a closed construction loop. The project Circular Viaducts contributes to this innovation environment by challenging companies to develop solutions for the national V&R task. Consortium Closing the Loop is one of the consortia that was awarded to realise a prototype. Their objective is high-quality reuse of elements and components of existing viaducts to realise new circular viaducts (Strukton, 2023). Although many circular initiatives and practices have been researched and developed by companies, there are still certain barriers that prevent the application of circular viaducts. The drivers and barriers for circular innovations are well researched in literature and partly known in practice, yet there is still a knowledge gap. This thesis identifies the existing drivers, barriers and roles of involved stakeholders in a closed construction loop in theory and in practice. The objective of this research is to identify the existing barriers that hinder a closed resource loop to enable circular viaducts in the construction industry and contribute to the circular transition. The following research question is formulated to meet the objective:

“What is needed to overcome existing barriers of a closed resource loop to enable circular viaducts in the construction industry?”

Methodology

A combination of a literature study, case study and client interviews are used to answer the research question. Project Circular Viaducts is analysed in the case study and the study is divided into a document analysis and interviews with the involved parties of consortium Closing the Loop. A combination of theoretical and practical perspectives is used to answer the main question and provide a solution to enable circular viaducts in the construction industry. First, a literature study is carried out and drivers, barriers and roles of all stakeholders involved in a closed resource loop are determined to establish a theoretical framework. Second, available documents and reports with respect to the project and consortium Closing the Loop have been analysed in the document analysis. The outcomes of the literature study and documents analysis are used as groundworks for the interviews. Third, nine interviews have been conducted with the involved parties of the consortium to gain understanding of the innovation process and the drivers, barriers, and the roles of the stakeholders involved. Fourth, the results of the interviews and literature study were

compared, analysed and evaluated and formed a base for the client interviews. Fifth, two client interviews were conducted to obtain the client's perspective. The results of the literature study, case study and client interviews are used to answer the sub-questions and consequently the main research question. Last, all outcomes in this research are discussed. This research has been conducted in collaboration with Strukton, a contracting firm specialised in among others infrastructure projects.

Findings and conclusions

The main barrier of circular innovations in the construction industry is the balance between supply (availability of materials) and demand (circular requirements in tenders). Clients are already increasingly including circular requirements in tenders. Therefore, market parties should take the lead in harvesting reusable elements to establish a sufficient volume (supply). Meanwhile, appropriate assessment tools have to be developed, or existing tools have to be revised to properly assess and assign value to reusable elements that are needed to realize circular viaducts in the awarding phase. Certification processes and warranty models need to be further developed to certify the reusable elements and substantiate the use of them in the realisation of circular viaducts. These certificates remove some of the uncertainties of these elements and therefore stimulate the use of them by market parties as they do not have to deal with these uncertainties anymore. Also, research and certificates substantiate the material specifications and residual lifespan of elements that in turn are used to realise a circular viaduct. Regulations and legislation are needed to resolve environmental trade-offs that are currently made as circular beams are more expensive compared to regular beams. Clients and market parties has to be willing to pay more for circularity and this is incentivised by regulations.

The national V&R task at hand is an opportunity for the construction industry to become more circular. Many viaducts will be at the end of their functional lifespan, so the elements in these can be reused in the realisation of new circular viaducts. Portfolio contracts will be the new form of tendering due to the V&R task and supply chains are the most suitable collaboration form for this type of contracts. Several supply chains already exist, but a supply chain specific for beams still has to emerge. Consortium CTL is such a supply chain, but this chain has to be further optimised with additional roles and expertise's. Organising the supply chain along with a role distribution ensures the finalisation of the business case for companies. In other words, companies are able to claim their proposition in a closed resource loop system by organising the supply chain. The client should have a steering role as they have a significant influence in the process. Stakeholders involved in the transition must be willing to be transparent and share knowledge and information with respect to the transit and innovations. The learnings of one company or consortium should be the groundworks for another company or consortium.

A change in mindset is needed to enable circular innovations in the construction industry. Clients must be willing to pay more for circularity and market parties have to accept the uncertainties of the transition. The transition is an iterative process, and all parties are needed. A joint approach has to be formulated to establish a transit to a closed resource loop system. It is an interaction between client and market parties, so both stakeholders have to be willing to achieve a transit.

Limitations and recommendations

This research has several limitations that may be addressed in future studies. The first limitation is that the outcomes cannot be fully generalized due to a single case study. In addition, two interviewees positioned at the same client were interviewed for a client's perspective. Even though

these interviews led to different insight and viewpoints, additional interviews with other clients are needed. Another limitation is there are missing certain nuances in the interviews of the case study. It was preferred to interview two of each involved company in the consortium.

Several recommendations can be made on the base of this thesis. First of all, appropriate circular assessment tools have to developed to properly assess reusable elements. The current assessment tools do not properly assess circularity and reusable elements. Certain boundary conditions should be established along with other needed specifications or data to create such a tool. Existing tools can be used as groundwork, or a new tool has to be developed. The second recommendation is the use of the other design strategies of resource flows. These may have the potential to establish to mitigate and/or assist the transition to achieve a closed resource loop system. The third recommendation is asset management. This expertise is already ongoing but will increasingly become an important part of new circular viaducts. The reusable elements used in these viaducts have to be monitored, therefore additional data and research are needed into this aspect. The last recommendation is to interview other clients within the infra sector to obtain broader and other insights of client perspectives involved in the construction industry. These clients can be other government agencies, provinces, municipalities. Even the perspectives of clients outside the infra sector may be beneficial as they may lead to new or additional insights.

Executive summary (NL)

Introductie

De afgelopen decennia heeft de bouw wereldwijd een groot aandeel gehad in de milieu-impact op de hedendaagse samenleving. Zo heeft ook de Nederlandse bouwsector een aanzienlijke bijdrage in de landelijke milieu-impact (CBS, 2024). Daarbij staat de Nederlandse bouwsector voor een grote uitdaging met de nationale vervangings- en renovatie opgave (V&R) van de huidige infrastructuur (Rasker et al., 2023). Veel kunstwerken, waaronder viaducten, zijn aan het einde van hun functionele levensduur en moeten de komende jaren worden gerenoveerd of vervangen. Hierdoor heeft de Nederlandse overheid verschillende doelstellingen opgesteld in de ambitie om in 2050 volledig circulair te zijn. Een van deze doelstellingen is het sluiten van materiaalstromen door middel van hergebruik. Een gesloten grondstofkringloop kenmerkt zich door het verlengen van de levensduur van een materiaal en het vermindert de hoeveelheid materialen in omloop. De V&R opgave biedt een circulaire kans om de milieu-impact van de bouwsector te verminderen door een overgang naar een gesloten grondstoffenkringloop te initiëren. Er zijn veranderingen benodigd om een circulaire transitie te bewerkstelligen en hergebruik mogelijk te maken.

Probleemstelling

In het afgelopen decennium hebben bedrijven in de bouwsector diverse circulaire innovaties ontwikkeld die een toegevoegde waarde kunnen bieden in de overgang naar een gesloten materiaal cyclus. Het project Circulaire Viaducten draagt bij aan deze innovatieve omgeving door bedrijven uit te dagen om oplossingen te ontwikkelen voor de V&R- opgave. Consortium Closing the Loop is een van de consortia die het gegund is binnen het project om hun prototype te realiseren (Strukton, 2023). Hun doel is hoogwaardig hergebruik van elementen en componenten van bestaande viaducten om nieuwe circulaire viaducten te realiseren (Strukton, 2023). Hoewel veel circulaire initiatieven en werkwijzen door bedrijven zijn onderzocht en ontwikkeld, zijn er nog steeds bepaalde obstakels die de realisatie van circulaire viaducten in de weg staat. De drijfveren en barrières voor circulaire innovaties zijn uitgebreid onderzocht in de literatuur en deels ook goed bekend zijn in de praktijk, bestaat er nog een kenniskloof. Dit afstudeeronderzoek identificeert de bestaande drijfveren, barrières en rollen van betrokken belanghebbenden in een gesloten materiaal cyclus vanuit theoretisch en praktisch perspectief. Het doel van dit onderzoek is om de bestaande barrières te identificeren die een gesloten materiaal cyclus belemmeren, zodat circulaire viaducten in de bouwsector mogelijk gemaakt kunnen worden en bijgedragen kan worden aan de circulaire transitie. De volgende onderzoeksvraag is geformuleerd om dit doel te bereiken:

“Wat is er benodigd om bestaande barrières voor een overgang naar een gesloten materiaal cyclus te doorbreken om circulaire viaducten in de bouw mogelijk te maken?”

Methode

Een combinatie van een literatuurstudie, casestudie en interviews zijn gebruikt voor de beantwoording van de hoofdvraag van dit afstudeeronderzoek. Project Circulaire Viaducten staat centraal in de casestudie en deze is opgesplitst in een documenten analyse en interviews met de partijen binnen het consortium Closing the Loop. Zodoende is er een combinatie van theoretische en praktische perspectieven gebruikt om de hoofdvraag te beantwoorden en een oplossing te bieden om circulaire viaducten in de bouw mogelijk te maken. Allereerst is er een literatuurstudie uitgevoerd om de huidige drijfveren, belemmeringen en rollen van alle betrokken stakeholders in een gesloten materiaal cyclus vast te stellen om een theoretisch kader op te zetten. Ten tweede, zijn

beschikbare documenten en rapporten met betrekking tot het project Circulair Viaducten of het consortium Closing the Loop geanalyseerd in de documenten analyse. De resultaten van de literatuurstudie en documentenanalyse dienen als basis voor de interviews. Ten derde, negen interviews zijn afgenomen met de betrokken partijen van het consortium om inzicht te krijgen in het innovatieproces en de drijfveren, barrières en rollen van de betrokken belanghebbenden binnen het project en ten aanzien van circulaire innovaties. Vervolgens zijn de resultaten van de interviews en literatuurstudie vergeleken, geanalyseerd en geëvalueerd, en vormden zij de grondslag voor de interviews met de opdrachtgever. Twee interviews zijn afgenomen om de perspectieven van de opdrachtgever in kaart te brengen. De resultaten van de literatuurstudie, casestudie en interviews met de opdrachtgever zijn gebruikt om de deelvragen en de hoofdvraag te beantwoorden. Tot slot worden alle bevindingen uit dit onderzoek besproken. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Strukton, een aannemersbedrijf die onder andere gespecialiseerd is in infrastructuurprojecten.

Resultaten en conclusies

De belangrijkste belemmering voor circulaire innovaties in de bouw is de balans tussen aanbod (beschikbaarheid van materialen) en vraag (circulaire eisen in aanbestedingen). Opdrachtgevers nemen steeds vaker circulaire eisen op in aanbestedingen. Daardoor ligt de bal bij marktpartijen om voortouw te nemen in het oogsten van herbruikbare elementen om zo voldoende afname van elementen (aanbod) te creëren. Tegelijkertijd moeten er geschikte beoordelingsmiddelen worden ontwikkeld, of bestaande instrumenten moeten worden herzien, om herbruikbare elementen op de juiste wijze te beoordelen en van waarde te voorzien tijdens de gunningsfase van projecten voor de realisatie van circulaire viaducten. Certificeringsprocessen en garantiemodellen moeten verder worden ontwikkeld om de herbruikbare elementen te certificeren en het gebruik van de elementen bij de realisatie van circulaire viaducten te onderbouwen. Deze certificaten verminderen ook onzekerheden rond deze elementen en stimuleren daardoor het gebruik ervan bij marktpartijen, omdat zij niet langer met deze onzekerheden te maken krijgen. Daarnaast onderbouwen onderzoek en certificaten de materiaalspecificaties en resterende levensduur van elementen. Wet- en regelgeving is van belang om milieufawegingen tegen te gaan die nog steeds worden gemaakt. Onder andere omdat circulaire liggers duurder zijn dan normale liggers. Daarom is het belangrijk dat opdrachtgevers en marktpartijen bereid zijn om meer te betalen voor circulariteit, en dit kan worden gestimuleerd door regelgeving.

De nationale V&R-opgave biedt de bouw een kans om meer circulair te worden. Veel viaducten bereiken het einde van hun functionele levensduur, waardoor de elementen ervan kunnen worden hergebruikt bij de realisatie van nieuwe circulaire viaducten. Portfolio contracten zullen de nieuwe vorm van aanbesteding worden vanwege de V&R-opgave, en ketensamenwerking is de meest geschikte samenwerkingsvorm voor dit type contracten. Hoewel er al verschillende ketens bestaan, is het belangrijk dat er een keten ontstaat specifiek voor liggers. Het consortium CTL is zo'n keten, maar deze moet verder geoptimaliseerd worden met aanvullende rollen en expertises. Het organiseren van de keten, samen met een rolverdeling, zorgt ervoor dat de businesscase voor bedrijven kan worden afgerond. Met andere woorden, bedrijven kunnen hun positie binnen een gesloten materiaal cyclus veiligstellen door het organiseren van de keten. De opdrachtgever een sturende rol hebben in dit proces vanwege de aanzienlijke invloed in de bouw. Belanghebbenden die betrokken zijn bij de transitie moeten bereid zijn transparant te zijn, en kennis en informatie te delen met betrekking tot de transitie en innovaties. De ervaringen van het ene bedrijf of consortium zouden de basis moeten vormen voor een ander bedrijf of consortium in het innovatieproces.

Er is een verandering in de denkwijze en gedachtegang van de huidige betrokken belanghebbenden in de bouw om circulaire innovaties en -viaducten mogelijk te maken. Opdrachtgevers moeten bereid zijn meer te betalen voor circulariteit en marktpartijen moeten de onzekerheden van de transitie accepteren. De transitie is een iteratief proces waarbij alle partijen nodig zijn nodig. Het is van belang dat er een gezamenlijke aanpak wordt geformuleerd om een overgang naar een gesloten materiaal cyclus te bewerkstelligen. Onder aan de streep is het een interactie tussen opdrachtgever en marktpartijen, dus beide partijen moeten bereid zijn om een transitie te verwezenlijken.

Beperkingen en aanbevelingen

Dit onderzoek kent enkele beperkingen die in toekomstig onderzoek moeten worden behandeld. De eerste beperking is dat de resultaten niet volledig gegeneraliseerd kunnen worden vanwege de toepassing van een enkelvoudige casestudie. Daarnaast zijn twee respondenten van dezelfde opdrachtgever geïnterviewd om het perspectief van de opdrachtgever te verkrijgen. Hoewel deze interviews tot verschillende inzichten en standpunten hebben geleid, zijn aanvullende interviews met andere opdrachtgevers noodzakelijk. Een andere beperking is dat bepaalde nuances ontbraken in de interviews van de casestudie. Idealiter zouden van elk betrokken bedrijf in het consortium twee personen geïnterviewd worden.

Op basis van dit afstudeeronderzoek kunnen er verschillende aanbevelingen worden gedaan. Ten eerste moeten geschikte circulaire beoordelingsinstrumenten worden ontwikkeld om herbruikbare elementen zo goed mogelijk te kunnen beoordelen. De huidige beoordelingsmethodes beoordelen circulariteit en herbruikbare elementen niet op de juiste manier. Bepaalde randvoorwaarden moeten worden vastgesteld, samen met andere benodigde specificaties of gegevens, om een dergelijk instrument te creëren. Bestaande tools kunnen als basis dienen, of een nieuw instrument moet worden ontwikkeld. De tweede aanbeveling is het gebruik van andere ontwerpstrategieën voor grondstofstromen. Deze strategieën kunnen mogelijk de transitie naar een gesloten materiaal cyclus ondersteunen of versnellen. De derde aanbeveling betreft het beheer van gerealiseerde kunstwerken (asset management). Deze expertise is al in ontwikkeling, maar zal een steeds belangrijker onderdeel worden, zeker met oog op nieuwe circulaire viaducten. De herbruikbare elementen in deze viaducten moeten worden gemonitord; daarom is aanvullend onderzoek en aanvullende data nodig. De laatste aanbeveling is om andere opdrachtgevers binnen de infrasector te interviewen om zo een breder perspectief te genereren en andere inzichten te verkrijgen over de perspectieven van opdrachtgevers in de bouws. Deze opdrachtgevers kunnen andere overheidsinstanties, provincies of gemeenten zijn. Zelfs perspectieven van opdrachtgevers buiten de infrasector kunnen waardevol zijn, omdat ze kunnen leiden tot nieuwe of aanvullende inzichten.

Content

1.	Introduction	1
1.1	Background.....	1
1.2	Problem statement.....	2
1.3	Research questions.....	3
1.4	Relevance.....	3
2.	Methodology.....	4
2.1	Literature study	5
2.2	Single case study.....	7
2.2.1	Document analysis	7
2.2.2	Interviews.....	7
2.2.3	Coding of the interviews	8
2.3	Client interviews	9
3.	Literature study.....	10
3.1	Closed resource loops.....	10
3.1.1	Circular economy	10
3.1.2	Four design strategies	11
3.2	Current drivers, barriers, and roles of all the construction stakeholders involved of a closed resource loop.....	12
3.2.1	Drivers	14
3.2.2	Barriers.....	19
3.2.3	Roles of involved stakeholders.....	26
3.3	Conclusion – SQ1	33
4.	Case study setup	35
4.1	SBIR process.....	35
4.2	Consortium Closing the Loop.....	36
4.2.1	Combined innovations	36
4.2.2	Involved parties.....	38
4.2.3	Current situation	40
4.3	Interviewees	41
4.4	Structure of the interviews.....	42
5.	Interview case findings	43
5.1	Drivers.....	43
5.1.1	Identified drivers in the collaboration process	43
5.1.2	Identified drivers for circular innovations.....	43
5.2	Barriers	45

5.2.1	Identified barriers in the collaboration process.....	45
5.2.2	Identified barriers for circular innovations	47
5.3	Roles of all involved stakeholders	50
5.3.1	Roles, interests and goals.....	50
5.3.2	Project phases	54
5.3.3	Types of collaboration.....	58
5.4	Project Circular Viaducts	60
5.4.1	Successfulness project	60
5.4.2	Ownership girders.....	61
5.4.3	Warranty girders	61
5.4.4	Upscale of the circular innovation	62
5.5	Role distribution in future projects	63
5.5.1	Market model ownership and warranty girders.....	63
5.5.2	Alterations in the market	63
5.5.3	Future role distribution.....	64
5.6	Conclusion	65
5.6.1	Interview findings.....	65
5.6.2	Conclusion – SQ 3.....	66
6.	Evaluation	67
6.1	Analysis theoretical- and practical results.....	67
6.1.1	Drivers and barriers.....	67
6.1.2	Roles of stakeholders	69
6.1.3	Intermediate conclusion evaluation	70
6.2	Client’s perspective	71
6.3	Structure client interviews	71
6.4	Results client interviews.....	72
6.4.1	Drivers of circular innovations	72
6.4.2	Barriers of circular innovations	73
6.4.3	Willingness of the client.....	74
6.4.4	Role distribution beams	74
6.4.5	Type of collaboration	75
6.5	Conclusion – SQ2 and 4	76
7.	Discussion and limitations	83
7.1	Discussion	83
7.1.1	Drivers	83
7.1.2	Barriers.....	84

7.1.3	Roles of stakeholders	86
7.2	Limitations	87
7.2.1	Research methodology	87
7.2.2	Obtained results.....	87
7.2.3	Interviews.....	88
7.2.4	Client interviews.....	88
7.2.5	Limitations of generalisation of results.....	88
8.	Conclusions and recommendations.....	89
8.1	Conclusions.....	89
8.2	Recommendations.....	93
8.2.1	Recommendations for Strukton.....	93
8.2.2	Recommendations for future research.....	95
9.	Appendices.....	96
9.1	Appendix A: References.....	96
9.2	Appendix B: Search terms	104
9.3	Appendix C: Lists of drivers and barriers.....	106
9.4	Appendix D: Interview Protocol	115
9.5	Appendix E: Interview Protocol clients.....	117
9.6	Appendix F: Transcripts of interviews	119
9.7	Appendix G: Coding list interviews.....	177
9.8	Appendix H: Transcripts client interviews.....	177
9.9	Appendix I: Coding list client interviews	187

Table 1: List of acronyms

ACRONYM	FULL TEXT
CE	Circular Economy
CTL	Closing the Loop
DBFM	Design, Build, Finance & Maintenance
EOL	End-of-life
MKI	Environmental Cost Indicator (Milieukostenindicator)
SBIR	Small Business Innovation Research
RWS	Rijkswaterstaat
V&R	Renovation and replacement (vervangings- en renovatie)

1. Introduction

1.1 Background

Over recent decades, the environmental impact of the construction industry has left its mark on today's society. Earth's resources are finite, and their depletion has led to globally critical environmental challenges (United Nations, 1987). In response, the United Nations formulated the Sustainable Development Goals (SDGs) to end poverty, protect the planet and ensure prosperity for all. SDG 9 is specifically focused on the construction industry and states "build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation" (United Nations, 2023). This goal was formulated due to the significant contribution of the construction sector to global climate change (Puckett & Gething, 2019). Similarly, the Dutch construction industry has a significant contribution too (CBS, 2024). The Netherlands signed the Paris agreement in 2015, which ensured three main goals that were established and elaborated in the Climate law: (1) a reduction of 49 percent of carbon in 2030 compared to 1990, (2) a reduction of 95 percent of carbon in 2050 compared to 1990, and (3) all generated energy sources must be carbon neutral in 2050.

The Dutch government embedded these goals in their ambition to be fully circular in 2050. The government wants to optimize the material flow in three ways: (1) Reduce primary material use by using less materials or choosing secondary or biofuels (renewable resources). Consequently, the economy becomes less dependent on fossil resources and more future resilient. (2) Extending the lifespan of products and components, e.g. reuse. (3) Closing material flows by reusing used materials, so they do not end up as waste. The Dutch government stimulates companies to preserve their activities and reduce their environmental impact (Ministry of Infrastructure and Water Management, 2023). A transition is needed to a more circular economy (CE) to achieve the ambition of the government and contribute to the environmental impact.

A CE enables a shift in the traditional building process. Figure 1 presents the current traditional construction process, which consists of six consecutive phases. Figure 2 indicates a closed construction loop of which four phases remain. Consequently, excavation and landfill are not needed in a CE as materials and elements are either reused or recycled. The linear construction process slowly becomes circular, and resources are used more effectively while simultaneously reducing the environmental impact and emissions (Braungart et al., 2008).

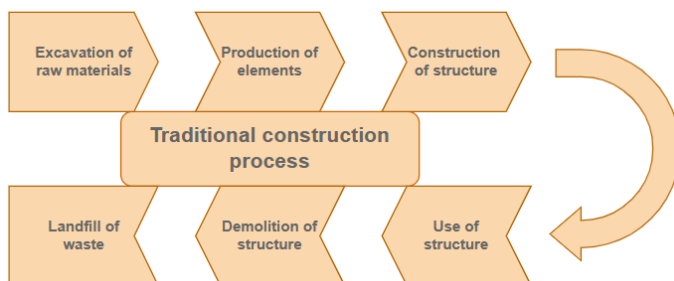


Figure 1: Traditional construction process (own creation, based on (Jonkers, 2022))

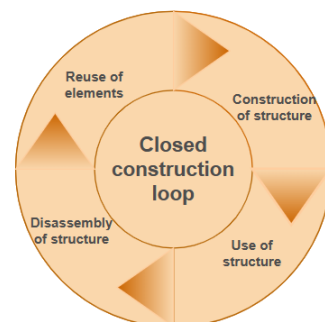


Figure 2: Closed construction loop (own creation, based on (Jonkers, 2022))

A closed loop system is distinguished by two fundamental streams (1) reuse of goods, which is defined by the extension of the use period, and (2) recycling of materials (Stahel, 2010). Recycling has been largely integrated in the Netherlands, while reuse is still behind, especially in the construction industry. Reuse is increasingly used in other industries, yet the construction industry lags behind. These two fundamental streams are characterised by four design strategies for resource flows (1) slowing-, (2) closing-, (3) narrowing-, and (4) regenerating the loop. Slowing the loop focuses on the extension of an element's lifespan. Closing the loop closes the gap between production and post-use. Narrowing the loop reduces the resource flows and regenerating the loop increases the biodiversity. Closing the loop is the broadest flow but has the potential to make the most impact. By closing the loop, the element's lifespan is indirectly extended, and the resource flow is reduced.

1.2 Problem statement

The construction industry in the Netherlands faces a major challenge in the replacement and renovation (V&R) task of the current infrastructure (Rasker et al., 2023). In the upcoming years, many structures such as viaducts will be at the end of their functional lifespan. Besides, the V&R task also provides an opportunity in terms of circularity and reuse of elements. The materials and components of these structures are at the end of their functional lifespan, but not their technical lifespan, which means these elements have the potential to be reused in new structures. In other words, there is much to gain for the construction industry in terms of circularity and reducing the use of raw materials in new structures and their environmental impact (Gebremariam et al., 2020). A change is needed in the traditional construction process to enable reuse and circularity.

In the last decade, companies in the construction industry have developed several circular innovations that would have an added value in the transition to a closed construction loop. The SBIR project Circular Viaducts provided companies the opportunity to develop innovative solutions for circular viaducts. The project is a collaboration between a consortium of companies and Rijkswaterstaat (RWS). Consortium Closing the Loop was one of the consortia that was awarded to develop and realise their prototype. Their objective was high-quality reuse of materials and components of viaducts in new similar structures (Strukton, 2023). This project is one of the many circular innovations that have the potential to stimulate a more circular construction industry. Although many circular initiatives and practices have been researched and developed by companies in the construction industry, there are still certain barriers that prevent the implementation of these innovations. The drivers and barriers for circular innovations are well researched in literature and are well known in practice. Yet, there is still a knowledge gap in how these barriers can be resolved, so circular innovations can be implemented, and the construction industry can transition to a closed resource loop. This thesis identifies the existing drivers, barriers and roles of involved stakeholders in a closed construction loop in theory and practice by means of a case study into the SBIR project Circular Viaducts. The objective of this research is to identify the existing barriers that hinder a closed resource loop to enable circular innovations in the construction industry and contribute to the circular transition.

1.3 Research questions

The following main research question is formulated.

“What is needed to overcome existing barriers of a closed resource loop to enable circular viaducts in the construction industry?”

The following sub questions are formulated to answer the main research question.

1. *What are the current drivers, barriers, and roles of construction industry stakeholders of a closed resource loop in literature?*
2. *What are the drivers and barriers in practice?*
3. *What are the roles of the stakeholders in practice?*
4. *How should a closed resource loop system be organised?*

1.4 Relevance

A transition to a more circular construction industry is desired. A closed resource loop is one of the resource flows of a CE. This loop provides the opportunity to reuse materials and elements. Many authors have researched the drivers and barriers of a closed construction loop. The roles and stakeholders involved in the traditional- and closed construction loop are also a well-researched topic. Many circular initiatives and practices have been developed and researched by companies in practice over the past years. Pilot projects such as the SBIR-project Circular Viaducts are emerging. The outcomes of these projects can be used to enhance the circular transition. Yet, there is a gap between theory and practice as these circular innovations are still not widely applied in the construction industry.

2. Methodology

In general, collecting and analysing data can either be done quantitatively or qualitatively. Quantitative research focuses on numbers and statistics and is used to test or confirm theories and assumptions. Qualitative research addresses words and meanings and is used to understand concepts, thoughts, and experiences (Streefkerk, 2023).

The topic addressed in this thesis is a closed resource loop. The research objective is to analyse the existing barriers that hinder a closed resource loop to enable circular innovations in the construction industry and contribute to the circular transition. Available data is researched regarding the existing drivers, barriers and roles of involved stakeholders in a closed resource loop in theory and practice to gain insight into the concept. The context is analysed, categorized and interpreted. Therefore, a qualitative research method is chosen. The data collection methods used are a literature study, case study and client interviews. A document analysis and interviews will be used specifically for the case study to gain insight into practical understanding and experiences. A combination of theoretical- and practical perspectives is used to answer the main question.

The construction industry is a well-researched topic. Circularity and more specific closed resource loops have also been researched for quite some time. Therefore, a literature study has been chosen as it provides a theoretical perspective and a more comprehensive understanding. A single case study is chosen as it evaluates the whole process of a circular innovation. The case study is the project Circular Viaducts and provides more practical in-depth insight in the drivers, barriers and roles involved in such an initiative. These practical insights are analysed and compared to the theoretical findings to obtain a better understanding. This specific project is chosen as it is a circular innovation and Strukton is one of the companies involved in the project. A disadvantage of a single case study is that the outcomes can be limitedly generalized as they are focused on one project. The case study consists of a document analysis and interviews. Available reports and documents are researched to establish a base. The availability of documents is limited, and it does not entail the process. Therefore, interviews are carried out to gain in-depth understanding of the whole process, and expertise and experience of people involved in the circular innovation. However, disadvantages of interviews are the bias and limited knowledge of the interviewees due to their partial involvement in the process. Client interviews are used to further generalize the outcomes of the literature study and the single case study.

The literature study is used for the first sub question. The barriers, drivers, and roles for construction industry stakeholders in a closed resource loop are identified. This sub question concerns the theoretical part of the report. A case study is conducted by means of a document analysis and interviews for the second and third sub question. The drivers and barriers found in practice are obtained, and the roles of the involved parties in the case study are analysed. The fourth sub question is formulated on the basis of the results of the literature and case study and is answered by the outcomes of the client interviews. The organisation of a closed resource loop is examined in this sub question. Then, the results of the literature study, case study and client interviews are discussed, an answer is formulated for the main research question and a recommendation for further research is given. Figure 3 indicates the structure of this research.

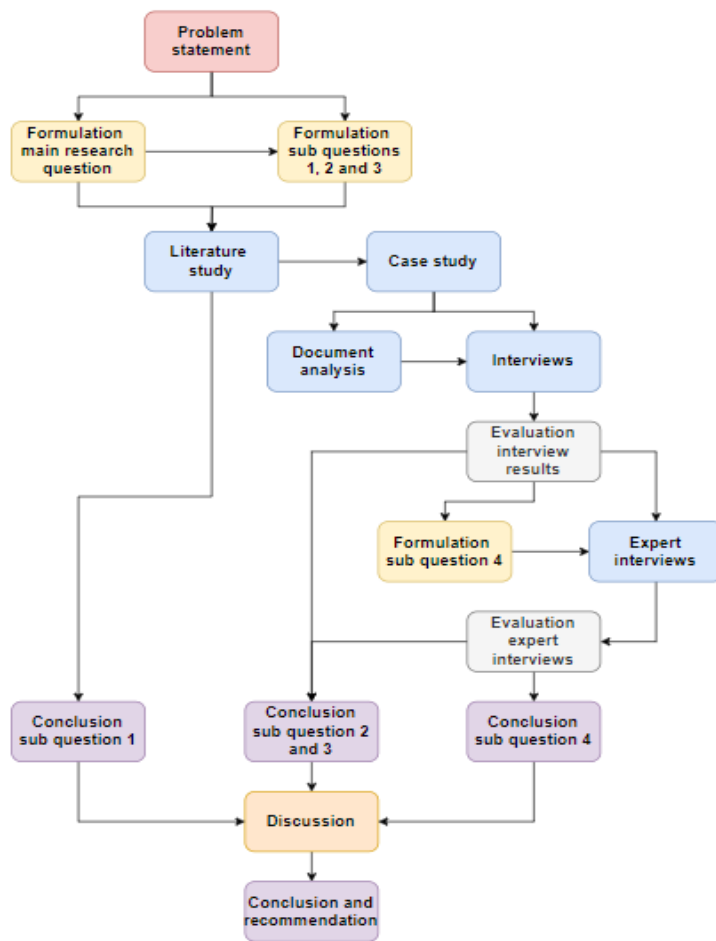


Figure 3: Research design

2.1 Literature study

A literature study is performed to answer the first sub question of the research. The drivers, barriers, and roles of all stakeholders involved in a closed resource loop are identified. Scientific literature databases are mainly consulted as they contain many scientific papers. Such databases are used for acquiring insight into the drivers, barriers and roles of a closed resource loop. Scopus, Google Scholar and the research- and educational repository of the TU Delft are used as they offer a broad pool of data and are commonly used for such purposes. In addition, other grey literature, such as government reports, and documents are consulted. The literature study process of the documents of the scientific databases and the grey literature is given in Figure 4. The search terms used for the repositories and Scopus are given in Table 25 in Appendix B: Search terms.

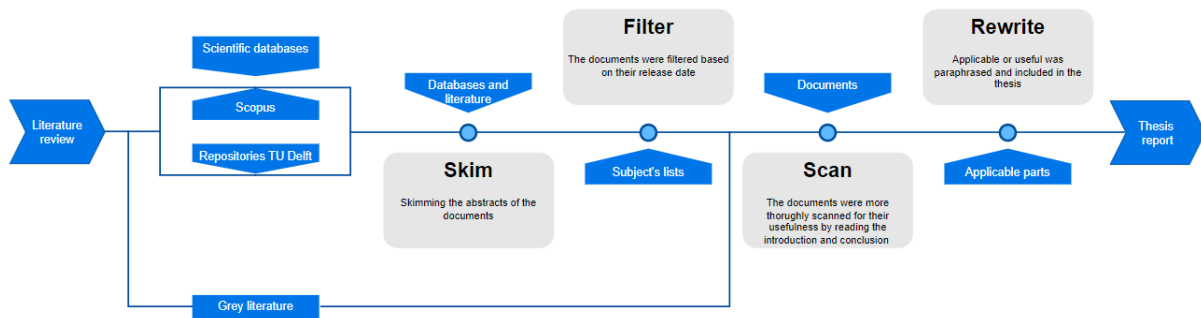


Figure 4: Literature study process

Initially, the research- and educational repository of the TU Delft are checked for reports containing either drivers, barriers, or construction industry stakeholders in a closed resource loop or CE. A list is made for each subject in advance to establish a clear overview of the potential applicable documents. First, the abstracts of the reports are swiftly read and then checked if the documents either had an overlap regarding the topic, addressed the same problem, or if the abstract had one of the keywords or synonyms of the subjects. If so, the reports are added specifically to the subject's list. Then, the same manner of proceeding is done with the papers found in Scopus. Again, the abstracts are swiftly read and checked if the problem addressed in the paper was similar to the problem of this thesis and if the documents contained one or more keywords or synonyms of one of the subjects. If so, the papers are added to the specific subject's list.

The documents of the repositories and Scopus are selected and used until release year 2015. Papers and reports before that date are stated as outdated. Over the past decade, circularity has been highly researched. Therefore, sources of the past five years are most suitable as they are closest to current practice. Sources up to 10 years are applicable to a certain extent. Some of the 'younger' reports are based on the concepts or outcomes of the 'older' papers. In addition, the construction industry is rather complex. Changes within processes are a time investment. Consequently, papers up to 2015 were used for this thesis as they are to an extent still applicable. Most documents before 2015 are excluded and stated as outdated.

In the next step, all obtained documents are skimmed and added to the list of each subject. Whereafter, all papers in each list are filtered. The usefulness and suitability are checked by scanning through the documents and focusing on the introduction and conclusion. If a document is not as useful as initially observed, it is removed from the list. Consequently, a smaller list is achieved. Then, all remaining documents of each list are more thoroughly read. Interesting parts that are related to each of the subjects, such as drivers or barriers, are highlighted, paraphrased and included in the thesis report. Data concerning the actors or stakeholders of a traditional construction process or circular construction cycle were also rewritten and added to the thesis report. In addition, grey literature, such as government documents or organisational reports, and documents of similar courses of the TU Delft were explored. Grey literature regarding the drivers, barriers, or involved stakeholders of a closed resource loop were gathered by searching on Google for each of the specific subjects.

2.2 Single case study

A single case study is carried out to obtain detailed insights into a specific circular innovation that is developed in a project. The case study is the project Circular Viaducts. This project is chosen as it is a circular innovation and Strukton is one of the involved parties. The project focuses on high-quality reuse of components of viaducts. A document analysis and interviews are used to examine and analyse the drivers, barriers, and the roles of the involved parties of the project. The case study answers the second and third sub question.

2.2.1 Document analysis

A document analysis is done to gain objective insights into the project Circular Viaducts. Grey literature is particularly used. Examples of grey literature are government documents and company reports. The process of obtaining sources for the case study was similarly carried out as in the literature study of the barriers, drivers, and all involved stakeholders of a closed resource loop, as given in Figure 4. Available documents and reports are checked, and Google is used for other government reports and company documents.

2.2.2 Interviews

Interviews are used to acquire practical information concerning the drivers, barriers, and roles of all involved stakeholders in a closed resource loop. Interviews provide more in-depth understanding of the knowledge, experience and perspectives of the involved companies and the project process. The outcomes of the literature study and document analysis serve as a base for the questions of the interviews. Interviews are chosen as it is supplementary to the document analysis. Such an analysis is limited due to the availability of information as not all data is accessible or made public.

Interviews can be structured in three different ways: (1) structured, (2) unstructured, and (3) semi-structured (George, 2023). A structured interview has predetermined questions and a phrasing order, while an unstructured interview follows a flexible order, and the questions are instinctively asked. Semi-structured interviews are in-between. Semi-structured interviews are chosen as it provides the opportunity to ask additional questions besides the pre-determined questions in an interview. The pre-determined questions form a base, and they may lead to additional questions. This, however, depends on the responses and the forthrightness of the interviewees. A semi-structured interview encourages interviewees to share their experiences, knowledge, and perspective in detail. A disadvantage is the high risk of bias as the interviewer may ask questions leading to a specific answer or the interviewee may respond the way they think the question is approached. This is countered by formulating neutral questions. Also, many different interviewees are interviewed which results in less biased conclusions. Prior to the interviews, a list of predetermined questions was made. The interview questions are used for all the interviews.

The interview questions are divided into four categories, personal/company-, general-, research related-, and other questions. The personal/company questions focus on the personal information of the interviewee. This data represents the background of the interviewee based on their prior knowledge, position in the company and their knowledge of the project process based on the phase that they are involved. The general questions indicate the different roles and responsibilities of the companies to establish a base for the research related questions. The aim of the research related questions is to identify the drivers and barriers of the project process and analyse which roles were present in the consortium and whether other roles are required. In addition, the success of the project is checked and if it was clear which stakeholders were involved. The other questions focus on generalizing to circular innovations as a whole. The questions are related to drivers and barriers to circular innovations, changes needed in the market, ownership and warranty and the perspective of

the client to the reuse of elements. These questions were formulated by means of the literature study, main research question, and practical insights of Strukton. These questions were included to gain insight in the changes needed in the construction industry for the implementation of circular innovations. In addition, certain bottlenecks from the literature study were included regarding the material specification and some questions were formulated in respect to tenders by means of struggles from Strukton. The interview protocol is given in Appendix D: Interview Protocol.

The results of the interviews are analysed and structured. The outcomes are divided in five parts and are compared with the conclusions of the literature study and the document analysis of the case study. In the first and second part, the drivers and barriers of the collaboration process and the application of the circular innovations are assessed. In the third part, the roles of the involved stakeholders are examined. The fourth part relates back to the documents analysis of the project Circular Viaducts. The fifth and last part provides the outcomes of the fourth sub questions and serve as a base for the client interviews.

All interviewees are employees of the involved companies of the consortium. Each company has a specific role and expertise in the project. It was chosen to interview all involved companies. The interviewees were either involved from the beginning or not much later. This was rather important as this indicates how much knowledge they had of the project process. The earlier they were involved, the more they knew. Therefore, the interviewees were more or less selected on the degree of involvement. Most interviewees were involved from the beginning, the inquiry. Some interviewees were involved from the feasibility study or the last prototype phase.

All but two interviews were online, recorded and transcribed by means of Microsoft Teams, even the physical interviews. After each interview, the transcription was checked by listening once again to the recording. Mistakes were corrected or adjusted. Ambiguities, excessive stuttering, or sentences that were broken off halfway to continue something else were removed or adjusted if they were not an addition to the text or the interview. Punctuation was added in the transcripts as it was often missing or incorrect. Thereafter, the transcripts of the interviews were coded, so the outcomes could be analysed with the results of the literature study. In the end, the transcripts are anonymised, so they cannot be traced back to the interviewees.

2.2.3 Coding of the interviews

The transcripts of the interviews were coded, so the outcomes can be analysed and compared to the results of the literature study. The interview transcripts are thematically coded based on (Braun & Clarke, 2008). A thematic analysis is used to identify overarching themes, ideas and patterns. The coding software program Atlas.ti is used for coding the interview transcripts.

The coding of the transcripts is divided into six steps (1) exploration, (2) coding, (3) theming, (4) revise and refine, (5) identify and structure, and (6) present. First, all interview transcripts were once again skimmed, and notes were made of certain topics that were mainly merged in the interview. Second, all transcripts were put in the coding program Atlas.ti and thoroughly read. Then codes were added to specific sections to describe the context of that section. Some observations could directly be coded to the topic of the questions asked in the interview, while others were coded with a different code. Eventually, all transcripts were coded, and the codes were grouped to obtain a clear overview of all the codes, the main points and joint substances. Third, patterns were identified between the codes and an overarching theme was formulated for a certain number of codes that were applicable to that theme. Some codes were combined with other codes as the code was too specific or both codes had a lot of similarities based on the coded sections. Other codes were suitable for multiple themes. Fourth, the overarching themes were compared with the data in the

text fragments. Most of the themes were an interpretation of the data, but some had to be revised as the theme did not fully reflect the content of the sections. There were also themes that were split of which some of the data was moved to another theme. The remaining part of the data was then again read, and a new theme was conceived. Fifth, the themes are structured based on the sub questions. Sixth and last, the results of the interviews are presented in the thesis based on their themes. The results are processed, and an analysis is made with outcomes of the literature study. The intermediate outcomes are used to formulate the questions for the client interviews.

2.3 Client interviews

Clients are interviewed to obtain insight in their perspective regarding the transition to a closed resource loop system and the application of circular innovations such as project Circular Viaducts. This perspective is rather important as the client is an important stakeholder in the transition of the construction industry. Pre-determined questions have been formulated based on the outcomes of the literature study and the case study. Also, the client interviews are used to generalize the outcomes of the literature study and case study as the outcomes of the latter can be limited generalized. The client interviews are used to check whether the outcomes of the interviews are in line with their perspectives. The outcomes of both interviews are compared with each other as the construction industry consists of both clients and contractors and it is an interaction between them. The same method of transcribing, coding, and anonymizing is applied for the client interviews.

Both interviewees are not part of the consortium and work for a party that can be identified as a client. They were both selected on the basis of knowledge of circular innovations as a whole. The interviewees are positioned in a different department of the same organisation. Yet, this organisation is rather big. Different departments of this organisation were also involved in the project Circular Viaducts even though all departments served the same company, they all had a different view, approach and objective. There is specifically chosen for a company that is positioned as a client as they have a significant influence in the market. A client sets out a tender for a project and awards bidding parties. In addition, clients have a more long-term approach. Therefore, it is favourable to obtain insight in the perspective of a client regarding circular innovations in the construction industry.

Semi-structured interviews are used for the client interviews. The interviews are divided into two sections. The first section focuses on the interviewees. These questions are specific to their position and responsibilities. The second section prioritizes the questions specific for the clients. Six questions were formulated for this section based on the intermediate outcomes of the analysis of the literature study and the case study. The questions are divided into different topics, drivers and barriers of circular innovations, circularity in the tender process, missing roles in the market, and ownership of reusable elements. The same method of coding is applied with the other interview and the same six steps are used. The results of the client interviews are processed, discussed and an answer is formulated for the main research question. The interview protocol of the client interviews is given in Appendix E: Interview Protocol clients.

3. Literature study

3.1 Closed resource loops

The overconsumption of finite resources has led to significant concerns and calls for a transition to a more sustainable society. In the construction industry, the end-of-life (EOL) phase is the least sustainable phase (Charef et al., 2021). A transition to a CE may be a potential solution. A CE promises to decouple economic growth from the degradation of the planet and resource constraints (EMF, 2023). Reuse and reintegration of EOL materials and goods into supply chains (Aminoff & Kettunen, 2016) will reduce waste, increase the lifespan of components of structures, and provides value (Di Maio et al., 2017). Overall, it reduces the use of materials and their environmental impact, and it contributes to the elimination of waste and pollution, circulation of products and materials, and regeneration of nature (EMF, 2023; Platform CB'23, 2021).

3.1.1 Circular economy

The CE provides a regenerative approach to decrease environmental and material footprint by preventing waste through designing and preserving both economic and environmental value (Balkenende et al., 2017; Joensuu et al., 2020). Minimization by narrowing (through efficient resource use), slowing (extending their temporal utilization), and closing (cycling) material and energy loops (Reike et al., 2017). The CE development model aims to maintain the value of materials and products throughout their entire life cycle (Actieteam Platform CB'23, 2019; Bocken et al., 2016; Campbell-Johnston et al., 2020; Joensuu et al., 2020; Morseletto, 2020). The greatest potential value is achieved when the product is kept as close as possible to its initial state. This preserves much of the energy, material, labour, and capital that are embedded in the product (Bakker et al., 2018). In the context of a circular economy, products must be designed with a view to minimizing environmental impact, achieving a long lifespan, and allowing for the recovery of products, parts, or materials at the end of their useful life (Flipsen et al., 2021). CE decision-making/facilitating tools and assessment methodologies are required to assist and incentivize industry in this shift (Eberhardt, et al., 2020).

The traditional building process consists of six consecutive phases: (1) excavation of resources, (2) production of elements, (3) construction, (4) use, (5) demolition of the structure, and (6) landfilling. The circular construction cycle consists of only four phases, where phases 1 and 6 are removed from the process as people started to recognize that these materials were not infinite (Jonkers, 2022; Actieteam Platform CB'23, 2019). In a CE, the construction cycle shifts from cradle-to-grave to cradle-to-cradle (Braungart et al., 2008). The materials that are traditionally landfilled will in a circular building cycle be reused in another structure. The cycle slowly becomes more efficient with the used resources and reduces the environmental impact and emissions.

3.1.2 Four design strategies

Two fundamental different types of closed loop systems can be distinguished in a closed loop; (1) reuse of goods, and (2) recycling of materials (Stahel, 2010). The reuse of goods defines the extension of the use period of goods by the design of the long-life goods. Reusing items causes the flow of materials from production to recycling to slow down. Service-life extension and reuse entail a different relationship with time (Stahel, 2010). These loops are also referred to as “slow replacement system” or “long life products”. The second loop refers to recycling. Stahel (2010) states that material recycling is simply the process of closing the loop between EOL life waste and production. Recycling has little impact on the pace that materials move through the system.

Overall, there are four design strategies for resource flows:

- Slowing the loop: extend the element’s life (i.e., service loops, for example through repair, remanufacturing) and extend and or intensify the product’s useful life (long-life product design), which slows down the flow of resources (Braungart et al., 2008).
- Closing the loop: close the gap between production and post-use through recycling or material reuse, creating a circular flow of resources (Braungart et al., 2008).
- Narrowing the loop (reducing resource flows): less use of resources for a specific product in production or design process (Bocken et al., 2016).
- Regenerating the loop: leaving society and the environment in a better state than originally (increasing the biodiversity) (Çetin et al., 2021).

In contrast to the other approaches for slowing resource loops, the "narrowing loops" approach does not affect the pace at which products are produced and does not entail any service loops (such as repair). While closing resource loops aims to close the loop between production and post-use (i.e. recycling), slowing resource loops aims to increase the duration of product utilisation. Bocken et al. (2016) provides three design strategies for closed resource loops: (1) technological cycle, (2) biological cycle and (3) dis- and reassembly. Respectively, the design approaches are applicable for products or services (products that deliver a service), products of consumption (products that degrade while being used), and easy separation and reassembling.

In the upcoming years, many structures will be at the end of their technical lifespan, but not yet at the end of their technical lifetime. Among these structures are bridges and viaducts. The remaining part of their technical lifetime along with a closed resource loop provides a possibility for the construction industry. The materials or components of these structures can be reused in other (new to build) structures. In other words, there is much to gain for the construction industry in terms of circularity and reducing the use of raw materials in new structures and its environmental impact (Gebremariam et al., 2020). As sustainability and thus also circularity are rather new design strategies in this industry, there is a knowledge gap in this expertise and the implementation and application of it.

3.2 Current drivers, barriers, and roles of all the construction stakeholders involved of a closed resource loop

First an overview is illustrated of all the approaches corresponding to a CE, whereafter the concepts are filtered for their applicability of a closed construction loop. Then a distinction is made between hard and soft drivers and barriers. The drivers, barriers and roles of all construction stakeholders are thoroughly described in respectively 3.2.1, 3.2.2, and 3.2.3. Charef et al. (2021) is used as a guideline for the categorization of the barriers in this research. The source is chosen as it is relatively up-to-date, and it contains extensive and well researched data of all approaches in the construction industry and the current barriers and drivers of a circular construction cycle. The categorization of the barriers is also applied for the drivers.

Charef et al. (2021) identifies eighteen approaches related to a CE. Nonetheless, the focus of this research is closed loop and not CE, therefore not all approaches are applicable. Hence, each concept is assessed based on its applicability to a closed resource loop. Based on their relevance, the corresponding drivers to the approaches are used in the research. Table 2 shows the approaches and their acronyms. Charef et al. (2021) states six categories for the drivers and barriers of a closed construction loop: environmental, regulatory, economic, cultural, organisational, and technical. The full lists of the drivers and barriers are given in Appendix C: Lists of drivers and barriers.

Table 2: Acronyms of the approaches (Charef et al., 2021; Ganjian et al., 2021)

Acronyms	Approaches
3Rs	Reduce, Reuse, Recycle
AR	Adaptive Reuse
CDW Mana	Construction and Demolition Waste Management
CDW Mini	Construction and Demolition Waste Minimisation
CE	Circular Economy
CL	Closed Loops
Cy	Constructability
De	Deconstruction
Disa	Disassembly
Dis	Dismantle
IFD	Industrialized, Flexible and Demountable
LCA	Lifecycle Assessment
MA	Manufacture and Assembly
PFA	Prefabrication
RL	Reverse Logistics
SB	Sustainable Building
SD	Selective Demolition
TB	Transformable Building

Approaches

'3Rs' is defined by reducing the quantity of resources needed, recycling materials, and reusing elements or objects of structures. 'AR' addresses sustainable reuse of structural obsolete buildings/real estate (TU Delft, 2024). 'CDW Mana and -Mini' is the management and minimisation of waste at the end of the technical or functional lifespan of a structure. A 'CE' is the whole system where materials, or elements are up to an extent endless are reused. 'CL' is one of the resource flows of a CE and concentrates on generating a circular flow. 'Cy' analyses the feasibility of reused components in a new structure. 'De' provides insight into the deconstruction of a structure to minimize waste. Disa focuses on demounting a structure with the intention that the disassembled components can again be reused, while at 'Dis' there is no intention to assemble the structure again. 'IFD' addresses the demountability, easy disassembly, and reuse of objects. Jonkers (2022, p.30) states "LCA is a method that is used to quantify aspects of the environmental 'impact' of a product or process". 'MA' focuses on the manufacture and assembly of materials into elements from primary resources. 'PFA' relates the assembly of components in a factory. Charef et al. (2021) states that 'RL' is the stage of the reuse of the components in terms of logistics. 'SB' relates specifically to the construction of sustainable buildings. According to R. Baker & Son (2024) 'SD' focuses on the "removal of specific parts of a building while protecting the remaining structure and nearby structures and areas". 'TB' addresses changes of use or appearances in buildings. The applicability of all the approaches is given in Table 3.

Table 3: Applicability of the approaches to the research

Approaches (acronyms)	Applicable to research	Reason
3Rs	Yes	Reuse is one of 3Rs and is one of the key concepts of closed loops
CDW Mana	Yes	CDW is managed and minimized in a closed construction cycle as elements are deconstructed and reused in another structure
CDW Mini	Yes	
CE	Yes	A CL is one of the resource flows of a CE, therefore both approaches are considered
CL	Yes	
Cy, De, Disa, IFD, SD	Yes	These approaches are related in a closed construction loop
RL	Yes	More or less the translation of buy-back agreements or product-service systems
AR, SB, TB	No	These approaches specifically focus on buildings or the built environment, while this research focusses on viaducts and bridges
Dis	No	There is no intention to assemble the structure later, while in a closed loop structures are designed to be reassembled once again
LCA	No	LCA entails the environmental performance or impact of the production process. This approach has a high correlation with a closed construction loop, as the environmental performance is reduced in case of reuse of elements. Nevertheless, the specific impact will not be estimated and therefore it is not considered
MA	No	Primary resources (from factories) are used in MA and PFA, whereas in a closed construction loop the use of primary resources is prevented by reusing elements or components of to be demolished structures. In addition, MA corresponds to the first phase of the traditional building process and this phase no longer a part of a closed construction cycle
PFA	No	

3.2.1 Drivers

A closed construction resource loop is a promising concept and involves the reuse of materials, elements and objects of a structure that is at the end of its functional lifespan. In the current construction industry, there are certain drivers that may stimulate companies, (government) instances and even people working inside these organisations to innovate and contribute to the global challenge of becoming more circular to among others reduce the depletion of earth's natural resources. A literature study is carried out to identify the drivers of closed resource loops. The frequently mentioned drivers are more thoroughly explained.

3.2.1.1 Environmental

The environmental drivers are the least frequently cited even though a closed loop has a significant impact. The drivers correspond to the impact of a closed loop construction cycle. It reduces the use of virgin materials, energy, and carbon footprint (Gherman, et al., 2023). In a closed loop, the materials, elements, or objects are reused instead of becoming waste or being landfilled. Nowadays, most elements are recycled. For example, concrete beams are downgraded to concrete granulate, so once again a new beam can be made of this material. If the beam is reused instead of recycled, fewer materials and energy are needed for manufacturing a beam, and as a result the carbon footprint is reduced. In case of reuse, a specific element or object may be reused one-to-one, without any additional resources.

3.2.1.2 Regulatory

Regulatory drivers are specific to the contribution of the government and political incentives. There is a necessity for the construction industry to become more sustainable. Circular material loops are one of the opportunities to achieve a more sustainable industry. The concept is still infancy, so more and new specific environmental, circular, and waste standards, regulations, or legislation are needed to stimulate and facilitate the transition (Masi et al., 2017; De Jesus & Mendonça, 2018; Brown et al., 2019). These regulations are not only in the Netherlands required, but also globally and across industries (Gherman, et al., 2023). The recognition of the government of circularity within tenders (Rizos, et al., 2016) is also mentioned. The tendering phase is one of the if not the most important phase, circularity should be awarded or favoured in this phase. In this phase, the contractor indicates how the activities of the project are completed, and which equipment will be used. Another driver is public procurement. The public sector can play a significant role in mainstreaming circular practices as it may cause a shift in demand over the entire supply chain in circular materials and eventually reduces the costs over time (Wang, et al., 2017).

3.2.1.3 Economic

The economic drivers are the most important aspect of a closed material loop based on the number of motivators found in literature. These drivers are relatively widespread, but there are some stimulating factors that are frequently cited amongst different sources. Every company or organisation in the construction industry has, one way or the other, an economical objective. The industry is based on making profit, thus it is logically explainable that the economic aspect of circular innovations, such as a circular material loop, is rather important. The first motivator is the financial return of circular business models (CBMs). The profitability is yet to be determined as reusing secondary objects and/or materials is still rather expensive compared to the use of primary resources for the construction of the same elements involved (De Jesus & Mendonça, 2018; Brown et al., 2019; Gue et al., 2020). For example, it is still cheaper to manufacture a concrete beam from primary resources than a reusable beam from a structure that is yet to be dismantled. CBMs create opportunities to reintegrate recovered goods and materials back into the market and gives the possibility to make financial arguments for the parties. Examples of CBMs are supplier buy-back

agreements or product-service systems (Wang, et al., 2017; Debacker et al., 2017; Gherman et al., 2023). A supplier buy-back agreement is an agreement between the owner of the elements and the party that wants to use the elements and is often specifically designed for structural components. The agreement states that at the end of the functional lifespan, the element will be bought back by the supplier. Product-service systems focus on products with shorter lifecycles. Overall, a stable, resilient and circular marketplace for secondary goods is desired (Masi et al., 2017; De Jesus & Mendonça, 2018; Fischer & Pascucci, 2017). A driver on its own is the stimulation of a second-hand marketplace. The national V&R task of infrastructure structures provides a significant opportunity for the creation of second-hand marketplaces. As most of these structures are at the end of their functional lifespan and thus there is remaining technical lifespan, these objects can be reused. Therefore, it is necessary that marketplaces arise for these elements, so the demand side is in a way fixed (Wang, et al., 2017; Gherman, et al., 2023). The task at hand combined with secondary goods marketplaces may contribute to the reduction of renovation/replacement costs and an increase in value of reusable materials (Debacker et al., 2017; Gherman et al., 2023; Wang, et al., 2017). Other drivers found are the innovation potential of circular strategic capabilities (Brown et al., 2019) and funding for circular projects, companies, or materials (Gherman et al., 2023; Houston et al., 2018).

3.2.1.4 Cultural

Consumer behaviour has a significant impact in the transition of becoming more circular. The perspective of society affects the pace of the shift. Everyone, either involved in a company, organisation, or project, has the power to steer the process to a different outcome than anticipated/desired. The whole society is needed to make a transition to become more sustainable and circular. Increasing societal awareness of environmental factors impacts employee perceptions inside companies and increases pressure on organisations to engage in sustainable products (Hanes-Gadd et al, 2023; Gherman et al., 2023). In addition, it ensures the future right to operate (De Jesus & Mendonça, 2018; Ritzén & Ölundh, 2017; Brown et al., 2019). Circular leadership stimulates employees or managers and raises internal and external awareness of the contribution that an organisation can make (Hanes-Gadd et al, 2023). Education, training, and workshops are needed to establish circular leadership, working environment, and industry (Gherman, et al., 2023). Attracting circular frontrunners that successfully establish circular environments, projects, culture, knowledge, and creating circular networks is also a driver (Kirchher et al., 2017; Brown et al., 2019; Gherman et al., 2023). Frontrunners are needed to stimulate other companies to develop similar or other circular innovations. Successful circular projects, environments or networks highlight the need and may influence the enthusiasm of other companies or individuals to shift to closed loop or circular strategies (Kirchher et al., 2017). Companies that are willing to develop circular or focus on closed material loops may also create a collaboration between each other to design a circular network. Credibility and acceptance are required to achieve such networks (Brown et al., 2019).

3.2.1.5 Organisational

Organisations are some of the key players in the circular transition (Geissdoerfer et al., 2017). Companies participate in the object's supply chain to determine the material flow within the industry (OECD, 2018). Highly prioritizing circularity within the organisation, external promotion of circularity, long-term objectives, and commitment and support from management are organisational drivers (Gherman et al., 2023; Houston et al., 2018). In addition, a holistic approach is needed within the organisation due to the integrated nature of circular projects (Wang, et al., 2017). Another driver of a closed material loop is early stakeholder involvement. Co-design methods that involve end-users, technicians, suppliers, and communities considers everyone's demands, which leads to a more comprehensive design and sets the foundation for imminent support (Wang, et al., 2017; Gherman et al., 2023). Research, development, and the adoption of closed loop strategies require

collaborations between organisations, academic institutions, or other parties (Hanes-Gadd et al, 2023; OECD, 2018). Closed loop principles should be integrated in the design phase (Gherman, et al., 2023) and business models that incorporate circular thinking allow for creative problem-solving that opens new markets (Carra & Magdani, 2017).

3.2.1.6 Technical

The technical drivers of a closed construction loop are related to information sharing and the specifications of the objects and materials. Even though, the concept of closed construction loops exists for several decades, the implementation of it is however new (Gue et al., 2020). Tools and guidelines (for collection and separation) need to be developed (Gherman, et al., 2023). Little information is available of the specifications of the materials that were used in the structures of the nationwide V&R task. A resource optimization of these material details facilitates the availability of information of closed loop strategies (De Jesus & Mendonça, 2018; Brown et al., 2019). It is also beneficial to use obtained material specifications in the development of second-hand platforms for optimal reuse of the elements, objects and/or materials (De Jesus & Mendonça, 2018). In addition, information sharing within the value network of all involved parties, results in an open and transparent working environment and collaboration (Debacker et al., 2017). Another technical driver is the extension of the lifespan of elements due to reuse (Debacker et al., 2017). Reuse indirectly challenges the multi-purpose, flexibility, and availability of storage space (Debacker et al., 2017; Gherman et al., 2023).

3.2.1.7 Intermediate conclusion

Some of the drivers are more important than others. This can be based either on the number of citations of different sources, their potential impact, the significance in a system, or a combination of all. The most frequent cited driver categories in the literature study are presented in Table 4. The ranking is based on the number of different drivers per category as can be seen in Table 26. Even though the environmental impact is significant, the environmental drivers are cited the least. The economic category is the most cited as these drivers mainly refer to the business case. The most important drivers are illustrated in Figure 5.

Table 4: Ranking frequent mentioned driver categories in the literature study

Ranking	Driver category
1	Economic
2	Technical
3	Cultural
4	Organisational
5	Regulatory
6	Environmental

At the moment, the construction industry is a profit-driven industry. Circularity and the reuse of elements are somewhat new concepts and therefore innovations are still relatively costly. Furthermore, uncertainties and risks arise due to some unknown factors, such as material specifications. These uncertainties along with the profitability result in a reluctance of companies to develop circular innovations. CBMs, such as buy-back agreements, or the emergence of second-hand platforms, such as the national bridge bank, are potential facilitators as these solve some of the uncertainties of the recovered elements, such as the availability and ownership. Overall, the economic aspect refers back to the financial return of CBMs of innovations and the supply and

demand of potential reusable elements and objects. As a result, the most important economic drivers are financial return, second-hand platforms, funding, and supply and demand.

The specifications of materials used in the construction of structures that are soon at the EOL are mostly unknown. This causes risks and uncertainties, especially with the national V&R task at hand. These characteristics can however be evaluated by testing the potential reusable elements. This expertise arises and due to this rather new specialisation, only a few companies have the knowledge, tools, and equipment. Information sharing and transparency are stimulators to facilitate the transition. Another significant driver is the extension of the lifespan of an element due to reuse. Overall, the most important technical drivers are the availability of technological information concerning the tools, equipment, knowledge, and material specifications, and the extension of an element's lifespan.

Social awareness is also rather important. The users of second-hand goods can be simplified to society, consumers, and people within the construction companies. Social awareness puts circularity on the agenda and results in a broader support. The mindset, behaviour and willingness of consumers is rather significant as it directly influences and affects the reuse of elements. It is beneficial that the reuse of elements and objects is recognized by all involved stakeholders in the construction industry. In addition, frontrunners are needed to demonstrate the possibilities of reusing objects and present hard outcomes. For example, by the realisation of circular structures, its impact, and the feasibility. Therefore, the most important cultural drivers are social awareness and -behaviour, frontrunners, and acceptance of reusing elements.

Circular leadership and commitment of organisations contribute to the mindset and behaviour of employees and consumers. Highly prioritizing circularity by establishing a long-term objective within an organisation positively affects the commitment of employees and may result in a change in behaviour and mindset. Also, early stakeholder involvement of additional actors, such as circularity or deconstruction experts, is needed as it stimulates a circular construction cycle. A holistic approach along with a circular supply chain is beneficial as well for such a cycle as it ensures support and commitment of all stakeholders in the chain and establishes a joint objective. Overall, circular leadership, early stakeholder involvement, and a holistic approach are the most important organisational drivers.

This industry is rather complex, and all involved actors have a certain role and are bilateral dependent. A potential solution to counter or resolve the dependency is legislation and (standardized) procedures. These regulations level the playfield and facilitate the transition by establishing a holistic objective for all involved parties within the construction industry. For that reason, legislation, regulations and (standard) procedures are the most important regulatory drivers.

Reusing materials or elements reduces the construction of new components and object and the energy and emissions needed for the construction of them. Consequently, less virgin materials and energy are needed, and the carbon footprint of the new structure is reduced. Therefore, the reduction of raw resources, energy, and the carbon footprint are the most important environmental drivers.

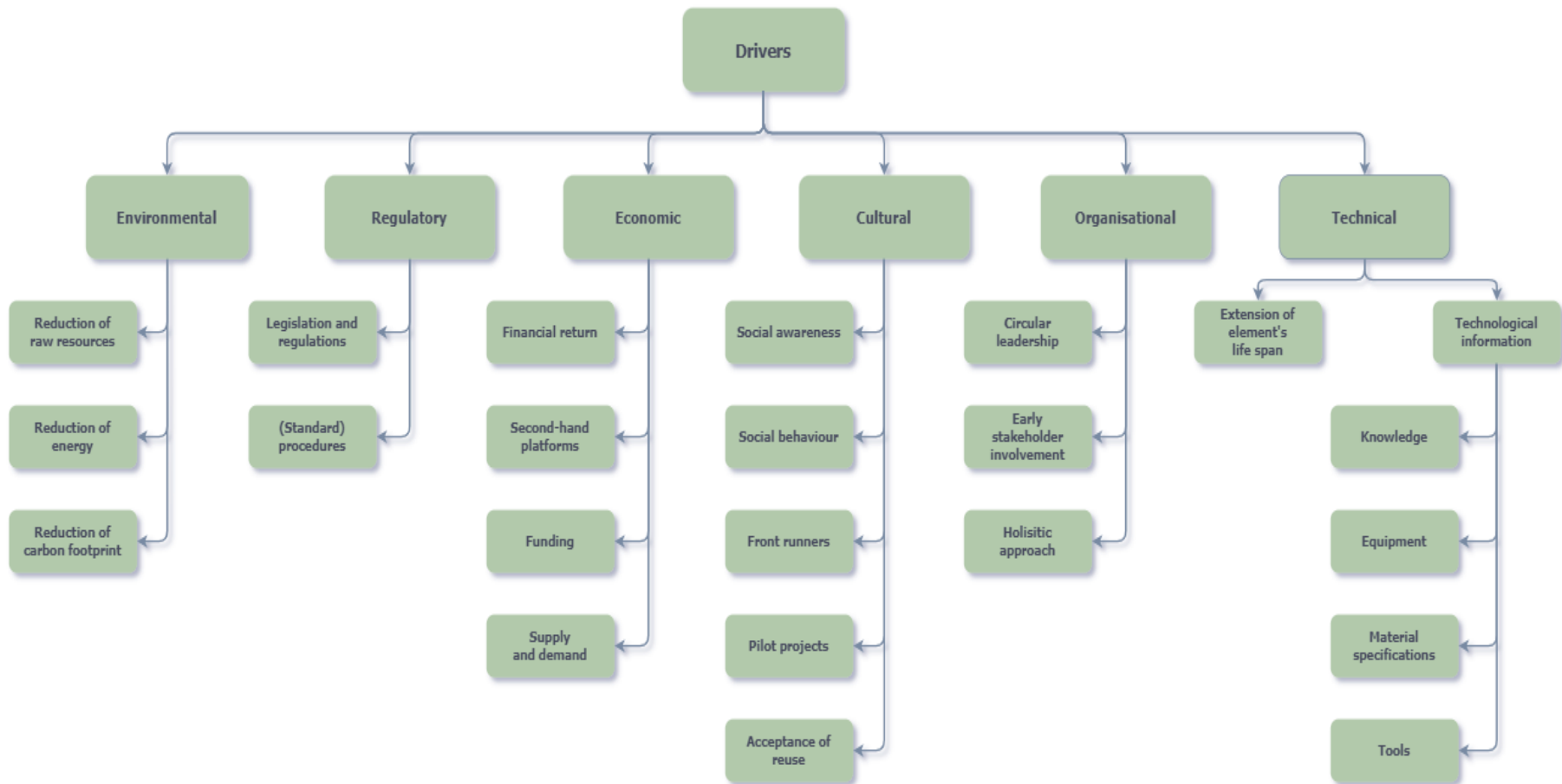


Figure 5: Overview of most important drivers of each category

3.2.2 Barriers

3.2.2.1 Environmental

Environmental trade-offs still must be made (Hanes-Gadd et al., 2023; Salari & Bhuiyan, 2018). Landfill costs are at times lower than costs of reuse or recycle resulting in waste ending up as landfill instead of being reused (Charef et al., 2021). Another barrier is the possible health and safety risks of materials of existing structure (Gherman et al., 2023; Xue et al., 2021). Most used materials or specifications of them were not yet recorded at that time and therefore there may be a risk of contaminated materials. Lastly, the emission from transport is an obstacle for closed loops (Gherman et al., 2023; Rios et al., 2015). Most of transport is still powered by diesel fuel and petrol, which contributes to the carbon emission.

3.2.2.2 Regulatory

The concept of a closed resource loop is not new. The approach dates back several decades. Yet, global and national consensus is still behind, and the implementation of procedures is hindered by current government restrictions (Kirchher et al., 2018; Gherman et al., 2023). The combination of strictness and deficiency of appropriate standards, policies, and regulations is also an obstacle (Gherman et al., 2023; Charef et al., 2021). Little clear information is available, insufficient sharing of appropriate practices, shortcomings in standardised processes, and little guidance for designers about design and procurement procedures that needs adopting for reusing elements or materials (Gherman, et al., 2023). Another barrier is that current legislation and regulations still favouring traditional process (De Jesus & Mendonça, 2018; Kirchher et al., 2017; Whalen et al., 2018). On a regional level, closed loop is hindered by the lack of guidelines for the execution in provincial or local spatial development, inconsistency of municipal policies, different assessment criteria, risk-averse mindset of decision makers for circular incentives, and lack of platforms for the formulation and coordination of long-term policy goals (Heurkens & Dabrowski, 2021; Gherman et al., 2023). Furthermore, there is a scarcity of recertification, standards, and legal warranties specific for recovered construction materials across life-cycle stages (Brown et al., 2019). Summarized, there is a shattered legislative framework, limited circular procurement, and lack of vision and consensus from governance in circularity and closed loops (Debacker et al., 2017; Kirchher et al., 2017; Whalen et al., 2018).

3.2.2.3 Economic

The construction industry is profit-driven, and this translates back in business models. Construction and demolition business models are still linear with the objective of as fast as possible realised and most economic instead of circular or reversible (Brown et al., 2019; De Jesus & Mendonça, 2018; Gherman et al., 2023). CBMs are challenged by short-term profitability or generating split incentives. Social and environmental values should be used for projects instead of economic indicators (Heurkens & Dabrowski, 2021). Emerging risks from innovations or modifications of the current construction process are not accounted for in profit-driven projects (Kifokeris & Xenidis, 2017). Another obstacle is the unfair competition between primary and secondary resources. Recovered materials or reusable components (secondary) than virgin materials (primary) (Whalen et al., 2018; Gherman et al., 2023; Yeung et al., 2015). In addition, deconstruction is more expensive and requires more work compared to demolition (Rakhshan et al., 2020; Gherman et al., 2023; Brancart et al., 2017). Also, costs for disposing materials as landfill is still low (Gherman, et al., 2023). Furthermore, platforms for second-hand or reused materials/elements are scarce, the current tax systems do not incentivise recovered materials (no economic benefit), and there is a lack of client demand (Heurkens & Dabrowski, 2021). High upfront additional (investment) costs and higher insurance fees are also a barrier. The client is not willing to plan and invest upfront in the asset's lifecycle as there

are uncertainties of yield on investment. The contractor is often not appointed at this stage, so the client needs to invest upfront purchasing these materials (Brown et al., 2019; Kirchher et al., 2018; Gherman et al., 2023). Uncertain or misaligned returns and/or incentives for investments across a closed loop value chain causes an unfavourable business culture and reduces the willingness to change or collaborate (Brown et al., 2019; De Jesus & Mendonça, 2018; Whalen et al., 2018). Lack of fiscal incentives or support from the government hinders circular projects (Zaman et al., 2018; Xue et al., 2021; Gherman et al., 2023).

3.2.2.4 Cultural

Consumer behaviour or social perspectives have a significant impact on the transition of circular. Currently, consumers have a lack of trust, awareness, concern, understanding and interest (Hosseini et al., 2015; Govindan et al., 2018; Gherman et al., 2023). In addition, the awareness of the benefits is unknown for society (Gherman, et al., 2023). This causes a lack of global vision due to lack of lateral thinking and ignorance of life cycle reasoning (Gherman, et al., 2023). In addition, the mindset of consumers is dominated by disbelief due to the opinion that waste is inevitable (Hanes-Gadd et al., 2023; Kifokeris & Xenidis, 2017; Ajayi et al., 2015). Another barrier is the lack of acceptance of/attitude to reclaimed materials (Tingley et al., 2017; Xue et al., 2021; Hosseini et al., 2015). There is a resistance to change by constructors, owners or stakeholders due to scepticism and preference for traditional methods (Kifokeris & Xenidis, 2017; Sanchez & Haas, 2018; Gherman et al., 2023). This results in limited support and slow acceptance from the demand side for CBMs (De Jesus & Mendonça, 2018; Whalen et al., 2018; Ormazabal et al., 2018). Examples of CBMs are take back (reverse logistic) or lease agreements. Behavioural changes are needed for circular projects and policies (Heurkens & Dabrowski, 2021). Overall, there is a lack of clear responsibilities or ownership across the value chain (Brancart et al., 2017; Whalen et al., 2018; Ritzén & Ölundh, 2017). Sufficient commitment needs to be generated for closed loop collaborative innovations (Brown et al., 2019).

3.2.2.5 Organisational

The organisational barriers refer to the hindrance of the flow of information between stakeholders and construction phases, which have a negative impact on the efficiency of a project. Obstacles are additional time, resources, and effort necessary for the consideration of sustainability and circularity in an asset's lifecycle and in an organisation. Charef et al (2021) is used for the categorisation of the organisational barriers, working methods and the new approach, multidisciplinary teamwork and management, key players, and a skilled workforce.

The first organisational barrier can be summed up to the working methods and the new approach. Most of the obstacles are related to the adoption of new approaches and methods involving collaboration, communication, holistic- and effective strategies within or between organisations. Knowledge asymmetry and fragmentation of the sector, between stakeholders is an obstacle (Charef et al., 2021; Heurkens & Dabrowski, 2021; Lu & Charef, 2021). In addition, the absence of a holistic approach, safety deconstruction process, innovation, effective methods, and the focus on lifecycle performance hinders closed resource loops obstacle (Charef et al., 2021; Lu & Charef, 2021). Also, insufficient support from top management (commitment), immaturity, low investment in knowledge management and information systems, and lack of support for circularity (Gherman, et al., 2023). Furthermore, internal problems arise due to the fragmentation of organisations and their silo mentality (Heurkens & Dabrowski, 2021). Overall, the mindset and culture of organisations needs to be adjusted focussing on circular value (internal) and the supply chain (external) (Brown et al., 2019; Kirchher et al., 2017; Ormazabal et al., 2018).

The second organisational barrier relates to the multidisciplinary teamwork and management. These aspects become central and require appropriate management. New methods are needed to improve teamwork when addressing the lifecycle (Kifokeris & Xenidis, 2017; Zaman et al., 2018). Systematic cooperation is required for multidisciplinary teamwork (Rose & Stegemann, 2018). Furthermore, early collaboration is required (Lieder & Rashid, 2016).

The third organisational obstacle refers to the key players in a project. This barrier impacts the required acceptance and modifications in the design and construction process for the reuse of elements. The construction industry contains many stakeholders (Kifokeris & Xenidis, 2017; Sanchez & Haas, 2018). The contractor lacks communication, skills, and knowledge due to unawareness (Kifokeris & Xenidis, 2017). The transition and role distribution between these key players is rather complex. Especially due to the bilateral dependency of stakeholders (Schraven et al., 2019). Circular supply chain may be an opportunity to ease the transition. However, setting up such a supply chain in the complex construction industry is a challenge on its own. Complications arise in the form of risk aversion and -inertia, coordination, contracting, distribution channel agreements, information sharing, and relationship power dynamics based upon the position in the supply chain (fear of blocking activities of supply chain members, to maintain status-quo) (Brown et al., 2019; Whalen et al., 2018; Xue et al., 2021). In addition, there is a lack of partnership networks between stakeholders (Gherman, et al., 2023). Also, trust, transparency of information flows, motivations, goals, skills, capabilities, and resources to collaborate freely and effectively with partners, especially pre-competitive vs competitive collaboration (Brown et al., 2019; Gherman et al., 2023). Overall, the main obstacle is finding the correct partners to collaborate with and get insight into the specific challenges and whether the problem is shared or not (Brown et al., 2019).

The last barrier is associated with a skilled workforce. First, there is a lack of skill from an organisation's perspective. Scarcity of comprehension and information, and lack of experienced and skilled workers with sufficient circular knowledge (Charef et al., 2021; Gherman et al., 2023; Brown et al., 2019).

3.2.2.6 Technical

Charef et al. (2021) is used for the categorization of the technical barriers; building-, material- and technology related.

The first technical barriers are related to construction. Designs are currently not made with the EOL stage in mind (Machado et al., 2018). Reused elements make projects more complex due to the deconstruction process, especially in conjunction with poor connections between elements (Machado et al., 2018; Debacker et al., 2017). In addition, deconstruction of reusable elements requires additional space for storage or at the project location. These spaces are limited and need to be thoroughly examined before they can be used (Gherman, et al., 2023). Also, there is the lack of documentation to support competence improvement. A shortfall of lessons learned regarding documentation (Kifokeris & Xenidis, 2017). There is the need for identification of demonstration projects to show the potential of different methods (Sanchez & Haas, 2018). Moreover, insufficient certification and quality control hinder the implementation of reusable elements (Debacker et al., 2017). The whole assets lifecycle management needs to be revised to ensure consistency in management from an early design stage to the EOL phase.

The second technical hindrance refers to the materials. The national V&R task becomes more challenging due to the weak data management in the national data collection. Material specifications and classes were not recorded at the time that most structures were built. Therefore, it is difficult to accurately predict the behaviour and durability of recycled components without

enough data (Machado et al., 2018; Rakhshan et al., 2020; Sanchez & Haas, 2018). There are uncertainties regarding the quality and reliability of recovered materials (Gherman et al., 2023; Huuhka & Hakanen, 2015). Furthermore, not all elements can be deconstructed properly, and the separation process may affect the elements (Tingley et al., 2017). Limited collection points for recovered materials lead to limitations of material availability (Machado et al., 2018; Brown et al., 2019).

The third and last obstacle comprehends the technology. Most of the barriers are related to the lack of appropriate tools and procedures. There is an absence of a common framework and systems (Brown et al., 2019; Heurkens & Dabrowski, 2021). In addition, there is a lack of appropriate equipment and tools for the recovery of elements (Gherman et al., 2023; Sanchez & Haas, 2018). Also, the absence of simple and efficient deconstruction processes and tools, and the unavailability of proven alternative techniques (Sanchez & Haas, 2018). The integration of technical innovations across CBMs and the supply chain cause complexity (Brown et al., 2019; Masi et al., 2017; De Jesus & Mendonça, 2018). Moreover, new technology has higher costs (Gherman, et al., 2023). There is a scarcity of widely, easily accessible, free available data (Heurkens & Dabrowski, 2021). Lastly, circular innovations and their restrictions are not yet accommodated by the Building Decree Regulations (Bouwbesluit) (Heurkens & Dabrowski, 2021).

3.2.2.7 Intermediate conclusion

Some of the barriers are more important than others. This can be based either on the number of citations of different sources, their potential impact, the significance in a system, or a combination of all. The most frequently cited barrier categories are given in Table 5. The ranking is based on the number of different drivers per category as can be seen in Table 27. The environmental barriers are the least mentioned whereas the technical barriers are the most. The most important barriers are presented in Figure 6.

Table 5: Ranking frequent mentioned barrier categories in the literature study

Ranking	Barrier category
1	Technical
2	Organisational
3	Economical
4	Regulatory
5	Cultural
6	Environmental

The reuse of elements and objects requires deconstruction and disassembly of existing structures. This is decided in the EOL phase. This stage is hardly considered, if all, in the current construction process. Deconstruction methods and separation processes need to be developed, especially those in which the value of the elements is retained. In addition, there is still a lack of appropriate tools, equipment, and techniques. Moreover, not all elements, objects or even structures can be fully deconstructed. Also, there are uncertainties regarding the availability of reusable elements. Documentation of material specifications of most structures of the national V&R task is lacking. The combination of these aspects makes reuse rather complex and results in uncertainties concerning quality, durability, and reliability. In addition, storage space is needed for the potential reusable elements. However, storage space is limited at a project location, expensive (dependent on flow of in- and outgoing elements), and not every location is suitable due to the weight and quantity of the

objects. Overall, the most important technical barriers are divided into building scale (e.g. separation methods and techniques, project phase adoption, and storage space), material scale (availability, reliability, and recoverability), and technology scale (documentation).

A transition to a closed construction loop requires modifications of strategies, working methods, and collaboration between and within organisations. Yet, there is still a lack of suitable approaches, processes, and effective methods. Organisations struggle due to internal and external fragmentation and company culture. New effective methods require appropriate management. Nevertheless, there is an absence of experienced and skilled workers. The construction industry consists of a large number of stakeholders. Yet, there is an absence of partnering networks. Profitability of the industry and the quantity of stakeholders within are two aspects that hinder collaboration between parties. Companies are competitors and therefore they value their knowledge. This results in a lack of transparency and trust and contributes to the complexity of supply chains. In addition, companies lack knowledge, motivation, capabilities, and vision of the circular transition. Therefore, it is difficult to find the right parties to collaborate. The creation of a supply chain also brings complexity as different parties need to make joint agreements on information sharing, contracts, a distribution channel, and risks. The existing supply chains lack of a joint objective and strategy. To conclude, the most important organisational barriers are the internal (within organisations) and external (supply chain) fragmentation, a skilled workforce, and the lack of trust and transparency.

The construction industry is profit driven. Circular innovations are still rather expensive due to the late emergence of circularity in the industry. Companies are beginning to understand the necessity of becoming more sustainable. Yet, the financial aspects of CBMs or innovations cannot yet be overlooked. Construction and deconstruction business models are still linear and focussed on short-term profitability. These business models are fixated on as fast as possible and most economically profitable instead of circular or reversible. Companies that are willing to shift to a CBM are hindered by an unfair competition of low-cost virgin resources and more expensive reusable elements and objects. To this day, it is cheaper to construct a new beam with raw resources instead of deconstructing an existing structure and reusing its elements and materials. Furthermore, disassembling a structure is more expensive as these methods are still infancy, which results in higher costs. Other obstacles are the lack of client demand and high investment costs. Most of the time, clients do not include or favour the use of reusable elements, which result in tension with the bidding parties in a tender. On one side, these parties are willing to invest in the development of circular innovations. Yet, if the client does not favour these innovations in today's society, uncertain or misaligned returns will be the result, which are unfavourable to companies that invested in the innovations. To conclude, the most important economic barriers are profitability, unfair competition of virgin vs reuse, lack of client demand, high investment costs, uncertain- and misaligned returns.

The concept of circularity dates back at least a decade, nevertheless there is still a lack of appropriate legislation, regulations, and procedures. The regulations that exist, still favours the traditional construction process instead of circular construction process. In addition, there is little guidance for designers, contractors, and procurement producers. Several goals are determined, but the sub objectives needed to achieve the goals are not yet known. Consequently, there is a lack of vision and consensus among all involved parties on how to achieve a circular construction cycle. To conclude, the most important regulatory barriers are a shattered and unfavourable legislative framework, and a lack of joint sub objectives and consensus.

Consumers are still unaware of the benefits of a circular construction cycle and reusing elements. Besides the unawareness, there is also lack of trust, mindset, concern, understanding, and acceptance. This cultural perspective hinders circular innovations. Behavioural changes are needed

to ensure sufficient commitment and facilitate a transition to a circular construction cycle. Also, the demand side is still sceptic and prefers traditional methods. This results in limited support or slow acceptance to becoming more circular. To conclude, the most important cultural barriers are commitment, behaviour, and acceptance of consumers, and demand.

Circular innovations are still part of environmental trade-off even though their impact and significance has been proven. Reusing elements is beneficial as it reduces waste, energy, and the carbon footprint. Yet, most potentially reusable elements still end up as landfill. This is mainly due to low landfill costs and high deconstruction costs for reusing elements and objects. As a result, the most important environmental barriers are environmental trade-offs and the economic aspect of landfill against reuse.

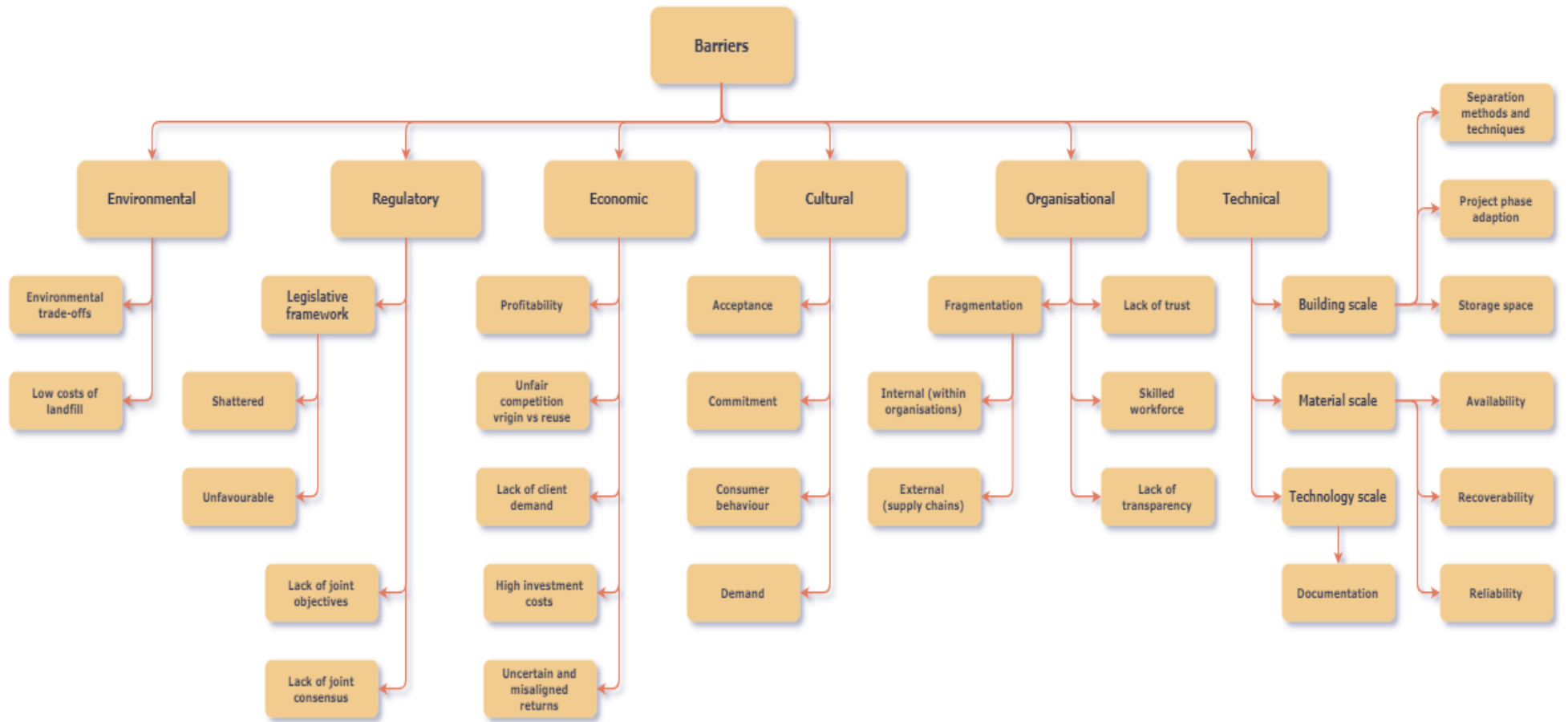


Figure 6: Overview of most important barriers of each category

3.2.3 Roles of involved stakeholders

The construction industry is often characterised by its conventional nature, strong adherence to standards, and primary economic motivations (Gherman, et al., 2023). The wide range of stakeholders participating in a construction chain contribute to the complexity of responsibilities and the unique decision-making procedures (Gálves-Martos et al., 2018). Links between every stage of the value chain are essential to facilitate communication and information sharing throughout the whole value network and promote circularity in the building industry (Debacker et al., 2017).

3.2.3.1 Involved actors

Up to this day, the construction industry is characterised by its conventional linear construction process, also known as the take-make-waste economy (EMF, 2023). A transition is needed in the construction process as raw resources are not infinite. A shift to a more circular construction cycle results in additional actors with each ‘new’ expertise’s. The stakeholders involved in a traditional- and circular construction loop are respectively given in Table 6 and Table 7. Wamelink J. (2010), and Ness & Xing (2017) are used for the involved actors in a traditional construction process. Ness & Xing (2017), Lüdeke-Freund et al. (2018), and Kraaijenhagen et al. (2018) are for the stakeholders in a closed construction loop.

Table 6: Stakeholders of a traditional construction process

Category	Traditional	Role description
Internal stakeholders	Client	Ensure the public interest and funds are safeguarded; assigns funding and other contextual guidelines for the project; ensure the project is finished successfully; purchase the realized structure;
	Designer	Provides project design plans that are in line with the client’s desires
	Advisor/ consultant	Assistance in designing the programme of requirements; advice on specific themes and designs; ensure quality requirements are satisfied
	Main contractor	Carries out tasks that translate designs into reality, taking account of the planning, budgets, and quality objectives. Handles work on- and off-site for all subcontractors, suppliers, and deliveries
	Sub-contractor	Complete responsibilities specified by the main contractor
	Constructor	Create structural drawings and calculations for the structure while guaranteeing statutory compliance
	Suppliers	Provide materials and elements that construct the finished structure
	Logistic service provider	Facilitate transportation of building materials and elements between suppliers and construction sites
	Demolishing company	Gather and manage ‘waste’ streams from construction sites
	Asset manager	Specialised in assessing and certifying the performance of recovered elements and materials
Facilitators	Financier/ Risk analyst	Support the process by assessing and reducing any financial risks associated in a project
	Insurance company	Assess and provide the proper insurance for the project (also for the elements and materials)
	Legal parties	Support the process by minimising risks in terms of legal requirements by means of contracts

External stakeholders	Public external parties (e.g. governmental authorities)	Ensure the project complies with the building laws and regulations
	Private external parties	Ensure that their interests are taken into consideration in the project plans

Table 7: Stakeholders of circular construction process

Category	Stakeholders	Role description
Leading actor	Transition agent	Ensure that existing structures are taken into consideration and their service
Circularity experts	Circularity expert	Have specific understanding in the application of circularity; advise on steps to take for the implementation of circular strategies
	Dismantler	Have specific expertise on how to disassemble a structure opposed to demolishing it, providing additional value to its components and materials
	Dealer in recovered goods	Identify and market construction components and materials that can be reused in different projects and creates a circular business model for them
	Reclamation expert	Have knowledge about the recovered elements and their allocation, so they can be bought or reclaimed
Facilitators	Reverse logistic service partner	Ensure that the dismantled and recovered elements and materials are transported to the right spots for reuse purposes
	Investor	Support circular processes by means of financial investment

3.2.3.2 Influence on decision-making

The stakeholder process has an uncooperative nature as each stakeholder has its own interest. The actors in the traditional- and circular construction process along with their influence on the process are presented in Figure 7. The figure indicates additional actors that need to be involved in a circular construction cycle along with their level of influence. These actors have supplementary expertise on the area of circularity. The role description of these stakeholders is explained in Table 7. The actors in the inner part of the figure have a direct influence and the stakeholders in the outer part have an external influence. The participants in between have an indirect influence. The level of influence can be connected to the phase of the actors. Not all stakeholders need to be present in the whole process. Each phase outlines specific actors to that phase.

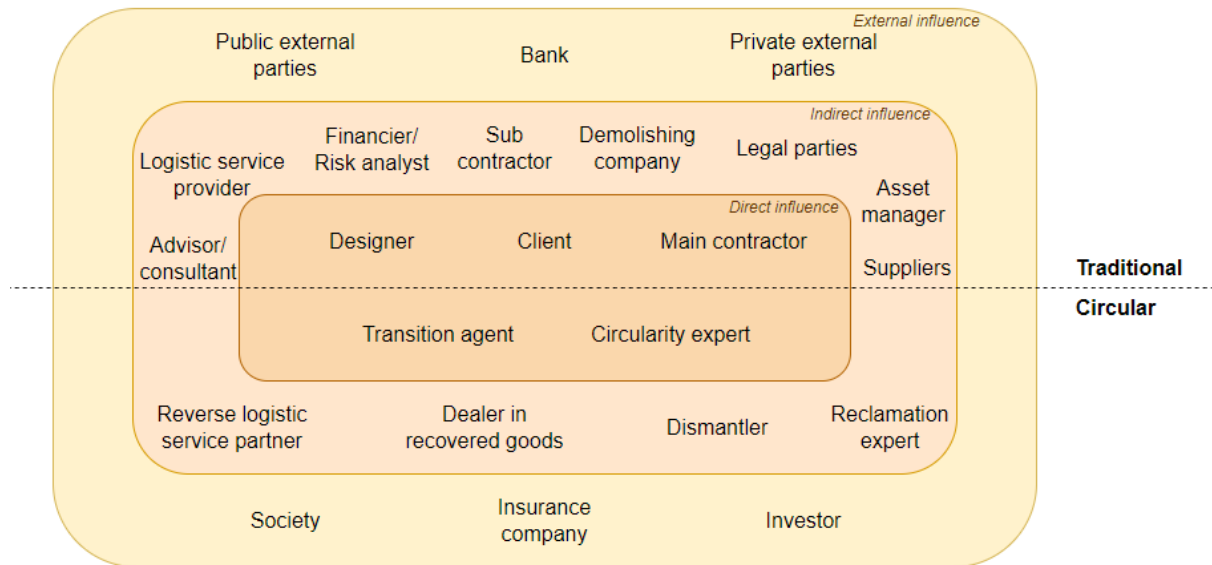


Figure 7: Involved stakeholders and their influence (figure based on Gerding (2019) and Fishta (2021))

Direct influence

Traditionally, client, designer and main contractor have a direct influence on the project and process. The client provides a project to the market. The designer and main contractor or a combination of both work out the ins and outs of the project process. In a circular construction cycle, a transition agent and circularity expert should be included in this part as well. They have expertise in the availability of structures and circularity. A circular construction cycle means reusing elements of other structures to construct a new structure. Therefore, it is beneficial that these actors are directly involved in this part of the project.

Indirect influence

A reverse logistic service partner, dealer in recovered goods, dismantler, asset manager, and reclamation expert have an indirect influence on the process. These actors are not responsible for the whole project, but rather a part. This part is related to the reusability of the elements of EOL structures. These parties each have a specific expertise and role within this process. The aim of a traditional construction process is little to none on the reuse of elements and objects. Therefore, these expertise's and actors are supplementary to the process and need to be included in a circular construction cycle. Demolition businesses will play a bigger role in the future in the whole construction (Versteeg Conlledo, 2019). In a closed construction loop, the expertise of a demolition company should be used in all phases as knowledge is needed in the design phase for the construction of a demountable structure.

External influence

Actors with an external influence, such as an investor, society, and public- and private external parties are involved either way. Examples of public external parties are government authorities, such as municipalities and provinces, and knowledge institutes, such as universities. Government authorities are almost always involved in projects as the land is owned by these parties and the use of this land is stated in the zoning plan. Universities have a significant role as well as they provide

theoretical understanding of circularity (Gerding et al., 2021). Examples of private external parties are local residents and local businesses. Even though these parties have an external influence, they may have a significant impact on the process. For example, local residents have the power to block and delay construction.

3.2.3.3 Stakeholders within the project phases

Fishta (2021) is used for the stakeholders within the project phases as this source thoroughly describes the content of each stage including the traditional stakeholders. The parties in a construction project are inevitably linked, typically through contractual or informal arrangements. Internal stakeholders are tied to the project by legal contracts or personal interests, whereas external stakeholders are typically linked indirectly and informally. However, it should be recognised that these external stakeholders may still have some kind of impact over the project. A conventional construction process starts at the initiation phase and ends with a closing phase. In a circular construction cycle, the closing phase is substituted by the demolition phase. This phase, besides all other phases, will be explained below. Private and public external parties should be kept informed during the whole project, thus during all phases. Figure 8 indicates the project phases in chronological order.

A project starts with the initiation phase. Traditionally, client and consultant interact in this phase. They conclude a market analysis to determine the project's prospects. In a circular construction cycle, it is beneficial to include the circularity expert and transition agent as they will be able to identify potential possibilities and opportunities on the base of circularity or reusability of elements in advance. In addition, a programme of requirements is formulated. These are not final yet as these aspects may vary during the project's process.

Followed by the design phase. In this phase, the main contractor, and designer are hired for the project. In a circular construction cycle, a consortium or project team of different actors should be awarded. This combination should include a reverse logistics service partner, dealer in recovered goods, dismantler, and reclamation expert, besides the traditional actors. Legal parties and a risk analyst should be included as well as risks are identified and included in the drafted contracts. During this stage, project team or consortium work closely together with the client to establish the project scope and finish the design while assuring its viability, demountable, reuse and circularity. Here, the designs are also examined for regulatory compliance. Financial stakeholders, such as the insurance company, investor, and bank, should be involved in this phase as well. These provide insights in the financial possibilities of the project, potential investments, and loans.

The construction phase begins once the tendering process is complete, and a principal contractor has been allocated to the project. The project team or consortium establishes a construction team that includes suppliers, subcontractors, and logistics service providers. Normally, a contractor's commercial goal is to reduce expenses while increasing income. All involved parties of the project team assign a responsible person that acts for the company and collaborates with the other parties of the project team/consortium, so the project proceeds well. In addition, they work closely with suppliers and subcontractors to guarantee that the job is completed and that supplies, and equipment are supplied in accordance with the designs.

The main activity during the first cycle delivery phase is to hand over the completed structure to the client. The most important interrelationships are between the clients and project team/consortium to determine whether all requirements have been met and performance has been achieved. There may be a liability period of the project team/consortium between the structure's delivery stage and

the operation phase, which depends on the contract form, in which investigations must be conducted to determine who is responsible.

During the operation phase, asset managers are introduced to monitor and either respond to or prevent any structure maintenance issues. In a linear process, once the operation phase is completed, the structure is deemed to be at the end of its life and demolished. However, in a closed construction loop an extra phase must be added, which entails enabling reverse loops through deconstruction or disassembly. This phase can also be referred to as the deconstruction phase.

The interrelationships between the various stakeholders are complicated and vary depending on the nature and size of the construction project. Project managers are viewed as significant stakeholders since they interact with all other stakeholders to monitor and ensure a timely process. Although project organisation is transient, interrelationships can be long-term. This occurs when parties have previously worked together on several building projects and are familiar with each other's working styles, strengths, and shortcomings. Past collaborations and long-term interrelationships might promote confidence and support a higher collaboration between the stakeholders (Kraaijenhagen, van Oppen, & Bocken, 2018).

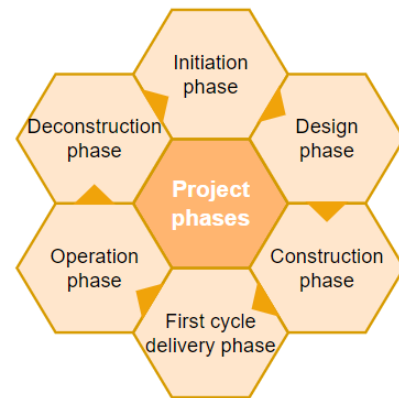


Figure 8: Project phases

3.2.3.4 Supply chain

The government has a significant influence on a CE as it has a vast amount of infrastructure and resources as well as exert oversight over the industry to limit disruptive effects of certain changes (Hasanagic & Govindan, 2018; Gaustad et al., 2018). Companies recognise their competitive advantages in the face of external pressures to adapt (Dubey et al., 2018).

Players that collaborate closely and frequently with one another are known as a project team (Wamelink et al., 2020). In the construction sector, a project team is often responsible for carrying out the construction of a structure. These teams can be thought of as an interfirm multi-actor environment that is both transitional and temporary, where actors rely on one another to impose desirable results (for the client). This dynamic network of actors includes the members of the project team as well as other relevant parties who are involved inadvertently (Aminoff et al. 2016). Parties within a project team always have the power to influence decisions, even if their main responsibility is giving advice (Gerding et al., 2021). Actors with a central position within the network could accelerate the application of circularity by taking advantage of their standing to win over allies and stimulate the network (Gerding et al., 2021). It is necessary to provide certain actors in the project network the authority to act as the driving force behind this new strategy to encourage the shift towards a collaborative and innovative approach (Gerding et al., 2021).

The downside of project teams is that they are often temporarily and explicitly formed for a specific project. Engaged stakeholders are aware of this impermanent character (Heurkens & Dabrowski, 2021). The many specialisations within a project team causes fragmentation and this results in scarce information and knowledge sharing (Debacker et al., 2017). However, fragmentation may benefit projects as it increases flexibility during problem solving (Janné, 2018). Yet, there is still a strong need to improve collaboration among its various stakeholders. Furthermore, it has been determined that the activities carried out by stakeholders within a network structure are highly dependent on one another (Schraven et al., 2019). In addition, stakeholders are still primarily

concerned with maximising profits for their own companies, resulting in opposing interactions rather than a collaborative atmosphere (Gherman, et al., 2023).

Fishta (2021, p.17), and Vrijhoef & Koskela (2000) define a circular supply chain as “*a network of interdependent organisations involved in upstream and downstream linkages, working together to provide optimal material and information flows to the final delivered structure to the client*”. Supply chains can be created based on reputation of companies in earlier collaboration (Brown et al., 2019; Masi et al., 2017). A circular supply chain can only be achieved when stakeholders are willingly to share and strive for the same supply chain objectives (Brown et al., 2019). A highly competitive environment may emerge between stakeholders within the supply chain (Xue et al., 2021; Whalen et al., 2018). This atmosphere may result in a lack of communication and poor collaboration, integration, and coordination (Lieder & Rashid, 2016). A controlled environment could be an opportunity to improve communication and collaboration among stakeholders throughout the project’s life cycle (Fishta, 2021). Adams et al. (2017) researched the supply chain in the UK and concluded that a clear vision, strategy, and long-term circular thinking of the client are the most important for a supply chain and that the client plays a crucial role in facilitating data sharing and collaboration.

Supply chain actors must integrate their activities with one another through a holistic approach, because the acts of one actor might have an impact on other actors (EMF, 2015). Therefore, in order to succeed, they must work together and openly communicate (EMF, 2015). When the implementation is concentrated on the lower levels, such as the supply chain, the difficulties are amplified (Schraven et al., 2019). Companies may encounter several difficulties when rebuilding their supply chain (Bressanelli et al., 2018). The ability of the government to overcome a lack of mutual interest between actors serves as additional evidence for the role it plays. Second, due of the significant risks and uncertainties that come with changes (Schraven et al., 2019). The circular supply chain is being driven by companies adhering to their own business model first (Geissdoerfer et al., 2018). Finally, perception disparities are also caused by conflicts of perception at every stage of the supply chain.

Supply chain participants tend to blame parties outside of the network (Schraven et al., 2019). This is partly due to the expectations of the supply chain actors’ that the government will 1) offer incentives and 2) foster unity among changes, as both resources are otherwise deficient. Conversely, the spread of responsibility can be partially attributed to the different priorities among supply chain participants, which stem from two factors: 3) a reactive approach to risks and opportunities and 4) divergent perspectives to safeguard the company. Second, it was shown that participants in the supply chain frequently rely on one another bilaterally on certain modifications (Schraven et al., 2019). The bilateral dependencies: if the government takes responsibility and acts accordingly, this could set off a domino effect whereby other parties follow suit and make changes that will also benefit and incite their own bilateral dependent counterparts to follow (Schraven et al., 2019). All these tendencies increase the project’s complexity for the realisation of a supply chain (Versteeg Conlledo, 2019). The implementation of circular supply chains will necessitate modifications to the business models of companies and subject them to additional risks. These factors could potentially slow the transition process entirely (Masi et al., 2017).

3.2.3.5 Upscaling

Upscaling necessitates a fundamental shift in the roles and duties of clients, contractors, designers, and other firms, as well as significant institutional and legal issues in the supply chain (Hofstetter, et al., 2021). However, innovations spread slowly in the construction industry, as organisations appear to adhere to well-known established roles, duties, and social behaviours (Wamelink & Heintz, 2015).

Collaboration between organisations in the construction business is particularly difficult, and collaboration challenges are relevant to this industry (Hart et al., 2019). As a result, upscaling circular projects presents a challenge for changing the socio-technical framework of conventional construction. Dynamic interactions between project participants, wherein trust, cooperation, and adaptability are crucial for an effective achievement of circular goals (Kooter, et al., 2021). The biggest difference between circular construction techniques and other building innovations is that circularity requires more integrality (van der Wijk, 2018). Traditional innovations only require changing or managing a specific part of a project. However, circularity influences all parts of a project. Innovation demands intrinsic motivated front-runners that are prepared to take risks. Upscaling requires a different focus, role, and expertise. It concerns creating urgency, common ground, and commitment for a broad group of followers. An impact can be made if and only if this group participates, because then the required volume is established (Rijkswaterstaat, 2024).

3.2.3.6 Intermediate conclusion

Additional stakeholders and expertise's are required with regard to a circular construction cycle. These actors have each a specific role, impact, and involvement within a project. The roles needed in a closed construction loop are a transition agent, circularity expert, dismantler, dealer in recovered goods, reclamation expert, reverse logistic service partner, and investor. An investor may be also essential in a traditional construction process. Yet, in this case this actor specifically focuses on supporting circular processes by means of financial investment. All stakeholders provide knowledge concerning circular strategies, implementation, disassembly and reuse of recovered goods.

Each new actor has its own impact in the decision-making process and should be involved accordingly among the project phases. The transition agent and circularity expert have direct influence on a project and should be included in the initiation phase as these actors identify prematurely possible circularity and reusability opportunities. All the other additional stakeholders have an indirect influence in the project, yet their expertise is valuable to design and construct a demountable and circular structure. Therefore, these actors must be involved in the design phase to tackle and identify possible risks, uncertainties, and possibilities regarding circularity early on.

The complex nature of circular projects demands for a different form of collaboration. Project teams are known for parties that closely and frequently collaborate with one and another. However, such teams have a temporary nature and are specifically formed for a single project. A supply chain is defined as a network of interdependent organisations collaborating to provide optimal material and information flows to finalize a structure to the client. In contrast, a supply chain is for the long term, thus multiple projects or portfolio contracts. A supply chain can only be achieved if all stakeholders are willingly to share and strive for joint supply chain objectives. A holistic approach is required along with a clear joint vision, strategy, and long-term thinking.

Upscaling of circular innovations requires a fundamental shift in roles, responsibilities, urgency, and commitment of all involved parties in the supply chain. The complexity of the construction industry along with the bilateral dependency of the actors leads to a slow innovation spread. The main difference between conventional and circular innovations, is that circularity is more integral as this influences all parts of a project instead of a specific part. Overall, a volume must be established.

3.3 Conclusion – SQ1

SQ1: “What are the current drivers, barriers, and roles of construction industry stakeholders of a closed resource loop in literature?”

The literature study has indicated a high variety of drivers and barriers of a closed resource loop and other applicable and related approaches. The number of barriers were significantly more compared to the drivers. Overall, the drivers and barriers are subdivided into six themes: environment, regulatory, economic, cultural, organisational, and technical. These themes categorize and provide a clear overview of all the drivers and barriers. Some barriers and drivers have been identified as more important than others in the transition of the construction industry to become more circular. The most important drivers and barriers, and their categories are respectively shown in Table 8 and Table 9.

Additional roles and actors are needed in the transit with new or different expertise’s. These stakeholders have to be included in a specific phase to make the best use of their specialism and knowledge. These roles, their influence in the decision-making process and the phase that they should be in involved are presented in Table 10. Besides additional stakeholders, also different forms of collaboration are needed between market parties, client and government. Especially to manage the present national V&R task.

Table 8: Most important drivers and corresponding category based on the literature study

Most important drivers	Category
Environmental impact	Environmental
Extension lifespan of elements	Technical
Frontrunners and pilot projects	Cultural

The most important drivers for a closed construction loop are the environmental impact, the lifespan extension of elements, and frontrunners and pilot projects. Environmental impact is rather significant, and it is one of the key points for the transition to a closed construction cycle and a CE. Reuse provides the opportunity to extend an elements lifespan, which results in less new materials needed. Pilot projects are important as they potential resolve the motives for which they were set up and provide frontrunners. These are in turn important as they stimulate other companies and contribute. Successful circular projects encourage the development of circular innovations and proves that they are feasible along with a business case. In addition, they lay the foundations for establishing a circular environment, culture, and network.

Table 9: Most important barriers and corresponding category based on the literature study

Most important barriers	Category
Environmental trade-offs	Environmental
Consumer behaviour (mindset and awareness)	Cultural
Knowledge sharing and transparency	Organisational
Availability of materials	Technical

The most important barriers are environmental trade-offs, consumer mindset (behaviour and awareness), sharing knowledge and transparency, and the availability of materials. Environmental trade-offs are made as there is a difference between the low costs of virgin materials and higher

costs for reusable elements. In addition, disassembly is more expensive than demolition. The industry is profit-driven, and costs are one of the key points in projects. Bottom line, if companies use reusable elements and methods in their projects, the costs will be higher, which results in competitiveness. Competitors that still make use of virgin materials are cheaper in the end. Then it is up to client if they are prepared to pay more for circularity in their tenders. Consumer mindset, behaviour and awareness is also partly due to the support and commitment of and within organisations and especially from the top management. The awareness and mindset depend on both the private and working environment of people. If companies have a circular mindset or a certain commitment to circularity, this will directly affect the mindset of the people within and indirectly their personal environment. Yet often the business is put before circularity. This goes at the expensive of circularity as it is still rather expensive. Also, organisations are reluctant in sharing information and knowledge due to the current state of the construction industry. Knowledge is key and could lead to an advantage to a competitor. However, knowledge sharing, and transparency are needed in a circular construction cycle as this is done by multiple companies, while traditionally it is each company for itself. The shift of a few companies will not have a lesser impact than if all companies do it together. The availability of materials is key in a closed construction loop as it provides when and where elements will be available. Second-hand platforms or suppliers are needed to manage this. Yet there is still a lack of these and there are uncertainties regarding the material specification due too little to no documentation at the time the structures were constructed. This is an obstacle in the national V&R task at hand for among other viaducts. Overall, the EOL phase must be considered in the design process.

Table 10: Additional required stakeholder, their influence and the phase of involvement based on the literature study

Circular roles	Level of influence in decision-making	Project phase
Transition agent	Direct	Initiation
Circularity expert	Direct	Initiation
Dismantler	Indirect	Design
Dealer in recovered goods	Indirect	Design
Reclamation expert	Indirect	Design
Reverse logistic service provider	Indirect	Design
Investor	External	Initiation

A closed construction loop also means that different expertise's and roles are needed in the construction process. Additional stakeholders that are needed are a transition agent, circularity expert, dismantler, dealer in recovered goods, reclamation expert, reverse logistics service partner and investor. These roles should be involved in different phases and either have a direct or indirect influence in the decision-making of the process. In addition, the complex nature of circular projects and the national V&R task at hand demands for a shift in collaboration type. Project teams are a potential solution, as they are characterised by companies working closely and frequently together, but they temporary and project specific. Another possibility is a supply chain which is a network of independent organisations that provide optimal material and information flows. Unlike project teams, supply chains are preferable for multiple projects and for the long term. Yet, it is unknown if such chains already exists and what is required in order to be it circular. In addition, a supply chain is as strong as the weakest link, so all involved parties must be willing to share information ad strive for joint objectives. The upscale of a circular innovation crucial for the business case but mainly depends on the inclusion of stakeholders and expertise's, commitment of parties and the type of collaboration. The client also has a large share in the upscale of an innovation. If the client does not include scope for innovation, it will hinder the upscale of an innovation.

4. Case study setup

4.1 SBIR process

A SBIR inquiry was introduced by Rijksvastgoedbedrijf and RWS to take a step to fulfilling the ambition of a circular construction industry by 2030 (Rijkswaterstaat, 2021). Their ambition is in line with the ambition of the government to be fully circular by 2050. RWS created an open learning environment, which ensures sharing knowledge. This was the origin of the SBIR inquiry Circular Viaducts. SBIR is an innovation contest in which participants are challenged to solve social issues by developing innovative services and products and it allows the client to exploit the innovation potential of companies (RVO, 2023). The objective is to validate developed innovations for circular viaducts for (national) roads which RWS, (semi-) public organisations and/or private parties may repeatedly purchase and implement in renovation- and new construction projects. It specifically concerns product innovations that physically can be implemented in the acreage of RWS (Rijkswaterstaat, 2024). The process of SBIR can be seen in Figure 9. An important part of SBIR is sharing knowledge and learning together. An open learning environment gives the companies time to think about with which chain partners they will collaborate to realise a circular viaduct (Rijkswaterstaat, 2021). In addition, RWS operates as an equal instead of the client, risks are accepted, and the project is not limited by prerequisites (Rijkswaterstaat, 2021). “We can’t do this on our own and we don’t have the solution as well, so we need to do this together” (Rijkswaterstaat, 2024). A SBIR combined with an open learning environment creates a holistic demand (Rijkswaterstaat, 2024).

Using SBIR, the government will be one step closer to reaching the established sustainability goals and so will the RWS be with their own goals. Each inquisition leads to various contracts for research and development of different subjects. RWS can be referred to as the ‘launching customer’ in a SBIR inquiry as it is a possible consumer in the process of the developed innovations. The main objective of SBIR Circular Viaducts was to develop and realize validated solutions for circular viaducts in the acreage of RWS that can repeatedly be purchased and used by RWS, (semi)-public organisations or private parties in renovation/and new projects (Rijkswaterstaat, 2024). The other goal was to increase the number of parties that can offer these innovations. This requires the whole chain – from designers to contractors and producers. They identified the need for circular building materials for structures, made a specific budget available for it and offered it by the inquiry. Then, companies can develop their product and bring their product to the market, where RWS will be the first client that can buy the product (RVO, 2023).

Multiple different consortia responded to the inquiry. Consortium Closing the Loop (CTL) was one of them, which consists of Nebest, Antea Group, Strukton and GBN and focusses on closing the loop of high-quality reuse. Each of the companies contributes with its own sub innovations. All sub innovations combined form the main innovation of the consortium, and it is developed by the entire chain. Wietse de Jong: “The circular challenge has multiple issues, making it imperative that solutions are devised for the entire chain” (Nebest, 2021).

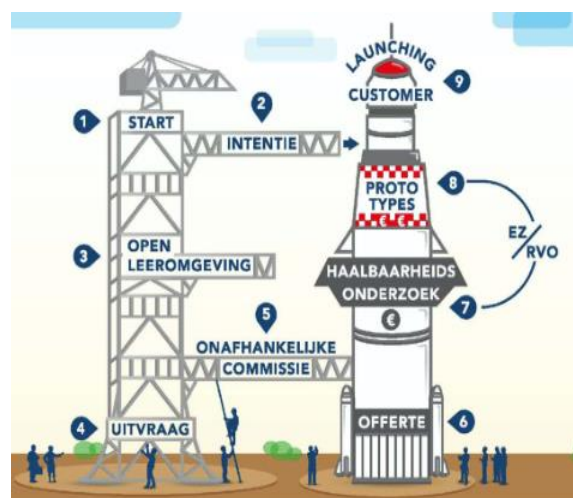


Figure 9: SBIR process (Nebest, 2021)

4.2 Consortium Closing the Loop

Consortium CTL was one of the three most promising regarding sustainable impact, feasibility, and economic perspective as it was a rather modest design proposal in contrast to a high ‘thinking-outside-of-the-box’ level of other alternatives. They were rewarded by their tender. Their value proposition does not lie in the most innovative design from, such as re-using windmill blades, or 3D printing, but in providing a solution for the core problem underlying RWS’s request: the unsustainable demolition of existing infrastructure before the end of its technical end of life period (Antea Group, 2021). The innovation behind Closing the Loop’s design is a tool on how to reuse building elements of existing viaducts on a large scale and incorporating these in a simple, thus manageable, design. The development phase is already complete and currently, building elements are harvested from an overpass destined for demolition, based on which the new overpass will be designed (Nebest, 2021).

Nebest provided the sustainability specialist for performing research on how to realise the required level of sustainability for the materials used in the construction of the overpass. The specialist and his team investigated how circularity was defined, how it can be measured, and what information is required for covering conditions in achieving circular infrastructure. Two main ideas were formed regarding the interpretation of the project. The first idea was to form a consortium of several actors in the construction sector, and to combine separate innovations developed by these members of the consortium into an integrated operational plan. These combined separated innovations are illustrated in Figure 10. The second idea was to safeguard the viability of the innovations by partnering up with knowledge institutes, besides the members within the consortium, and involving them throughout the development phase (Nebest, 2021).

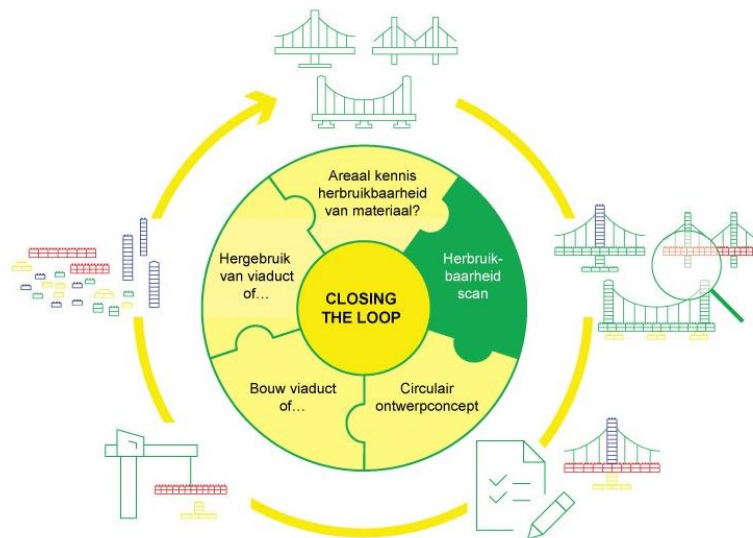


Figure 10: Combined building blocks of the consortium (Antea Group, 2021)

4.2.1 Combined innovations

Different levels within the civil engineering industry developed the concept of Closing the Loop. The idea revolves around reusing high-quality components of viaducts and bridges that will be combined as ‘Lego blocks’ towards new viaducts and bridges. Circularity by means of reusing and recycling existing components and materials of structures into new viaducts and bridges. Reusing materials to their full potential is the purest form of circularity. “Currently, viaducts and bridges are demolished

because they are at the end of their functional lifespan. This doesn't necessarily mean that the viaducts and bridges are at the end of their technical lifespan. If the materials or components are still in a proper condition, these materials or components can be reused" (Nebest, 2021). Therefore, the consortium developed a circular process where 80 percent of the high-quality viaducts and bridges will be reused in a new viaduct or bridge and 20 percent of the residual asphalt and -concrete will be recycled (Strukton, 2023; Rijkswaterstaat, 2021). As a result, 24 percent of the total costs are saved and a reduction of 49 percent in carbon, 62 percent in MKI and 93 percent in abiotic resources is realized (Nebest, 2021).

Closing the Loop is based on five sub-innovations: the reusability scan, circular design concepts, circular harvest of existing structures, construction and realisation of circular structures, and the reuse of circular structures. The cooperation between the involved parties is the most important for Closing the Loop. The overlapping expertise's between the parties is complementary for the initiative and ensures the challenge and focus of the involved parties. The five sub-innovations are roughly described below to give an indication and arranged in the consecutive order of execution.

First, a reusability scan assesses components of the existing structures for their reusability. Then these reusable components are reviewed amongst criteria and integrated in design concepts. Thereafter, the harvest of reusable materials and components is carried out. Subsequent, the construction of the new structure can begin followed by the integration of the reusable components into the new structure and the realisation of it. Finally, the reused components integrated in the new structure need to be monitored to be reused again.

1. Reusability scan

Nebest created a reusability scan as there is a need for the availability and reusability of existing components. This tool gives insight into the reusability of components and assesses and monitors the remaining technical lifespan, detachability, and the constructive features of the existing materials. In addition, high-quality opportunities for reuse are early detected. The content of the tool is designed with multiple market parties and subdivided into three categories: (1) residual lifespan, (2) detachability, and (3) structural properties (Nebest, 2021). Also, the tool is in accordance with the NEN 2767 standard. The results of the reusability scan provide a clear picture of the opportunities to reuse current assets. Reports are automatically generated and posted to existing material banks, such as Madaster and the 'Nationale Bruggenbank' (Strukton, 2023; Nebest, 2021). During the feasibility study, several viaducts were analysed for the reusability of components.

2. Circular design concepts

Circular design concepts are developed by Antea Group (Strukton, 2023). Currently, reused components of existing structures, such as viaducts or bridges, have no place in the market. Therefore, it is of big importance that circular design concepts are created, so these components may be given a second life in the realisation of a new structure combined with high-quality reused materials (Nebest, 2021). These concepts provide insight in the reusable and non-reusable components (Nebest, 2021). Supply and demand are clarified through the development of circular design concepts (Nebest, 2021). The reusability scan clarifies the supply of available materials, and the demand is developed by researching the applicability of the components. Four circular design concepts were designed specifically for an uneven levelled junction at the project location of the new viaduct. Three of the design concepts were unique, the fourth is an alteration of the second concept. All the concepts were thoroughly calculated and assessed on multiple criteria (Antea Group, 2021).

3. Circular harvest of existing structures

The useful components of an existing structure at the end of its lifespan are demounted by means of the reusability scan and the circular design concepts (Nebest, 2021). These components will be reused in the new viaducts. Not all elements can be reused one-to-one. Therefore, the remaining elements of the existing structures will be high-quality recycled ensuring none of the materials will be lost (Nebest, 2021). The viability of the harvest of existing objects is proven by GBN Group and Lek Sloopwerken (Nebest, 2021).

4. Construction and realisation of circular structures

Materials from waste flows of existing structures are used for the construction and realisation of the new circular structures (Nebest, 2021). The feasibility study revealed that the realisation of circular structures is technical achievable and structurally safe (Nebest, 2021). Strukton Civil and GBN Group are responsible for the degree of detachability and the feasibility of the designs (Strukton, 2023). These factors are of great importance for the assessment of the reusability scan, design concepts and the final design concept. Detachability is an important aspect for the reusability scan and producibility is assessed for the design concepts. A map is made for the harvest of the components of the existing structure. Then the producibility of the design concepts was checked again and the costs were estimated for the traditional demolition and the circular harvest per object. In addition, the costs of the realisation of the design concepts were compared with the costs in the traditional condition (Antea Group, 2021).

5. Reuse circular structures

The detachable components can be reused when the functional lifespan of the new realized circular structures is elapsed, or the functional requirements are modified. The joints are designed in accordance with the compatibility and detachability of the components, so these components can mostly be reused once again in a new structure (Nebest, 2021). DYWIDAG and Boersma are responsible for the joints (Nebest, 2021). The detachability of the components is assessed by the developed design applications with a reference to the Industrialized, Flexible and Demountable principles. As well as the reflection on the structural safety of the detachable joints (Antea Group, 2021). GBN Group ensures that the cycle remains closed (Strukton, 2023).

4.2.2 Involved parties

The involved parties can be sub divided in two categories: business parties and knowledge partners. Figure 11 indicates the levels of involvement of the stakeholders. The inner circle (green) corresponds to the parties of the consortium and have a direct link to the project. The parties in between the blue and green circle are knowledge partners and have an indirect link with the project. The outer circle (blue) indicates all external parties. Figure 12 shows the involvement of each stakeholder in the different project phases.

Business partners

Nebest

Nebest has expertise on conservation analysis, life cycle analysis, construction safety, measuring techniques, material and reusing of materials. Their input in the consortium is the creation and production of the reusability scan. They also manage and direct the new projects that will implement circular viaducts (Nebest, 2021).

Antea Group

Antea Group has expertise on existing and new artifacts, the engineering and design of the viaducts, the calculations of the impact on the environment, building systems, construction safety and parametric design. They were partly responsible for developing the concept of circular viaducts, examined the structural safety of the design and calculated the environmental impact (Antea Group, 2021).

Strukton

Strukton has expertise on existing and new artifacts where they also focus on the building and maintenance of them. Strukton specialises in circular demolition and assembly, storage, transport, and reusing materials (Strukton, 2023). Within the consortium, they advise on the disassembling and storage of existing objects, investigate the construction and demolition of the concept, and realizability of the design concepts and their finances (Nebest, 2021).

GBN

GBN specializes in the harvest of materials and closing existing material loops. They have the role of chain director as their responsibility is circular demolition, assembly, and reusing/recycling. In addition, they advise on the storage and demolition of existing objects. GBN provides ideas to reuse and recycle materials that have low potential of reusing for the concepts (Nebest, 2021).

Knowledge partners

They assure that the consortium's inventions are viable and consistent with existing circularity advancements and served as a sound board in the intermediate evaluations (Antea Group, 2021).

Municipality of Amsterdam:

Expertise on asset management and object types. They provide knowledge on the expansion of the implementation framework for the reusability scan and the possibilities for the innovation with its market position (Nebest, 2021).

NEN

The NEN created a framework that provides knowledge on reusing materials (Nebest, 2021).

Lek Sloopwerken

Lek Sloopwerken provides knowledge on demolition and assembly to decide what methods are suited for the circular viaducts. They have a lot of experience with retracting circular materials in the demolition phase (Nebest, 2021).

IMD

IMD consulted on different ways to reuse the materials from existing viaducts (Nebest, 2021).

TNO

TNO has specific knowledge of parametric design and constructive safety. They contribute their knowledge to assure safe construction and extending the life cycle of the realized infrastructure (Nebest, 2021).

Madaster

A knowledge portal that connects the reliability scan to a database where all materials are registered. This database contains all materials that can be used for the construction of viaducts (Nebest, 2021).

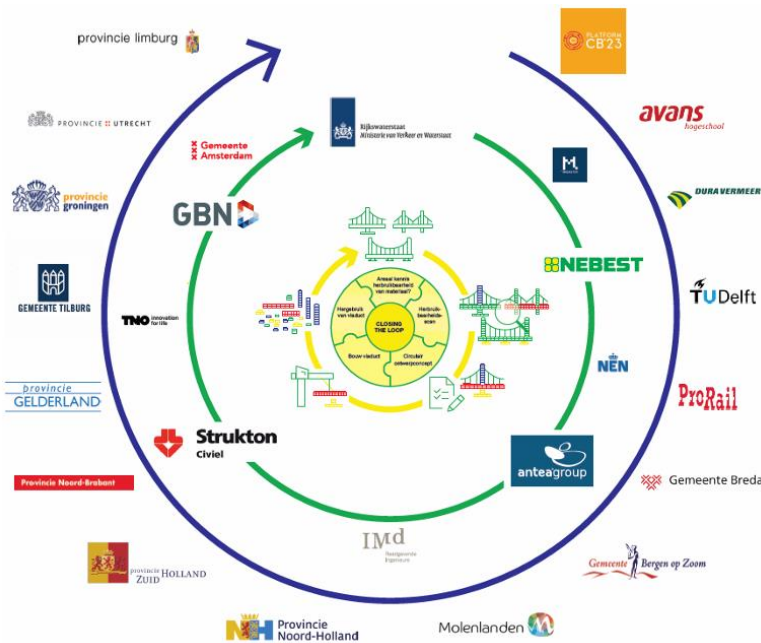


Figure 11: Indirect involved parties of the Closing the Loop (Antea Group, 2021)

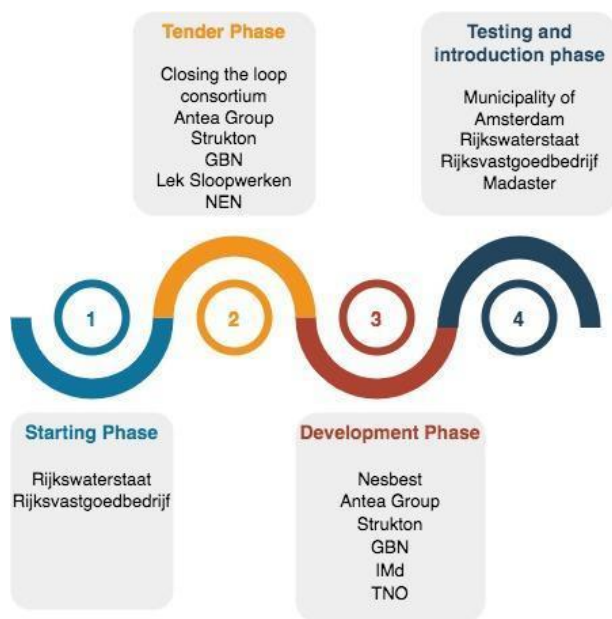


Figure 12: Involved stakeholders in each phase Closing the Loop

4.2.3 Current situation

Two viaducts have been disassembled at the A76 near Nuth and girders have been harvested from a project at the A9 near Amstelveen. All these elements are used for the realisation of a new circular viaduct. The deconstructed viaducts originate from 1938 and 2004. The girders that have been harvested will be used to construct the new deck of the viaduct (Rijkswaterstaat, 2023). As yet, the project is still in progress. The girders have been harvested, tested, and transported to the project location. The realisation of the circular viaduct has yet to be completed. The upscale of the

innovation has already taken place. Consortia Closing the Loop and ‘Combinatie Liggers 2.0’ along with RWS have joined forces and signed a collaboration agreement for the upscale and development of reusing beams (Rijkswaterstaat, 2024). The new consortium is called ‘VOF Groene Liggers’.

Rijkswaterstaat has evaluated the SBIR project of Circular Viaducts (Rijkswaterstaat, 2024). They conclude that it is not yet usual to implement new circular concepts in the major V&R tasks. Construction projects consist still of traditional requirements and terms and needed to be realised within a certain budget and planning. The safe option is then to choose existing and known solutions. Circularity and innovation are not yet base principles in these projects. This is a significant internal obstacle as innovation space is needed in projects especially internal support and ownership are crucial. Ambitions need to be translated into projects. Therefore, it is important to shape new working methods and create space for the implementation of new concepts.

4.3 Interviewees

The interviewees are chosen based on their direct involvement with the SBIR-project. The interviewees are given in Table 11. The interviewees are anonymised by using only their role within the company, so they cannot directly be identified. Some interviewees were involved from the beginning, and some were later involved. All interviewees had prior knowledge of circularity or reuse up to a certain extent.

Table 11: Interviewees case study

Interview number	Function within consortium	Company	Transcript code	Date interview	Text code
1	Initiator	Nebest	Nebest 1a/ Nebest 1b	4-4-2024/ 17-5-2024	A
2	Business development manager	GBN	GBN	9-4-2024	B
3	Design manager feasibility study	Antea	Antea 1	9-4-2024	C
4	Structural project leader A76	Nebest	Nebest 2	9-4-2024	D
5	Product manager concrete research	Nebest	Nebest 3	10-4-2024	E
6	Chief executor	Strukton	Strukton	18-4-2024	F
7	Project manager SBIR-inquiry	RWS	RWS 1	18-4-2024	G
8	Project- and final manager	Antea	Antea 2	19-4-2024	H

Overall, eight people were interviewed. The consortium consists of five companies including RWS. The other companies are Nebest, GBN, Antea Group and Strukton. Initially, it was desired to interview two persons per involved company, so the outcomes of the interviews were not just concentrated on the view and perspective of a single person. However, in practice this was not always possible. The interviewees are evaluated based on their involvement during the project and their knowledge regarding circularity, closed construction loops and reuse of elements. Despite being able to interview two people of each involved party, all companies are interviewed. Initially, five people were involved in the inquiry, one from each company of the consortium and the other was from RWS. Four of these five people have been interviewed. More people got involved after consortium CTL was awarded to develop and construct a circular viaduct. Some of these additional people do not have the full knowledge of the entire project process. This was one of the difficulties in the search for interviewees.

4.4 Structure of the interviews

The structure of the interviews combined with the interview questions are listed in the interview protocol, given in Appendix D: Interview Protocol. Semi-structured interviews are used to obtain practical understanding of the project process of the project Circular Viaducts. Practical observations of the interviews will be cross examined with the findings of the literature study and document analysis. Similarly, the questions of the interview involve their knowledge and acquired experience, and are focussed on the barriers, drivers, and roles of all involved stakeholder of a closed construction loop.

The interview is divided into four parts, personal/company, general, research related and others. The personal and company related questions are used to retrieve data concerning their name, role within the company, and the role of the company within the consortium. Personal data such as the name of the interviewee was only gathered for conducting the interview and is excluded from this report. The general questions are used to obtain insights of the responsibilities and objectives of the company in the project. The research related questions are to acquire understanding of the process of the project and its potential motivators and obstacles, and the involved expertise's in the consortium. The other questions are related to the construction industry as a whole. Existing drivers and barriers in the current market along with other obstacles for circular innovations such as ownership, warranty, and the tender process. At the end of the interview, the interviewees were asked how they had experienced the interview and whether there were any aspects that were forgotten and were necessary to be mentioned and discussed. At last, the interviewee was thanked for its time and answers during the interview, whereafter the interview was concluded. The average duration of an interview was approximately 43 minutes. The pre-estimated time for the interviews was 1 hour. All interviews were recorded even though some of them were face-to-face.

5. Interview case findings

The results of the interviews are structured in the same order as the topics in the literature study and the document analysis of the case study.

5.1 Drivers

5.1.1 Identified drivers in the collaboration process

Intrinsic drive – All interviewees concluded that the intrinsic drive of the people involved was crucial in the collaboration process. Interviewee B states “all involved companies, including RWS, were driven to make the project a success”. Their joint objective was to make a fundamental contribution by reusing elements and realizing a circular viaduct. Interviewee A mentions “the intrinsic drive of the people involved from the beginning and of those that engaged later in the project process was crucial”.

Distinctiveness capability frontrunner – Interviewee A states “the consortium has a distinctive capability due to the project”. Consortium CTL can be seen as a frontrunner. The companies involved have the opportunity to position themselves in the sector due to the uniqueness of the project. In addition, they are at liberty to benefit from the innovation in their own way.

Financial security – Interviewee B states “there were moments that the question arose to pull the plug as the bills were not paid, but time after time we concluded that we had to keep going to make it a success”. As mentioned earlier, making an impact is the most important driver. Interviewee C states “the financial support was also important, so all expenses would be reimbursed”. Consequently, the financial security was a driver too. Overall, the project was financially supported by RWS, therefore there were no monetary uncertainties.

Support and commitment of and within organisations – Support and commitment within the entire organisation are needed to stimulate circularity and a circular mindset. Especially at management level as this level has the most steering influence within an organisation. Initially, not all board levels were fully involved in the collaboration process and thus the people responsible for these companies had limited support and level of influence. Interviewee A expresses “people responsible for their companies need a certain level of support, freedom, and latitude within their organisation to exploit such projects”. Eventually, the remaining boards envisioned an opportunity to position themselves in a sustainable manner and turn it into an economical advantage. Interviewee A states “the full commitment of all managing boards was a breakthrough in the project process and resulted in more synergy in the project process and in the scaling up”. All interviewees concluded that the full cooperation of all boards resulted in a strengthened collaboration process. Interviewees A and C state “all people within CTL could find each other better and there was more mutual respect after the tipping point”.

5.1.2 Identified drivers for circular innovations

Circular requirements tender process – A significant driver stated by multiple interviewees is a different approach of tendering. If the tendering process is not adopted, it will hinder the circular transition as nobody will include circular practices. Currently, the inclusion of circularity or reuse is little to not awarded in the tendering process. Interviewee C states “instead of demolishing a viaduct, it should be included that the potential materials and elements in the viaduct should be harvested regardless of whether the elements can be reused in the same project”. Interviewee H adds “the best incentive would be if clients either award or oblige the use of circular innovations,

because if so, the market will come too". However, a stimulating factor is that more and more advances are made in the tendering process by clients. Interviewee H mentions "value is assigned to reuse by means of EMVI-scores" and interviewee C states "there is an upcoming movement in the market, and it is more often included in projects". Interviewee G acknowledges "reuse positively affects the MKI and in general less resources are used". Adjustments in the tendering process are short term changes. Interviewee F states "a realistic circular strategy is needed for the developments in the next five to ten years. Clients and contractors must be unconditionally committed, and objectives should be realistic, doable and achievable". In the end, the client has to conclude the level of circularity and reuse within a project. Interviewee F provides a possible solution "the client should make two estimations, one in a traditional manner and one with regards to circularity. These estimations should be included in the awarding criteria to present the possibilities".

Reusability of elements and beams – Interviewee G states "all harvested beams have been loaded for over 30 to 40 years, so they all have been tried and tested, but additional testing would be beneficial to enhance and strengthen the elements.". In general, existing elements are already hardened and have been constructed comfort the guidelines. Therefore, existing beams would have an advantage compared to new beams. In addition, interviewee G mentions "the only signs that may emerge for existing beams are those of fatigue. New beams are also not perfect as production errors may occur". Interviewee C states "a new and different competent authority is needed to substantiate if elements or materials can be reused".

Transparency and sharing of knowledge – Interviewee F states "there should be transparency of information and knowledge sharing of the strengths and pitfalls of innovations between companies, markets, governments, and maybe even countries. The learning points of one innovation project can be used as a foundation for another project or the upscaling. Instead of beginning from scratch, there will be an information pool with the dos and don'ts. This will enlarge and improve the overall knowledge. For example, setting up a knowledge platform with both clients and market parties".

Pilot projects and front runners – Consortium CTL is a frontrunner for a closed resource loop and possibly eventually in the construction of a circular viaduct. There exist other consortia such as CTL, for example Liggers 2.0. Interviewee H states "frontrunners are needed as they prove that impact can be made". Interviewee A adds "companies have the opportunity to put themselves in the spotlight when they participate in pilot projects". Certain aspects are needed to make a pilot project successful. Interviewee A states "aspects such as good experimental areas, financial assets, and the ability for upscaling. The latter is decisive".

Mindset and awareness – Market parties are not fully aware of the opportunities of reusing elements. Interviewee E states "materials are lost in the current construction process, despite their potential residual lifespan. Harvesting and reusing these materials is relatively a small effort but have a significant impact in MKI and environmental degradation.". In addition, the current mindset of innovating in a circular transition should be adjusted. Interviewee states G "companies need to accept that innovating is a continuous process that needs to be continuously adapted and modified. Overall, it is a learning curve, and the first time is not always perfect."

5.2 Barriers

5.2.1 Identified barriers in the collaboration process

Complex organisation RWS – Interviewees A, B and C concluded that the complex organisation of RWS was an obstacle. Interviewees B and C state “RWS is rather complex organised especially due to internal restrictions”. Also, interviewee C specifically mentions “it is not so much because of the will of the people, but due to internal restrictions, such as with regard to the procurement department of RWS. The internal engineering services make it difficult to award projects one-to-one as this would be unfair to the rest of the market”. As a result, RWS has divided the realisation of viaduct A76 into a sub-project which will also be offered to the market. Furthermore, there are now three different departments of RWS involved (SBIR, A9 and A76) in the project which increases the complexity even more. Interviewees A and C state “on paper, you would think that it is the same organisation, however in practice each department can be seen as a different stakeholder”. Each department had their own contract, objective and interest which made it hard to align certain choices. Interviewee A states “the different departments of RWS often drove us apart. Normally there is one client. Now there were eventually three clients involved with each their own identity, and we were in the middle”.

Number of stakeholders – All interviewees concluded that it was clear which stakeholders were involved. The stakeholders differed per phase and gradually increased as the project continued. Interviewees G and H state “the stakeholders have developed within the project and new stakeholders will get involved. There are stakeholders within RWS, the ministries, the rest of the market is a stakeholder, so overall the number of stakeholders is very complex and broad. This large pool of stakeholders is also a risk for the transition as a whole”. Interviewee F mentions “the province of Limburg is an additional stakeholder as the new circular viaduct A76 will be constructed and realized within their acreage”.

Expectations and level of influence – Some interviewees concluded that the level of influence of a person within its own company was a barrier. Interviewee G states “there was insufficient understanding of each other’s organisations” and interviewee A adds “the misaligned interests of each party and the limited level of influence of the people acting on behalf of their own company”. In addition, the level of influence some people had within their companies was partly related to the extent in which the board levels were involved. Interviewee A states “it was not evident that everyone had the same level of influence and latitude as some had to create their own within their company”. Also, interviewee G states “some companies put money and resources aside to participate in such projects”. Overall, there was inadequate understanding of another’s organisation. Interviewee A states “perhaps the expectations towards the client and the expected level of influence of the people acting on behalf of RWS were too high and we inadequately realised it. Consequently, we should have put ourselves better in the client's shoes”. On the other side, interviewee G states “perhaps consortium CTL was too overly positive of their contribution from the beginning and we, RWS, were too overly positive about the intrinsic drive. Perhaps, we made it more difficult by not only harvesting beams, but also releasing a circular viaduct. Also, we were too naïve by saying “contribute to” as the consortium interpreted it differently than we initially meant. We wanted to let the chain do the work. Perhaps, my expectations were a bit too much regarding CTL. They could have done more by themselves”. Ultimately, interviewee G states “the process could have been much smoother on the interfaces along with more mutual respect”.

Project organisation – Some interviewees stated that the project organisation was an obstacle. Interviewees B and G state, “the project was inadequately organised” and interviewees B and C add

“the roles, tasks and responsibilities within the consortium were insufficiently described and there were no contracts or collaboration agreement signed”. There were however agreements made which party would lead each phase based on their expertise, but overall, there was no single project leader that could take the lead when needed. Also, all managing boards should have been earlier involved in the project. Interviewee A states “it would have saved a lot of squabbles if all managing boards were included earlier”. Interviewee G states “perhaps we were not capable enough to breach the traditional roles. These roles can only be breached if there is no economic burden”. Moreover, the strengths and weaknesses were only evaluated at the end of the project. Interviewee A states “we were too focussed on the process that we often forgot to document the learning experiences. In the end, we have made a learning history, but that should have been a continuous process during the project”. The intermediate evaluations could have steered the project in a different direction. Overall, interviewee A concludes “on the one hand, there is the technological complexity, while on the other side there is also the client, internal organisation, and the synergy between the parties of the consortium”.

Interests – All interviewees stated it was an obstacle that not all interests were known. Initially, the people involved were too eager to start which eventually resulted in misaligned interests. Interviewees A, C and G state “we should have clarified the interests in the beginning to respond accordingly, create a better project organisation with the appropriate people from the parties, and to ensure a smoother communication between the consortium and towards the client”. Interviewees B and H state “the interests of the companies were also related to their proposition. For example, Antea was more focussed on designing and calculating, while Nebest wanted to conduct research on the materials. This often resulted in friction between all companies”.

Mutual respect – The lack of mutual respect between all parties was stated as hindrance by multiple interviewees. Interviewee A states “everyone involved should have been fortunate to operate in their area of expertise while participating. Also, everyone should have respected and valued each other despite the fact that some were normally competitors”.

Storage location – All interviewees concluded that the importance of organizing a sufficient storage location, and its impact were highly underestimated. Interviewees A and H state “it is rather important to have a well-suited storage location to store materials”. Interviewee C adds “certain aspects, such as suitability, availability and costs, need to be well thought through on forehand otherwise the impact will increase”. The costs of storing the elements increased due to unsuitability and unavailability of the sites and indecisiveness of the client. Interviewee F states “the beams had to be relocated to a temporary storage as the initial storage was not suitable and available”. Interviewees B and H add “the costs increased due to the indecisiveness of RWS”. Interviewee F states “consortium CTL had to take the lead in the search for a temporary location as RWS did not cooperate, yet RWS was and will be the owner of the beams”. Overall, the beams were six months later transported than scheduled, which resulted in an increase in the costs for storing the beams. Yet, interviewee H states “the learning experiences are in this case more important than the business case”.

Alternatively, interviewees F and H argued about optimizing storage locations. Interviewee F concludes “it would have been better if the beams had been tested and modified at the temporary storage location as that would have increased the suitability of locations”. In addition, interviewee H states “it would have been ideal if the harvested beams could have been reused closer to the location form where they were harvested as this would resulted in less transport”.

Business case – All interviewees stated that making impact a fundamental contribution was the most important aspect. Yet, the commercial interest was also of importance. Therefore, most interviewees concluded that not being able to finalize the business case is a barrier. Interviewee C states “there is often also a commercial interest. All companies have sustainable goals, but in the end, a margin has to be created as there can be no losses. This was however not the main objective”. Interviewee G adds “the business case is included in the project as the economical prospect was one of the three evaluation criteria”. Also, interviewee H states “we have acknowledged that making an impact is the most important, but ultimately the business case is a derivative and so far, it seems that the business case cannot yet be financially finalised”. Interviewee F states “if a contractor knows that he is at risk, he will be more reluctant in sharing information”. Ultimately an exchange is desired between the client and the consortium. Interviewee G states “we have an advantage as a government agency. When it comes down that money is needed, there will always be some available. We do not have shareholders. We understand that market parties need a margin and revenue, but ultimately a win-win is desired. Yet, this makes it harder to get intrinsic and motivated choices. Ultimately, we exchange money for intrinsically motivated choices.”. Besides, the financial security was not a given. Interviewee B states “there had to be hassled for every euro despite the financial security of the project”.

5.2.2 Identified barriers for circular innovations

Availability of materials – All interviews concluded that the availability of materials is the most important barrier. Currently the number of reusable components is not sufficient. Interviewee C and H state “it will not be possible to replace all structures in the upcoming years, therefore a sufficient volume of reusable materials has to be created”. Interviewees C and E state “timing will be key [to align supply and demand]”. Clients and market parties are dependent on structures that have to be replaced and the type of materials used in these structures. Interviewee C states “as long as structures have to be replaced in the upcoming future, new materials will become available”. Projects that are already ongoing or contracts signed may possibly have to be revised to harvest potential reusable elements. Interviewee H states “on short notice, existing contracts have to be revised so materials and elements can be harvested instead of demolished”. Overall, the market of reusable elements is still infancy. Interviewees C, F, and H state “Both clients and market parties have to continue develop and increase for a further upscale”.

Business case – All interviewees concluded that the economic aspect is still rather important. Reusable elements are more expensive as the market is still infancy. Interviewees E and G state “costs are still an important aspect as circular innovations are currently very costly”. As a result, the business case cannot be finalized yet. Interviewee G states “more deal flow results in margin and turnover and it will speed up the rest of the developments”. Ultimately, an appealing business case is desired. Interviewee E states “the business case must be appealing for both the client and the market”. Circularity should be the starting point within projects. Interviewee C states “circularity is still part of a trade-off between project interests, such as aesthetic view, planning and costs, and circular construction. Such interests restrict the use of circular innovations”. The willingness to pay more for circularity is still a barrier. Interviewees E and F state “both the client and market parties must be willing to pay for circularity. The use of circular innovations is hindered if the market will remain price-driven”. Investments need to be made to reduce the costs. Interviewee F states “new elements are cheaper than reusable, so innovations need to be continuous developed, and investment must be made before it will be too late”. Interviewee E adds “perhaps beams can be offered at platforms for a fixed price to reduce the costs of reusable elements”.

Legislation – Some concluded that the current legislation and regulations is a barrier. Interviewees C and G state “the current regulations and legislation is not designed for reuse”. In addition, interviewee A states “appropriate standards and methods need to be developed, such as the new CROW-guidelines for reusing elements”.

Role distribution – Some interviewees concluded that the supply chain and role distribution form an obstacle. Interviewee H states “it is a bit of a search what the ideal role distribution is for all parties in the market of reusable elements”. In addition, the number of parties involved is still too small. Interviewee H states “new propositions and collaborations are needed as the number of stakeholders is still too small”. Overall, roles and responsibilities need to be divided among the involved parties. Also, the client should have a steering role in organizing the supply chain. Interviewee G states “the client must have a steering role by being an ambassador and market parties should provide executable solutions”.

Acceptation of a different working method – Some interviewees concluded that a different working method is needed. Interviewee C states “a different mindset and working method are needed. Also, it should be accepted that for now there will be deviated from the Eurocodes”. In addition, the client should accept that designs cannot always be slim and slender. Interviewee C states “a shift in mindset is needed as the application of reusable elements results in more unwieldy designs. Current aesthetic requirements restrict the use of such circular innovations”. A shift in deconstruction method is essential. Dismantling should be the new standard instead of demolition. Interviewee F states “the existing dismantling methods have to be adjusted and optimized also to minimize the risks of damages during dismantling. It would be essential if the use of circular innovations will become business as usual. Interviewee A states “it is not a structural part of the method of working. There is still a risk of going from pilot to pilot instead of going from pilot to business as usual. Via upscaling, innovations could eventually develop towards business as usual and enlarge their impact”. Interviewee F adds “the use of circular innovations should be the starting point”.

Circular requirements in tenders – Most interviewees concluded that circular requirements are either missing or not sufficiently awarded and therefore an obstacle. Interviewees C and H state “currently, EMVI-criteria is used to obtain a fictitious discount on the tender price, and MKI is used to assess circularity”. However, MKI does not fully assess circularity to the full extent. Interviewee H states “MKI is not fully the right tool to assess circularity. Also, the monetarization of the difference in MKI impact is still too small compared to the additional costs of circular innovations”. The use of reusable elements should be favoured in the tender process. Interviewees A, E and G state “the client has to prescribe and favourably award the use of reusable elements in a project or structure, albeit in terms of EMVI-scores or MKI.

Besides these tools, additional circular requirements are necessary. Interviewee H states “there should be included an obligatory requirement to reuse unless.... Additional requirements must be drawn up for released materials for structures at the end of their lifespan. Interviewee A states “released materials from deconstruction should no longer be lapsed to the contractor”. Interviewee G adds “the annex of released materials should be clarified to ensure that these materials will be harvested and reused instead of demolished”. Circular innovations such as reusable elements need to be favoured or awarded in the tender process. Interviewee E states “such kind of developments are essential to stimulate otherwise nobody is going to do it, the market will be stagnating, and there can be no scaling up”. A possible outcome may be making two estimations and use these as preconditions in the tender process. Interviewee F states “a client should make two estimations, one

traditional and one circular. These estimations can be included in the awarding criteria. The difference between the two can be used as an incentive which is not only focussed on money but also on development”.

Uncertainties material specifications – Multiple interviewees concluded that the main risks are unawareness and uncertainties regarding the material specifications, and the residual life of reusable elements have to be substantiated. Interviewees F and H state “the main obstacle is that the material specifications are not fully known. It would be favourable to know the specifications of the materials and elements with whom you are calculating”. Interviewee H states “specifications are for example the condition of the beams and the way they are constructed”. At the moment, research and tests have to be conducted to determine the materials specifications and to create some sort of certainty. Interviewee H states “we start by looking at the archive data and if that is insufficient, additional research is required. In the worst-case scenario, one of the soon to be harvested beams will be destructively tested. As a result, that beam is lost, but all the others may possibly be harvested and reused”. Interviewee E argues “perhaps in the future a broad data pool is created, and it will become easier to determine and substantiate the residual life and material specifications of reusable elements. This even may lead to a reduction in the number of stakeholders needed in such a supply chain”. While interviewee G argues that existing beams should be better compared to new beams “existing and harvested beams are harder and better as they are hardened, have been constructed in line with current design regulations, and have been loaded for a specific amount of time in the structure”.

Another obstacle is to substantiate the material specifications and more specifically the residual life of the elements despite the fact that they are not fully known when using them in a project or structure. Interviewee C states “the main risk is that market parties have to substantiate using reusable materials and elements in a tender”. Interviewee E adds “it is uncertain that the reusable elements consist of the appropriate specifications to achieve the residual lifespan. Therefore, a specialized company such as Nebest must conduct research to prove, substantiate, and provide certainty that these elements can indeed be used for their residual lifespan”.

Scope of projects – Some interviewees concluded that the planning is a barrier. The planning is an important aspect in a project and yet it is a barrier. Additional scope is required in a planning or project for the harvest of elements. Interviewee C states “There should be reserved an additional scope in advance for the harvest of elements as this is more time consuming. In the end there will always be some kind of deadline otherwise there is no objective. Yet, it is different when a structure is at the end of its lifespan and becomes structural unsafe, the planning must be adhered to”.

5.3 Roles of all involved stakeholders

5.3.1 Roles, interests and goals

Roles – All companies were involved from the beginning, yet not all interviewees. The project itself consists of three phases; 1) feasibility study, 2) harvest, test, and modify girders, and 3) realisation (building a prototype). Interviewees A, B, G, and H have been involved from the beginning, while interviewee C got involved in the first phase, and interviewees D, E, and F got involved in the tender for the realisation of the circular viaduct A76. The roles of the parties were based on their area of expertise and proposition. Interviewee H states “the role and expertise of each party decided the focus of the project in each phase, research, design or realisation”. The consortium consists of three phases, yet there are four companies. The companies agreed that Nebest, Antea, and Strukton would each be responsible for one phase based on their area of expertise. Interviewee B states “GBN was not a leading party as we are mainly focussed on the deconstruction, harvest, and modification. These aspects were a sub-part of the whole project, therefore there was no additional value for us to be a leader”. There was no doubt about the role of Strukton as their expertise is construction and realisation. Antea and Nebest however, are both companies that can make designs. Interviewee A states “We as Nebest are able to make design, but Antea is more specialized in designing, so they take the lead in that part. We are good in inspections and research”. Interviewees A, B, F, and H state “Nebest was the initiator and had the lead in the inquiry and first phase. Antea was responsible for the second phase and Strukton is responsible for phase three”. GBN advised in all phases. Interviewee F states “GBN had a facilitating role”. The roles, responsibilities, and interests are given in Table 12.

Expertise’s – All interviewees concluded that the consortium consisted of all the needed expertise’s. Among others, interviewee C states “we have the right expertise’s altogether, including RWS”. Also, all interviewees had in some kind prior knowledge and expertise of either reuse, closed resource loops or circularity. Yet, the expertise of organizing a storage location and storing beams was underestimated. Interviewee A states “we, consortium and client, have quite underestimated this expertise”. In addition, one concluded that the expertise’s were not properly put to use as the project organisation was insufficient and there was poor understanding of the different organisations. Interviewees B and G state “we did not properly use all the roles to their potential and we had insufficient knowledge of each other’s organisation”. Another concluded that the client lacked sufficient knowledge and own skilled people. Interviewee F states “there was a lack of skilled people of their own organisation. Instead, there was mainly hired personnel. There should have been more own people involved as they have a sense of ownership and feel responsible for their own organisation”. Nevertheless, interviewee H states “bottom line, the beams have been harvested and there is a feasible draft design. Also, we are able to guide and support the whole process, thus, the consortium has all the required expertise’s, knowledge and skills for this kind of propositions”.

Interests – The interests of the parties were not stated in the beginning and therefore there were doubts about the objectives of companies and their possible second agenda. Interviewee B states “there were always different interests in the project. We have discussed them, but we have never explicitly sated them, but we could have settled them sooner”. However, it was different on a personal level. Interviewee B states “everyone had the same objective in mind on a personal level”. Nevertheless, all interviewees concluded that the interests were misaligned. Interviewees A, B, G, and H state “each party had its own interest, which made it rather complex to align all interests especially in a research project, and there were discussions back and forth to align them”. Also, the people started too optimistic. Interviewee G states “we started too overly positive”. The interests of others were clear for some people. Interviewee G states “as client, the interests of Nebest were

clear as they wanted to promote their reusability scan, and we wanted solutions for an entire new circular viaduct". Interviewee B adds "Nebest was mainly involved because of the reusability scan, and Antea was interested in the design- and engineering services". There were also doubts about the commercial interests of companies. Interviewee A states "some had an intrinsic drive to make a fundamental contribution, while others were driven by the commercial aspect". The business case was important, but not the main objective in the project for these companies. Interviewees C and H state "there is always a commercial interest in the background. Antea is a commercial company with a sustainable goal, but in the end margins and turnover need to be made. However, finalizing the business case was not our main objective. Rather making an impact and gain learning experience". Interviewee B states "I do not know how it always went within Strukton. They are a contracting company. I sometimes had the suspicion that Strukton wanted to make impact and get paid at the same time". However, the allocation of projects is not the same for everyone. Interviewee B states "Strukton must always participate in tenders, while GBN, Antea and Nebest often get projects award one-to-one". During the project process, the objective of each differed per company. Interviewee H states "everyone had a particular view. In my opinion, researching elements is important, but it should not be the entire objective. Yet, Nebest wanted to do so". Also, other interest came into play due to additional stakeholders. Interviewee C states "eventually there were three teams of RWS involved, A9, A76 and SBIR, the combination Veenix from the A9 (executing party), the municipality of Amstelveen, and the province of Limburg. Each of these parties had additional interests that had to be considered as well".

Table 12: Roles, responsibilities, and interests of the involved companies

Company	Role	Responsibilities	Interests/goals
Nebest	Conduct research, inspections, acquisition control, and monitoring	<p>E: "We map the conditions of the elements by conducting research and taking samples"</p> <p>E: "We conducted research on the beams from harvest to realisation of the viaduct"</p> <p>E: "We assess the reuse potential of girders by means of the reusability scan"</p> <p>E: "We do acquisition control by performing checks and monitoring during harvest"</p> <p>E: "We check the whole process by conducting inspections from the moment sawing is started until the beams are at the storage location"</p> <p>F: "Nebest conducted various inspections overnight at the A9 viaduct to investigate if the girders could be harvested"</p> <p>D: "We have drawn up the interpretation and execution (testing and sawing"</p>	<p>E: "We want to further develop and optimize the reusability scan by harvesting"</p> <p>E: "We want to gain better insight into the processes that work and that do not work and the different phases where damages occur"</p> <p>E: "We document the entire testing process to make a harvest passport"</p> <p>A: "The objective is to close the loop of reuse in existing structures and make a fundamental contribution to the climate objectives of RWS"</p> <p>D: "We want to stimulate reuse and thus a CE as much as possible"</p> <p>D: "The objective for this pilot project is to learn as much as possible over the aspects of reuse, the required research, and the barriers encountered to produce a guideline for future projects"</p> <p>B: "Nebest is mainly involved because of the reusability scan"</p> <p>H: "... Nebest their proposition is to conduct research"</p> <p>G: "... Nebest wanted to promote their reusability scan"</p> <p>A: "We as Nebest are good at inspections and research"</p>
Antea	Desing concepts, calculations, documentation, drawings, and inspections	<p>C: "... the integral approach for the design by securing the structural safety and - connection of all elements, from the harvest until execution"</p> <p>C: "... inspections of the girders at the A9 for reusability and detachability"</p> <p>A, C, and F: "... drafting the execution design and drawing up form- and reinforcement drawings for the viaduct"</p> <p>F: "Antea documented the overnight inspections conducted by Nebest at the A9 viaduct"</p>	<p>H: "The reason that we participated was that we foresaw market signals that circularity was starting to become an increasingly important issue"</p> <p>H: "We wanted to acquire more data to obtain insights and knowledge that could be used in our designs"</p> <p>H: "... make an impact and gain learning experiences"</p> <p>H: "... we wanted to focus on the designs and calculations"</p> <p>C: "The objective is to execute projects as sustainable as possible by means of reuse and sustainable designs"</p> <p>C: "... keep up with and participate in innovations and contribute to a sustainable world by indirectly enabling reuse"</p> <p>C: "... the commercial intertest is to create turnover"</p> <p>B: "Antea wants to make impact, and explore and enlarge the market of circular designs"</p>

			B: "Antea their interests are design and engineering services"
GBN	Dismantling viaduct and harvest girders	B: "GBN took the lead in dismantling the beams and the tender process of CTL" F: "GBN had a facilitating role"	B: "GBN is an impact organisation and wants to achieve a transition to a circular economy" B: "Step by step reuse materials" B: "Circular beams provide a new opportunity to concrete recycling and reuse" B: "The main interest was to make impact, specifically regarding the harvest and the guidance to circularity"
Strukton	Construction and realisation viaduct	B and D: "... executed the harvest of the girders" F: we were responsible for the project management and the realisation of the harvest"	B: "Strukton wants to identify opportunities to expand the market" F: "The main objective of Strukton was to harvest beams to construct and realize a new circular viaduct"
RWS	Client	Initiated the inquiry Inquiry and collaboration agreement Pilot projects for the harvest of the beams and the construction of a new circular viaduct Storage location for the girders	C: "The objective of RWS is to be circular in 2030> this project is one of the many initiatives that contribute to achieve this goal" G: "We were responsible for the SBIR inquiry and with that we wanted to get solutions for circular viaducts" G: "The goal of SBIR was to provide a contribution or grant to develop that solution in the acreage of RWS"

Inquiry

In the beginning, one person of each company was involved. Interviewee B states “people who have known each other for years, started the project together”. Nebest was the initiator. Interviewees B, F, and H state “interviewees A and B know each other from the past. Interviewee B and the person previously involved from Strukton knew each other as well. This person and interviewee H go also way back”. Some of the parties were also connected on company level. Interviewees A and F state “at that time, Strukton and Antea were managed by the same owner. GBN is a portfolio company of Strukton”. The SBIR project was different compared to a traditional tender. Interviewee C states “it was not a standard tender phase. We pitched an idea in the inquiry. We were awarded and got the opportunity to further develop the concept”.

Phase 1: Feasibility study

The first phase consisted of the feasibility study. Interviewee H states “Nebest had the lead in the first phase”. There was more faith in this phase. Interviewee C states “people started to believe in it a bit more”. RWS had made a budget available of €90,000 that had to be shared amongst the parties in the consortium. Interviewee A states “in my opinion we had to share the budget equally. However, not everyone shared that opinion”. One of the outcomes of the feasibility study was that a circular viaduct could be realized. Interviewee C states “we determined in the feasibility study that there is a great possibility that a circular viaduct can be realised by reusing girders. Yet, the study had a limited degree of depth and also depends on specifications of the girders”.

Phase 2.1: Harvest, test and modify girders

The second phase is divided into two sub-phases. The first sub phase is harvesting, testing and modifying the girders. Interviewees B and H state “Antea had the lead in the second phase”. RWS had made a budget of €1.5 million available for this phase. Interviewee H states “everyone thought that this was a significant amount of money, and it will get us where we want, but we never actually specifically stated what we were going to do with the money”. The change in accountability from resulted in tensions between the parties. Interviewee A states “sometimes it was a difficult interplay of forces as Antea and Nebest are normally competitors”. Interviewee H adds “our interests were not aligned, so when we took over the lead, tensions arose”. RWS made a budget available, and Antea was responsible in this phase to allocate the money. Interviewee H states “Nebest wanted to focus more on conducting research on the elements as that is their proposition, while we also wanted to focus on making designs and calculations”. Interviewee A adds “it was rather sensitive for us as we had to give away the lead to a competitor. We drafted a plan for the second phase and Antea had a different objective. Also, our whole approach that we had proposed was called into question and it felt like we had to defend our own idea”. Similarly, tensions arose due to the interference of people. Interviewee B states “at times, there was some kind of project control, but during these times there were some people that interfered with everything. These people often found it hard to let go, me included. During this process there were too many discussions with too little results”. Ultimately, the parties in the consortium had to sort out these tensions. Interviewee A states “there were quite some discussions back and forth. In the end, we came out stronger and it resulted in more synergy and mutual respect. We got closer together”.

Also, initially not all management boards were involved. The level of involvement of the management boards was partly connected to the level of influence the person, acting on behalf of that company, had within the company. Interviewee A states “not all people had equal influence in their own organisations. Sometimes it appeared the people of Strukton and Antea had to it mostly

on their own". The remaining management boards got more involved at the end of the first stage. Interviewee A states "at the signing of the first phase, all directors appeared on stage. From there the remaining board levels got more involved. Perhaps, a budget of €1.5 million also had something to do with it. This was however a breakthrough as we got more support from the management boards. Also, they foresaw that it was an opportunity to position themselves in this sector in a sustainable way and, ultimately, to make money with it, as the concepts were theoretically proven in the feasibility study". Overall, both dissolving the tensions and misaligned interests, and the involvement of the remaining management boards, were a tipping point in the collaboration process".

Pilot projects were needed to harvest the girders and to reuse the girders in the construction of a new circular viaduct. RWS was responsible for these projects. Interviewee G states "if we had provided a prototype site from the beginning, we would have obtained solutions specific to that location, while we wanted solution that solve the general problem. We wanted to keep it open, and had it mind that it would be a worry and search for later. Perhaps, that was a mistake". RWS had however labelled two potential projects for circular pilots. Interviewee H states "these projects were the N33 and A58. However, the A58 was completely off the table, while the N33 had been substantially postponed. Consequently, this created certain uncertainties, and it does not help the process. We had to do the search for other pilot projects ourselves, which was very frustrating. In our opinion, the SBIR-team of RWS could have been a bit more active in the search". The search for a project to harvest beams was rather easy found by the consortium. Interviewee H states "the A9 came quickly into picture and had a great potential to harvest girders". The main issue of that project was the complexity of the contract. Interviewee H states "project A9 had a DBFM (Design, Build, Maintain and Finance) contract with a contractor. Such a contract makes it very complex as the contractor gets fines if he does not deliver on time. Also, it was not stated that there would be harvested any materials. Instead, the contractor would demolish the structure. So, this had to be adjusted in order to harvest. However, then additional interests come into play". Interviewee F adds "Eventually changes were made so we could harvest the beams".

Meanwhile, Nebest conducted investigations to test whether the girders of the A9 viaduct could be harvested. Interviewee F states "RWS instructed Nebest to do all kinds of inspections while Antea documented the outcomes. These inspections were conducted overnight as the A9 was still completely in traffic. They assessed if and the number of girders that could be harvested". Eventually it was concluded that the girders were suitable for harvest. Interviewee C states "we drafted a plan to harvest the beams, but we soon concluded by the outcomes of the inspections that there was a risk in the shear force capacity". The number of harvested beams changed by the minute. Interviewee F states "the number went from 52 to 19 to 34. Ultimately, 33 beams were harvested, and one beam broke during the harvest". Interviewee C adds "we ended up with 27 beams as six were used for testing. We made exploratory calculations in terms of strength of the substructure". The companies involved in project A9 did not have expertise in dismantling a structure as it was initially contracted that the viaduct would be dismantled. Consequently, Strukton had to educate these people. Interviewee F states "RWS did not get the harvest done themselves, so I had to give dismantling- and sawing lessons as the other parties did not have that expertise either".

Furthermore, an additional project was needed to reuse the harvested girders. This search was more difficult in contracts to the search for project to harvest girders. Interviewee H states "eventually the A76 came into the picture. Again, there was already a project team with a contract that stated that a structure had to be built with a specific budget. Again, the scope had to be adjusted, so we could reuse the harvested beams in the construction of the structure". Interviewee C states "we needed a

realistic project, so we chose the project the A76. We knew that there were two viaducts that had to be replaced. One was still relatively new and the other is outdated. We assessed if there were opportunities for reuse in these viaducts and offered it to RWS and also included the A76-team”.

Phase 2.2: Building a prototype

The realisation of the circular viaduct is on hold. Interviewees B and C state “the second phase is still not completed, and the project has unfortunately been on hold for two years and that is due to, among other things, the finances”. The realisation has become a separate project. Interviewee C states “the realisation is now separated from the SBIR. We are now tendering to realise the circular viaduct. RWS has now asked for a kind of two-phase contract where we have to make a preliminary- and final design. Then, a part of the contract is drafted and then it will be offered to the market”. This project is offered to the market as RWS are not able to award a realisation project one-to-one due to internal limitations. Interviewees C and D state “the main intention is to award the tender to Strukton. However, in this way, RWS builds in a fall-back option, in case there will be issues within the first part of the contract composition, they can also go to other tenderers. Also, to create some competitiveness”. If the contract is awarded to Strukton, the other parties of CTL will become sub-contractors. Interviewee D states “Strukton will be the main contractor, and Antea, GBN, and Nebest will be sub-contractors”. The responsibility has been transferred within Strukton to a different department. Interviewee F states “initially, Strukton Infra Specials was involved, but that has been transferred to ‘Beton & Wegen’. They will tender for the design and realisation of viaduct A76”.

Some interviewees concluded that it is rather easy to focus on the ups and downs of the collaboration process, while there should also be looked at the results. Interviewee G states “we are doing something special, with its ups and downs, but there are results in the end. We can whine about what could have done better, but in the end, we have an environmental impact by reusing beams. It has been proven that reuse is good, because you don't have to haul materials all over the world”. Interviewee A adds “every phase was different and created certain obstacles. Yet, we managed to hold on to each other and recover every time. We have learned from the process although I think we could have gotten more out of the learning experiences”. The connections between the involved people have strengthened. Interviewee A states “we are already scaling up, and we know how to find each other much more also in other projects”. Interviewees D and H conclude “overall, we had to do it different everywhere from what was initially anticipated, which made it difficult and complex, but up to now it all has worked out”.

5.3.3 Types of collaboration

Project team – One interviewee concluded that a project team type is more suitable, because of a joint objective and approach. Interviewee C states “in my experience, a project team-type or two-phase contract works and fits better in such projects because you describe your approach and perspective rather than saying that you will include all these options in the tender design. However, you cannot obtain that much certainty with regard to reuse during tendering as the design effort is too high”. Project teams would be beneficial for upcoming developments. Interviewee F states “all big and new upcoming developments have to be put in a form of a project team, which includes all the required expertise’s”. Also, it would be better if there are two contractors present in a project team. Interviewee F states “I think, there should be two contractors in a project team. However, there must be assessed what is needed for success, with which parties, and where we stand in comparison. These actors have to be combined. If that is called a project team, you will the most out of the project”. A project team could even be supplementary to a consortium. Interviewee G states “the chain must be properly organised, and everyone knows its place within the supply chain”. A project team should consist of team players that are willing to look behind their own responsibilities. Interviewee G states “involved parties shouldn't say that they are only responsible for one part. They should be also able to take responsibility and help the client as you are providing a service. You have to understand the cooperation and the client's processes, so the client's problems. These must be aligned”. It should be an interaction between what the project team wants and what the client wants. Interviewee G states “a client understands that a contractor wants to make profit, but the contractor should also understand the client’s problems and what is needed to help the client”. Companies are strongest in their own area of expertise. Interviewee G states “contractors are strong in their own circle of influence, but they find it hard to find the interfaces before and after. With that in mind, the client is responsible for a holistic approach/view”. The table of interests and uncertainties are the most important in a project team and need to be aligned and acknowledged. Interviewee G states “you have to know each other's interests. Uncertainties must be acknowledged and have to be worked out amongst the parties. Innovation is uncertain, so if companies cannot cope with that, they should not participate. We understand that a project team wants to have a margin. But then the table of interests needs to be better understood and, in that case, you end up with portfolios”.

Supply chains – It is important that supply chains are organised, and parties know their places in the chain. Interviewee G states “organising the chain is important and everyone must know their place in the chain when it comes to reuse, but in the end the overall objective is key. A joint objective and strategy have to be formulated to help parties during setbacks”. Parties should position themselves in line with their responsibilities and role, otherwise they will not be as efficient and effective. Interviewee G adds “the client should steer the organisation of the supply chain”.

It can be questioned whether the consortium was a supply chain. Interviewee G states “the project was divided in phases, so you may wonder if there was a chain. In my opinion, it was determined per phase who should take the lead and there was no joint objective from the beginning. Perhaps, our expectations were too high as we thought that a chain like CTL would be able to do more”.

Portfolio contracts – RWS prefers portfolio contracts over project teams. Interviewee G states “project teams require a lot of capacity”. Their main struggle is that other parties cannot fully represent and govern the interest of RWS. Interviewee G states “our own people are needed, otherwise there would not be monitoring or collaboration. For example, the designs have to be examined back and forth. It is different if we put out a set of requirements to the market. Portfolio contracts are more suitable as they require fewer people”. The national V&R task is rather significant

to resolve project for project. Interviewee G states “there is just too much work to do it project by project in project teams. Portfolio contracts are more suitable to resolve this task. The first project can be executed by a project team, but the next 20, 30 viaducts should be realised by means of a portfolio-like approach. Bottom line, the question of how to help the client to resolve this task in a manageable way should be central”.

Contract type – One interviewee concluded that the type of contract or tender has to be considered as well. Interviewee C states “it has not been a standard tender. The process emerged from an innovation inquiry. I think the way RWS offered it is important. That cannot be a standard UAV-GC contract. In that sense, a kind of project team or a two-phase contract should be the basis, because then you have much more opportunity to explore together what is possible on reuse”. An UAV-GC contract comes often with a set of requirements, which may restrict reuse. Interviewee C states “you have to explore the set of requirements with a project team type to find scope. A very tight drafted contract often goes at the expense of those requirement which makes reuse almost impossible at the moment”. In contrast, one interviewee concluded that UAV-GC contracts would actually be very suitable. Interviewee G states “UAV-GC and DBFM contracts require relatively little supervision capacity compared to project teams, alliances and other forms of collaboration, and that is our biggest struggle. The parties in such collaboration types cannot represent our interests, and they cannot manage our internal organisation either. We have to that ourselves”. Standardized action plans are needed. Interviewee G states “you cannot start from scratch for every viaduct”.

5.4 Project Circular Viaducts

5.4.1 Successfulness project

Measurability objectives – It could be concluded that the measurability of the objectives depends on the phase of the project. The measurability was not really essential in the inquiry. Interviewee G states “in the inquiry we had to compare biobased and reuse, so it was not really necessary”. The objectives were measurable in the feasibility study. Interviewee A states “colours were used in the feasibility study to indicate where we were in respect with the objectives”. There were mixed responses for the rest of the project process. Interviewee H states “the objectives were not measurable”, while interviewee F states “the objectives were measurable by means of the harvest of the beams”. Some interviewees that the success is determined by the collective of CTL and RWS, while one interviewee stated that the success is greater than the consortium. Interviewees A, F, and G state “the success is determined by everyone involved in the consortium as the goals were jointly formulated. Thus, all people and companies in CTL and the client, RWS”. Interviewee H states “I think that each organisation partly decides it for itself, but in the end, the client and market are decisive in the success. It will not be a success if it stops at RWS. We have learned a lot, and we have taken a step in the transition, maybe even the first. I think that is a success”.

Objectives achieved – Some interviewees stated that the objectives were met whereas other stated not. Interviewees B and C concluded that the objectives were met whereas interviewees A and G did not. Interviewee B states “the objectives were met as the beams have been harvested and will be reused in a new viaduct, and we are already upscaling”, and interviewee C adds but is also sceptic “it has been proven that reuse is possible. However, there are still some obstacles”. Interviewee G is also sceptic and states “I don't know, because if you don't start, you don't learn and you don't meet your goals. Struggles are part of the process. You have to make mistakes to learn”. An unforeseen objective has been accomplished. Interviewee A states “we have not yet built a reused viaduct in the A76, but we are scaling up. Scaling up was not an objective, so we partly achieved a goal that we had not set for ourselves, but that we had dreamed about. The specific goal that we had written down has not yet been achieved”.

Successfulness project – Most interviewees concluded that the project is to certain extent a success. Mainly due to the upscaling. Interviewees A, G, and H state “it is upscaling, and it initiated the start of the circular transition. The spin-off originated an impact within Nebest, but also within the whole sector. Also, you should see how it resonates and how you see it everywhere”. The project would be a real success if the circular viaduct is realised. Interviewees B, C, and H state “we still haven't managed to get to the next phase and realize the circular viaduct A76. That must happen in order to be a real success. We have not demonstrated yet what can be done”. Upscaling is rather important for an innovation and for the success of it. The more important are the reasons if there is no upscale. Interviewee H states “the reason is important if there is no scaling up. In my opinion, it would be concerning if the reasons are that is technically difficult, additional costs, or the market is not willingly. It would be relatively okay if the reason is whether there is enough supply of materials”. Besides the upscale, there are still some unfinished expenses. Interviewee B states “despite the realisation of the viaduct, there are still expenses that needs to be settled”. One interviewee concluded that the project was not a success. Interviewee F states “we could have done it for half the money. The costs increased as RWS did not have a suitable storage site even though they were facilitating. Looking at the costs, we should have demolished the structure and use new girders”. In general, interviewee H states “if the transition is a success, then the project is also a success. The project is the first incentive for the transition. The transition is larger and wider”.

5.4.2 Ownership girders

Initially, the harvested beams were managed by the combination Veenix at the A9. Interviewee C states “the released materials from the structure would initially become property of the Veenix combination. It has been quite a challenge, also for RWS, to adjust the contract in a certain way and add additional requirements to harvest the girders, so they can be reused”. RWS became the owner of the beams from the moment they were harvested. Yet, the ownership temporarily shifted. Interviewee C states “RWS supplies the girders to test and apply them within the project”. The consortium became the temporary owner of the beams. Interviewee F states “the consortium is responsible for the beams during testing, modifying, and the realisation of the viaduct”. The overall risk however remains at RWS. Interviewee C states “all the responsibility is managed by RWS and thus also the risk whether it succeeds or fails”.

The ownership was however transferred to another department of RWS from the moment they were transported to their final storage location. Interviewee C states “the girders went from the project team A9 to project team A76 of RWS. The latter is part of RWS region South, so eventually they became the owner of the beams. In the end, the beams will be managed by RWS, but it was not contractually defined”. The new circular viaduct will be constructed in the acreage of RWS. Interviewees B, C, E, and F state “in the end, the structure will be managed by RWS after realisation”. The ownership for the long term is not yet fully clear. Interviewee H states “we are still in discussion with RWS”. Also, the general ownership of beams depends on the client or project. Interviewee E states “it relates to the project, because if for example a contractor is going to apply those girders in a provincial road, the province will be owner”.

5.4.3 Warranty girders

The undocumented material specifications of structures that were built in the last century, cause uncertainties with respect to the materials and beams and thus also with respect to guarantees. Interviewee E states “it is a tricky point because the beams were once issued under certificates, and it is yet unknown if these certificates can be transferred one-to-one”. The main risk is that contractors have to substantiate the use of harvested girders. Interviewee E states “additional research and inspections are needed for the beams to ensure a certain comfort to the buyer”. Nebest conducts the research on the beams in the consortium. Interviewee E states “among other things, we conduct research to demonstrate the residual life of the beams. We use the research to prove that these beams have certain technical properties and will be able to last another 100 years”. Procedure for this research have been drawn up. Interviewee B states “procedures have been drawn up to conduct research, test, and modify the beams. We do not give warranties, but we provide warranties to execute services”. There were mixed responses about who eventually has to provide warranties. Interviewee E states “a supplier of reused beams should be able to guarantee that the beams meet a certain quality. While interviewee G concludes “whoever deals with them bears the risks and the warranty model”. Consortium CTL is currently also working on possible solution. Interviewee A states “we are working on structural solutions to be able to issue guarantees by contributing to the current standards and developments”. Ultimately, warranties need to be supplied in one form or another. Interviewee G concludes “in my opinion, warranty should eventually be certified at some point”. Interviewee E expects that an additional role is required for warranties “eventually, a specialized company such as SGS should certify the beams”.

5.4.4 Upscale of the circular innovation

The upscale of the circular innovation is already in progress. The consortium has joined forces with another consortium, Liggers 2.0. The consortium of the upscale is called VOF Groene Liggers. Liggers 2.0 also participated in the SBIR process and were also awarded to execute their submitted concept. Interviewee G states “Liggers 2.0 and CTL were parallel and both consortia had a different objective. The focus of Liggers 2.0 was only to harvest girders, which made in less complex and more manageable and controllable”. A significant number of beams have already been harvested by the VOF and many more will be harvested in the future.

Overall, there are ten parties included in VOF Groene Liggers. Two parties were chosen to govern to keep the consortium manageable. Interviewee B states “we, GBN, and Dura Vermeer are leading the combined consortium, and we have made a large number of agreements with RWS to keep it manageable”. In addition, the tips and tops of both consortia were used in the new consortium. Interviewee B states “the learning points from CTL and Liggers 2.0 are implemented in the VOF”

The ownership of the harvest girders has yet to be decided, and similar questions arise. In general, most of the girders will be owned by RWS. Interviewee E states “most of the beams are managed by RWS, but some of the beams will go to the bridge bank”. In addition, interviewee B states “GBN might take ownership for some the beams. We are going to see if we can match them somewhere. Again, we will do that together with the consortium”.

5.5 Role distribution in future projects

5.5.1 Market model ownership and warranty girders

Several interviewees concluded that a market strategy and model are required for the ownership and warranty of girders. They should be developed and tested. Interviewee G states “we are experimenting with ownership in various forms”. Two options were mentioned where either the market or RWS would be owner. Interviewees A, H and G state “one option is that contractors are service provider by harvesting and storing the girders, and then either sell or lease the girders in a new contract. Another option is that contractors is the girder supplier by harvesting the girders and storing them somewhere else, say RWS. In that case, RWS, will then be the direct supplier and choose where the girders will be used, like in the A44. These are different market models”. Multiple interviewees concluded that it would be beneficial that RWS remains owner for now. Interviewee A states “you want to keep the business case attractive. So let RWS remain owner, because the more transactions of a beam, the more expensive it becomes. That will go at the expense of the business case. It would be better if RWS remains owner and offer them “purely as service”. Interviewee G adds “for now, we as RWS should bear the risk as you cannot expect market parties to be a cheap insurance company. However, our ambition is that eventually the market takes over the ownership”. Whereas the responses were like minded for the ownership, there were some contradictions for the guarantees. Interviewee A states “we, CTL, are working on structural solutions to be able to issue those guarantees by contributing to the current standards”. Interviewee G adds “currently, we are of the opinion that we are a service provider and, as a service provider, we are not going to give guarantees on girders that we take out of a structure at RWS and then reapply in a structure at RWS. Then we think it is very logical that RWS itself provides the guarantees”. In contrast, interviewee G states “whoever deals with the beams should bears the risk, so that also includes the warranty model. If the girders are ours, we supply warranty. If the contractor delivers them, the contractor delivers warranty. It must surely be possible to establish such a model and eventually certify them at some point”.

5.5.2 Alterations in the market

Several need to be changed in the current market. The most important is aspect is that beams should be harvested. Interviewee H states “we have to establish a volume”. In addition, there are aspects from the client side. Interviewee H states “which type of contracts will be offered to the market and how will circular requirements be composed in tenders. In case of reusable elements, will there be mandatory requirements for reuse along with ‘unless’ as not all projects are suitable for reusable elements. Only the client or government have the authority to include or oblige such requirements”. There are also aspects that need to be changed in the market side. Interviewees F and H state “it is still a search for companies, also CTL, for what their proposition will be in this transition. Especially regarding the ownership of the beams. Also, it is still a search who will be organising storage sites. The market could act as a middleman, but it could also be that GBN has a site somewhere and will become a service provider or girder supplier”. Knowledge should be shared in this transition. Interviewee F states “companies should be more transparent”.

One interviewee concluded that RWS should steer the process. Interviewee G states “we should be a managing client and representative by organizing the supply chain. On the other hand, the market has to develop executable solutions”. Another important aspect is that market parties are honest with their weaknesses and strengths. Interviewee G states “parties should be more honest about their capabilities. We are moving towards integrated contracts and then you have to be able to bear risks and design yourself. We can build better if we can design ourselves. Parties have to be

reasonable what they can and cannot do, trust the process and should not be too opportunistic.” A supply chain is as strong as the weakest link. In the end, it is an interaction between client and market parties. Interviewee G states “we are shifting to portfolio contracts and several aspects need to be better understood such as the table of interest. If so, margins can be created. Also, more collaborations are needed to execute the V&R task in a more manageable way”. Interviewee A adds “I also think we, as a market, need to become even more persistent in holding up the mirror to the client. It is an interaction, so we need to do it together instead of you ask, we execute”.

Also, the current knowledge gap has to be reduced. Interviewees A and G state “technical and competent people have to get inspired. We need to educate more people who are active in the average projects. There is a knowledge gap and that is often a barrier to apply innovations in a project”.

5.5.3 Future role distribution

Several interviewees concluded that it is an interaction between the market parties and the client. Interviewee H states “currently, it is a collaboration of the frontrunners and RWS. I think we really have to do this together and at some point RWS has to take over as they are the one in charge of this kind of tasks. I think that we have to shape it together, but ultimately, either RWS or the government will be the main director. It is broader than RWS, but they always take the lead in such things”. Interviewee C adds “we can certainly support RWS in this collaboration. It's very easy to say that the ball is in the client's court, but ultimately, it is an interaction. We must help and strengthen each other in the right way”. However, consortia such as CTL should also take responsibility for some changes. Interviewee F states “in CTL, we are all proportionate to each other and all have the same responsibility, so we should also take the lead for some changes in the market”.

Yet, most interviewees concluded that eventually the client or the government should take control and steer the process. Interviewees C and G state “the client has an important role as this type of innovation modifies or changes the process or approach of a supply chain. Therefore, they should be more steering by providing the boundary conditions, so contractors get stimulated or incentivized to invest and develop. Yet, market parties should not be too opportunistic”. Interviewee A adds “we as market parties can do all sorts of things, but there is no point if the client does not include it in tenders. Say, RWS would now decide that beams must be harvested in every contract and that will be the new standard, it will result in a huge shift”. Government instances have the overview of structures within their management. Interviewee H states “I think you need the government as they manage structures that possibly provide new to be harvested girders. They have the oversight of structures that have to be replaced in the future”.

Ultimately, it starts with yourself Interviewee A states “you can always point to someone else, but it starts with yourself. However, clients do have a huge position to create movement it works both ways”. Yet, the most important aspect is the supply chain. Interviewee G states “the chain has to be organised. The first movers in the chain must have to be intrinsically driven to get an opportunity for margin”.

5.6 Conclusion

5.6.1 Interview findings

A distinction is made between the drivers and barriers of the collaboration process and those of circular innovations. The main drivers of the collaboration process are the intrinsic drive, financial security, and support and commitment of and within organisations. The main barriers of the collaboration process are the significance of a suitable storage location and an improper project organisation. The intrinsic drive of all participants and companies was crucial in the collaboration process along with the financial security. Often, the intrinsic drive goes hand-in-hand with the commercial interest of companies. Initially, the project was improperly organised which resulted in misaligned interest and expectations, limited support from some management boards, and improper use of the available roles within the consortium. In addition, the project became even more complex due to the underestimation of a suitable storage location, unavailable prototype projects, additional stakeholders and the complex organisation of RWS. Overall, the intrinsic drive was crucial, but a proper project organisation of both client and consortium would have smoothed the collaboration process along with more mutual respect.

The main drivers of circular innovations are circular requirements in the tender process, knowledge sharing, and awareness. The main barriers are availability of materials, role distribution, mindset, improper assessment tools in the awarding phase, uncertainties of the reusability of elements, and the scope of projects. On the one side, reusable elements have to be harvested to ensure an availability. On the other side, circular requirements have to be included in the tender process that favour and assign value to these elements and removes some of the uncertainties of the tenderers. In addition, proper assessment tools are needed with respect to circularity and reusable elements. Involved actors should be transparent, and knowledge of innovating should be a base for other parties that are developing similar innovations or for the upscale. Pilot projects create awareness which has the potential to change the behaviour and mindset of companies. A shift in mindset is needed for circular construction and more scope is needed in projects to use reusable elements. Overall, a clear overview should be established of the roles and responsibilities of the parties involved in the circular transition. Also, a clear role distribution removes some of the uncertainties of the business case.

All parties of the consortium stated that the project is a success due to the upscale of the circular innovation. However, it will be a true success after the realisation of the circular viaduct. The consortium consisted of all the needed expertise except for the organisation of storage sites. This role is rather significant, and it comes with great responsibility, therefore it should be included in supply chains. It would be beneficial and rational if RWS takes on the responsibility of storing beams. It is of great importance that the supply chain is properly organised and consists of all the required roles. Portfolio contracts will be preferred over regular projects with the national V&R task at hand. A warranty model has to be developed for reusable elements. Overall, supply chains have to be properly organised with all the essential roles. Traditional roles have to be adapted to a more circular mindset and additional roles are needed. Supply chains are needed to resolve the national V&R task and transition to a closed resource loop. Also, a market strategy and -model are needed for the ownership and warranty of girders.

SQ3: “What are the roles of the stakeholders in practice?”

The roles of the stakeholders in practice are based on the literature and case study. There is a list of traditional stakeholders such as the client, contractor, designer, and suppliers. Then there are also additional stakeholders needed for the transition to a closed resource loop. Examples of additional roles are a transition agent, circularity expert and dismantler. A case study was carried out in which the Project Circular Viaducts was analysed. The roles of the companies and their responsibilities are presented in Table 13. All expertise were present within the consortium, besides the expertise of organising a storage site. Additional insights are needed in the composition of supply chains such as the consortium to achieve a closed resource loop. Aspects such as the organisation of a supply chain, additional stakeholders and expertise, and the most suitable collaboration form will be explained in the next and last sub-question.

Table 13: Involved roles and corresponding responsibilities in practice

Roles	Role description in project
Client/ storage manager	<ul style="list-style-type: none"> - Ensure the project’s interest - Assign funding, pilot projects and other guidelines for the project - Ensure the project is finished successfully - Provide storage location for the harvested beams
Designer/ constructor	<ul style="list-style-type: none"> - Provide designs, calculations and drawings for the circular viaduct - Documentation of the research carried out
Advisor/ dismantler	<ul style="list-style-type: none"> - Assist and advise in the harvest of the beams - Ensure quality requirements are satisfied - Advise in the disassembly of the structure
Contractor/ dismantler	<ul style="list-style-type: none"> - Construct and realize circular viaduct - Advise in the disassembly of the structure and the harvest of the beams
Asset manager	<ul style="list-style-type: none"> - Specialised in testing and assessing the beams - Use of reusability scan to identify reusability elements, material specifications and detachability - Monitor and check beams during harvest
Supplier	<ul style="list-style-type: none"> - Provide an opportunity to harvest beams of an existing structure - Provide a project location to use harvested beams, construct and realize a circular viaduct

6. Evaluation

6.1 Analysis theoretical- and practical results

6.1.1 Drivers and barriers

6.1.1.1 Collaboration process

The intrinsic drive to make a fundamental contribution of the people involved was the main aspect that kept them going. There was no economic burden as the project was financially secured by RWS. The parties of consortium CTL now have a distinctive capability as frontrunner due to their participation in the innovation project. They are able to position themselves in an emerging market. The support and commitment of the entire organisations contributed to more synergy and mutual respect in the process. The drivers and barriers of the collaboration process concluded from the interviews are given in Table 14.

Table 14: Drivers and barriers of the collaboration process

Collaboration process	
Drivers	Barriers
Intrinsic drive	Complex organisation of RWS
Distinctive capability frontrunner	Number of stakeholders
Financial security	Expectations and level of influence
Support and commitment organisations	Project organisation
	Interests
	Mutual respect
	Storage location
	Business case

The main barrier in the collaboration process was the underestimation of a suitable site to store beams. RWS had reserved sites in advance, but these were either not available or properly organised to store beams. This resulted in an accumulation of additional costs also partly due to the indecisiveness of RWS to tie the knot for a suitable site. The complex organisation of RWS was a barrier as in the end different department of RWS were involved and the realisation of the viaduct could not be directly awarded to Strukton even though it was part of the innovation project. The complexity increased even more as each department of RWS had its own objective and interests. Another barrier was the increasing number of stakeholders in the project due to two additional pilot projects. In addition, the stakeholders involved in these projects had each their own objectives, contracts, and interests in their projects. These interests also had to be considered by the consortium. The people involved from the start of the project just started without properly organizing the project. Consequently, the roles, responsibilities and interests of each of the parties were not known and the expectations were misaligned. In addition, not all people involved had the same level of influence within their companies due to a limited support and commitment of those organisations. As a result, the improper project organisation came at the expense of the mutual respect and synergy of the collaboration process. Lastly, the business case cannot yet be finalized. The commercial interest was not the main objective of the involved companies, but it was a close second as the construction industry is profit driven and, in the end, margins and turnover are desired. The companies in the consortium are still searching for their proposition and role in the transition to a closed resource loop market.

6.1.1.2 Circular innovations

The drivers and barriers of the literature study and the case study indicate similarities and contradictions. The drivers and barriers of circular innovations from the literature study and case study respectively given in Table 15 and Table 16.

The environmental impact and the extension of the lifespan of elements are two of the fundamental principles of reuse and a closed resource loop. Reuse provides the opportunity to extend an elements lifespan, which results in less new materials needed. At the same time, the environmental impact is reduced as no new beams have to be made. The extension of an element’s lifespan indirectly affects the reusability of an element. The main objective of pilot projects is to solve existing problems by developing innovations and identifying challenges along the way. Frontrunners are in their turn a driver as they create awareness and prove that the feasibility by adjusting their business case. Awareness has the potential to change behaviour and enables a shift in mindset by consumers. In addition, sharing the obtained knowledge from pilot projects is a driver as other companies can use this knowledge to their advantage in the development of innovations. It does not make sense if companies start from scratch in the innovation process while there are learning points of other innovations available. A change in the tender process by the inclusion of circular requirements is a driver as it stimulates the use of reusable elements. Also, requirements regarding the harvest of elements instead of demolishing them should be included. This stimulates market parties to harvest elements.

Table 15: Drivers from the literature study and case study

Drivers	
Literature study	Case study
Environmental impact	Circular requirements tender process
Extension lifespan of elements	Reusability of elements and beams
Frontrunners and pilot projects	Transparency and sharing of knowledge
	Frontrunners and pilot projects
	Mindset and awareness

Supply and demand must be in balance. Supply is defined by the availability of materials and demand by circular requirements in tenders. The availability of materials is key in a transition to a closed construction loop, but this is still a barrier. A volume should be established, and a clear overview must be created to identify when and where elements become available, and the type of structures and materials that will be released. The released elements need to be well-researched and tested to resolve the uncertainties of the material specification. The EOL phase should be starting point of the design phase with the inclusion of reusable elements. Volume will only be established if client awards the use of reusable elements in tenders. Otherwise, there will be no demand.

There is still a lack of circular requirements in the tender process. In addition, circularity is improper assessed by the available tools. These tools are not yet able to assess circularity to its full potential and therefore need to be further developed. A shift in the inclusion of circular requirements is already ongoing, but there still are significant difference between clients in the awarding phase due to environmental trade-offs, scope in the planning, and mindset. Environmental trade-offs are made due to a difference in costs between new materials and reusable elements. In addition, scope should be included for the harvest of reusable elements as this disassembly is more time intensive, and more expensive as these techniques are relatively new. Consequently, harvesting element is more

costly. Another barrier is that clients do not yet fully accept the use of reusable elements as design deviate from aesthetics and current guidelines and regulations. The current legislation is also a barrier as there is still an absence of appropriate regulations and standards for circular requirements. Bottom line, most of these barriers will be resolved if the client is willingly to pay more for circularity.

The number of stakeholders in the construction industry is complex, whereas there is a limited number of stakeholders involved in the circular transition. Therefore, a clear overview is required of the roles and responsibilities of the parties involved in the circular transition, so missing roles within the supply-chain can easily be identified. Additional roles that have been identified for the supply chain are storage of elements. Knowledge is key in the current state of the construction. Therefore, organisations are reluctant in sharing information and knowledge. However, knowledge sharing, and transparency are needed in a circular construction cycle as this is done by multiple companies. The storage of reusable elements is crucial and therefore additional an expertise is required in the supply chain of a closed resource loop. Overall, the most important barriers are the expertise in storage locations and supply and demand.

Table 16: Barriers from the literature study and case study

Barriers	
Literature study	Case study
Environmental trade-offs	Availability of materials
Consumer behaviour (mindset and awareness)	Business case
Knowledge sharing and transparency	Legislation
Availability of materials	Role distribution
	Acceptation different working method
	Circular requirements in tenders
	Uncertainties material specifications
	Scope in projects

6.1.2 Roles of stakeholders

The identified roles of required stakeholders from the literature study and case study are indicated in Table 17.

A transition to a closed resource loop results in a change in the required stakeholder in a project. These should be involved in the correct phases for an optimal use of their expertise. Many different stakeholders have been proposed in the literature study. Yet, it was concluded in the case study that all expertise were involved except for the storage of reusable elements. This role should be included in collaboration for projects.

The complex nature of circular projects and the national V&R task at hand demands for a shift in collaboration type. Two types of collaboration types can be distinguished, a project team, and consortium. A project team consist of companies closely working together for a temporarily nature and commonly specific for a project. It was identified that a consortium and supply chain are more or less the same. Supply chain is a network of independent organisations that provide optimal material, and information flows preferable for multiple projects and for the long term. In addition, a supply chain is as strong as the weakest link, so all involved parties must be willing to share information ad strive for joint objectives. Overall, the client’s perspective regarding the type of

collaboration, its composition, and the role distribution within a closed resource loop is also required.

Table 17: Roles from the literature study and case study

Literature study	Case study
Required stakeholders	Involved stakeholders
Transition agent	Client
Circularity expert	Designer
Dismantler	Constructor
Dealer in recovered goods	Advisor
Reclamation expert	Contractor
Reverse logistic service provider	Dismantler
Investor	Asset manager
	Supplier

6.1.3 Intermediate conclusion evaluation

The drivers and barriers of the collaboration process and those of circular innovations have some interfaces. These are merged with the drivers and barriers of circular innovations and the remaining others are excluded as the objective of this thesis is circular innovations. The main themes identified are the drivers, barriers, tender process, who should take the lead in storing beams, type of collaboration, and the organisation of a closed resource loop system. In addition, other themes identified are the market strategy and model are needed for the ownership and warranty of girders. In addition, the drivers, barriers and roles of the involved stakeholders in a construction loop are the base of this thesis. Therefore, one question of each of these topics is formulated for the client interviews. The other remaining questions are formulated focussing on the willingness of the client and scope in the planning, leading stakeholder for the storage of reusable elements, the type of collaboration, and the supply chain as a whole. The questions are given in Appendix E: Interview Protocol clients.

6.2 Client's perspective

Consortium CTL consists mainly of market parties, but RWS is also involved. Consequently, the case findings of the interviews are mostly based on the perspective of the market parties. Yet, the construction industry is an interaction between client and market parties. Therefore, it is of importance to obtain the perspective and understanding of the client as well. Client interviews are used to gather understanding of the viewpoint of the client regarding the transition to a closed resource loop system and the application of circular innovations. Pre-determined questions have been formulated based on the analysis between the literature study and the case study. In addition, client interviews are required to generalize the outcomes of the literature study and case study as the results of a single case study can only be limited generalized. The client interviewees are given in Table 18. The interview transcripts are anonymised, so names are either removed or replaced with company names. Both interviewees have either prior knowledge of circular innovations and infrastructure or innovation and transition. One interviewee was also involved in the open learning environment of the SBIR inquiry.

Table 18: Client interviewees

Interview number	Position within company	Company	Transcript code	Date interview	Text code
9	Program manager Sustainable Infrastructure	RWS (GPO)	RWS 2	14-6-2024	I
10	Manager Innovation and Transition Theory	RWS	RWS 3	20-6-2024	J

Two people are interviewed. The interviewees are positioned in a different department of the same organisation. These people evaluated on their knowledge of circular innovations or the circular transition. In addition, they either should have knowledge of or are positioned in the infrastructure sector as this thesis is also focussed on this specific part of the construction industry.

6.3 Structure client interviews

The structure of the interviews combined with the interview questions are listed in the interview protocol, given in Appendix E: Interview Protocol clients. Semi-structured interviews are used to reflect the outcomes of the literature study and case study with the perspective of the client regarding the transition to a closed loop system and circular innovations. The outcomes of the client interviews are used to formulate an answer for the fourth sub question.

The client interviews are divided into two sections. The first section is focussed on the personal and company details of the interviewees. These questions are related to obtain information of the position and responsibilities of the interviewees. Their personal data will not be used in this thesis and the interview transcripts are anonymised. The second section is subdivided into six parts. Each part focussed on a different aspect and is formulated in a question. The questions are based on six themes that are identified in the evaluation of the results of the literature study and case study. these topics are the drivers and barriers of circular innovations, tender process, role distribution for storing reusable elements, preference of collaboration form and the organisation of the supply chain. Next to the questions, background information is provided for the experts.

The average duration of the client interview was approximately 35 minutes. The pre-estimated time for the interviews was 30 minutes. All interviews were recorded.

6.4 Results client interviews

6.4.1 Drivers of circular innovations

The identified drivers of the client interviews are presented in Table 19.

Table 19: Drivers of client interviews

Drivers	Sub drivers
Front runners	<ul style="list-style-type: none">- Circular ambitions, objectives and business case- Commitment of the company- Strategic choices- Prior knowledge of innovations
Supply and demand	<ul style="list-style-type: none">- Circular requirements in tenders

Frontrunners – Frontrunners are needed to enable circular innovations. These companies should have circular objectives, -ambitions, and business case and are committed throughout the whole organisation. In addition, strategic choices are made focussing on circularity. Often, there is willingness among the people within the organisation, but the hard choices are either not made or postponed by the managing boards. Most companies work top-down instead of bottom up. It will have a significant impact if the top decides to fully engage in reuse, unless, and fully implement this in all projects. There are many opportunities available, yet these must be pursued. In addition, companies should have prior knowledge of innovations within the organisation or even their own innovations, so there is sufficient knowledge to compose a proposal. Companies should have their own innovation processes or -department. The intrinsic drive of the people within the company and the company itself will not be sufficient. Lastly, there are many pilot projects of RWS and municipalities available. However, in the end, hard and strategic choices are needed for circularity and upscaling. These choices are often more difficult as it means there need to be made sacrifices.

Supply and demand – It is an interaction between supply and demand, and these must be aligned. Currently this is both a driver and a barrier. Companies are willing to innovate, but it is not demanded in contracts or tenders, there will be no business case. Supply and demand must be in balance to ensure the application of circular innovations. Also, these innovations must be sufficiently and awarded. Circular requirements are a solution to create demand. Currently, it is a standard contract clause that all released materials will belong to the contractor. Adjustments are made to this clause. One of the adjustments is a disassembly requirement ensuring that all elements are disassembled instead of demolished. At the moment, MKI is one of the criteria that assesses sustainability. An additional budget is provided by RWS belonging to the Sustainable Infrastructure Program. This budget is intended to invest extra money in the use of innovations within those projects. Also, the department Project Assignment Form (Project Opdracht Formulier) within RWS includes an obligatory requirement for all tenders that are put out regarding the renovation or replacement of a structure. Overall, more and more circular requirements are included in tenders.

A clear overview must be established of when beams will become available and when and where the beams can be reused.

6.4.2 Barriers of circular innovations

The barriers identified in the client interviewees are indicated in Table 20.

Table 20: Barriers of client interviews

Barriers	Sub barriers
Scope in planning	Inclusion of circular innovations in tenders
Circular designs	Available materials
Monetisation circular beams	Comparison of CO2 and circularity
Space required	Storage locations
Transparency	Sharing of knowledge
Circular assessment tools	MKI, boundary conditions, and other indicators

Scope in planning – The planning and execution time are a barrier as scope is needed for the application of innovative solutions as these require more time or a different implementation method. The plannings are still too tight, which will be a constraint for circular innovations. For example, the harvest of elements must be done within the planning of a project. There can be harvested when the structure is closed during specific weekends. These weekends cannot be extended as the structure must be open again on Monday morning at a specific time. If the planning is designed for demolishing a structure and instead there will be harvested, it does not fit timewise. Overall, this will be a barrier especially in the upscale of reuse beams as these elements will be more applied and in the end the execution time is decisive.

Circular design – The availability of materials must be considered in the designs instead of starting from scratch.

Monetisation circular beams – The costs of circular products are currently monetised in terms for a traditional optimized market. In addition, a normal beam is valued too cheaply as the CO2 emissions needed to construct such a beam, MKI, or the damage it causes to nature are not considered in the price estimation. This is not considered at the moment. In addition, reusable beams compete in a fully optimized market. Therefore, the costs of circular beams are for now more expensive as all techniques and methods are still more time intensive.

Space required – Space is required for storing reusable elements. Yet, space is scarce in the Netherlands.

Transparency – The current market is not accustomed to sharing information. However, transparency is needed regarding solutions in the transition to a closed resource loop.

Circular assessment tools – MKI is one of the assessment tools that stimulates circularity. However, it does not properly assess circularity yet as the inclusion of reusable elements in tenders is more complex. In addition, other boundary conditions must be in place, such as availability of elements, storage location, scope in the planning. If these boundary conditions fall short, it still does not work in a tender or contract. MKI is however sufficient for other types of resources, such as asphalt. Currently, MKI is the best assessment tool available. There are other indicators such as MCI (Material Circularity Indicator) to measure and award circularity. Yet, appropriate data is missing for these indicators, otherwise the meaning of the results of these indicators are unknown. Examples of missing data is the condition of object and structures, actual residual life, maintenance performed, where the elements will be reused, when it becomes available and the match of supply and demand. MKI is further developed at the moment and RWS research other steering tools.

6.4.3 Willingness of the client

RWS objectives are to be climate neutral and circular by 2030. These objectives are conditions to proceed with replacement projects as replacement must be done. Therefore, there is a certain willingness. RWS is already awarding parties and additional budget is allocated. MKI is used in tenders, but sometimes other costs are also compensated. There are subsidy regulations. Overall, RWS is willingly to pay more.

Additional scope in the planning impacts other interest besides sustainability. For example, it has an impact on CO2 emissions as traffic is detoured for a longer period. In general, CO2 and circularity cannot be compared, but if there no other arguments beside reuse and it is detrimental for CO2, then this argument will weigh a bit heavier.

6.4.4 Role distribution beams

RWS is testing four scenarios for the storage of reusable elements. These scenarios are analysed in projects. In the end, the scenarios will be reflected, and the costs estimated. All scenarios have their own advantages and disadvantages.

1. New parties will emerge that specialize in harvest, storage and supply of beams. The market regulates and pays for storage, performs research and modification, and supply and match the elements. Sub scenario are market parties that jointly invest in storage locations and harvest, or parties build up their own stock of elements and reuse them in their own projects.
2. RWS takes the lead and regulates storage, harvests and supplies beams
3. RWS supplies to another government; municipalities and provinces manage even more bridges and viaducts in their acreage
4. RWS acts as matchmaker also known as the bridge bank; beams are offered; parties, companies, governments or RWS will put a request for the beams

One interviewee referred to other research that advised that the government should take the lead in storing beams, because the government have more sites under their own management and do not have to rent these to a commercial price to stores beams.

Supply chain beams

Missing roles are specialized companies in harvest, certifying, storage and supply. The supply chain must still be developed for certain elements. The supply chain of high-quality reuse and recycling of asphalt and concrete are merging, while the supply chain of beams has yet to be set up. The supply chain of guide rails already exists. RWS will also be a possible partner in supply chains. We are in the phase to discover it together. The market of sound portals and sheet piling is already self-sufficient. It differs per circular product. Also, most of the supply chain is outsourced to low-wage countries in other sectors. This complicates the collaboration and circularity of the chain.

Responsibility role storing elements

Chains of other resource flows such as asphalt, concrete, soil, sheet piles, guide rails already exist. Currently, RWS stores some beams themselves, but they may eventually conclude that market parties should organise the chain themselves in time.

6.4.5 Type of collaboration

More effective collaboration forms are needed for the V&R task. Portfolio contracts are emerging. Consortia would be more suitable, otherwise there is a different project team for each project within the portfolio contracts. Change is needed as there can no longer be a separate project team for each project, because that will not work in portfolio contracts. RWS is determining a more effective form of collaboration to resolve the V&R task. RWS joined forces with VOF Groene Liggers which is a consortium. The collaboration is effective, because there is a lot of expertise available (contractor, harvester/demolisher, etc). The vast majority of projects of RWS are executed with project teams at the moment, but RWS does not have a specific preference for a type of collaboration. A supply chain and consortium are similar, because most of the times a supply chain is present in a consortium and more or less also in a project team. A supply chain and collaboration from different angles is needed by definition. But how it is stated in contracts is yet unknown.

In general, RWS is also a company in the market and also depends on the choice of politics and the transition implicates all parties; thus, it would not be fair if there is only looked at the government for a change in the current legislation and regulations.

6.5 Conclusion – SQ2 and 4

SQ2: “What are the drivers and barriers in practice?”

The drivers and barriers for circular innovations in practice are given in Table 21. Supply and demand are the most important and key for the inclusion of circular innovations such as the reuse of elements. In this case, the circular innovations are supply and tenders of the client are demand. It is an interaction between market and client. The availability of reusable materials is still a barrier but can be resolved by harvesting elements. The market has to ensure that there is a sufficient volume of the reusable materials. In turn, the client has to award the inclusion of these elements in projects. The inclusion of circular requirements in tender’s levels the play field and ensures competitiveness. Also, proper circular assessment tools are needed that assign appropriate value to reusable elements. Companies are stimulated to use reusable elements in projects due to circular requirements and proper assessment. Circular requirements are increasingly being added to tenders by clients. However, there is still an absence of proper circular assessment tools. Additional specifications are required for a proper assessment. This additional data is amongst other the material specifications of the elements. The uncertainties of the material specifications are also a barrier as the specification are either limited known or unknown. Therefore, research techniques have to be developed to determine the material specification of the elements along with their residual life. Consequently, uncertainties with respect to the material specifications will be reduced and companies can substantiate the use of these elements by means of this research. The extension of the lifespan of an element reduces the environmental impact and is an important driver for the construction industry to become more circular.

Table 21: Drivers and barriers circular innovations

Circular innovations	
Drivers	Barriers
Circular requirements tender process	Availability of reusable elements
Reusability of elements	Business case
Transparency	Legislation
Front runners	Role distribution
Supply and demand	Circular designs
	Circular assessment tools
	Uncertainties material specifications
	Scope in planning
	Scarcity of space
	Monetarisaton circular elements
	Sharing knowledge

In addition, circular innovations are still part of environmental trade-offs. First of all, circular designs are not desired as they have limitations in aesthetics. Circular designs are unwieldy due to the use of reusable elements whereas new elements may lead to a slim and slender design. Either the client or an important commission at their end still desire slim and slender design which hinder the use of reusable beams. Therefore, a change in mindset is needed by both these commissions and the client. These parties have to be made aware that a change in mindset is needed for the application of circular beams and it benefits the transition to a closed resource loop. Their focus should be more circular instead of aesthetic. Designers have an important role as well as they have the knowledge of

both traditional and circular designs. They in turn can provide the client or a commission the opportunities of a more unwieldy design with respect to circularity.

Second, the application of reusable elements results in a deviation from existing guidelines. Legislation is still a barrier as the current regulations and guidelines are not designed for the application of reusable elements. Consequently, new guidelines have to be developed for the use of reusable elements in design, calculations and in construction. Instances, such as CROW, has to adjust current guidelines or develop new ones. In addition, existing regulations and legislation has to be adapted. The government should either incentive or oblige the use of reusable elements in projects by providing modified regulations and legislation specific to the transition to a closed resource loop. Eventually standard procedures are needed to facilitate the project process.

Third, the costs of reusable elements are higher due to improper monetarisation. Regular beams are cheaper as raw materials are cheap, and the environmental impact, CO2 emission and damage to nature are not considered in the pricing of regular beams. Circular beams currently have to compete in a fully optimized market focussed on regular beams as there is not yet a specific market or demand for them. For now, market parties and clients have to accept that circular beams are more expensive and should be willing to pay more for circularity, also in projects. There will be no demand if neither the market parties nor the client is willing to pay for circularity. In the long term, both circular beam and regular beams have to monetarized based on the same aspects. So, amongst other aspect the environmental impact.

Fourth and last, the harvest and disassembly of elements is more time intensive compared to demolition. Often, the planning is key in a project and is tightly scheduled. This will be a constraint for the harvest and use of reusable elements. Therefore, additional scope is needed in projects, so opportunities arise of harvesting potential reusable elements instead of demolishing them. The harvest is also beneficial for the transition to a closed resource loop.

Frontrunners that have participated in innovation projects enable circular innovations. These companies should adjust their business case by formulating circular strategies and -objectives. In addition, they are intrinsically driven to make a fundamental contribution and are committed and have support throughout the entire organisation. Frontrunners create awareness which in turn has the potential to change the behaviour and mindset of clients and market parties. In addition, companies and consortia should be transparent. Knowledge should be shared and made publicly available of the learning and evaluations, so other companies can use this information as groundworks in their own innovations and projects. However, sharing knowledge between companies outside of a consortium is still a barrier as companies are not accustomed to share information. Knowledge and information are key in the current state of the construction industry, so companies are reluctant in sharing information. This barrier can be overcome by creating awareness of the significance of information sharing. A circular construction cycle benefits from information sharing. Also, the transition to a closed resource loop as processes, methods, and techniques can be finetuned due to transparency and knowledge sharing.

The number of stakeholders involved in the construction industry is broad and complex, yet the number of actors in the transition to a closed resource loop is still limited. Other companies and consortia are needed in the transit along with additional expertise's and roles. Companies that are involved are still searching for their proposition and the corresponding business case. These roles have to be properly distributed among the market parties and the client. Another important aspect that has to be considered is the space needed for suitable storage locations. Yet, space is scarce in the Netherlands.

SQ4: “How should a closed resource loop system be organised?”

A closed resource loop system is optimally organised if all needed expertise's are present, and the responsibilities are effectively distributed. There exist already supply chains for products, such as asphalt, concrete and guide rails. Yet, there is not a supply chain for beams. Therefore, the roles required are in this case specific for the supply chain for beams. Supply chains for other products already exist, for example guide rails or asphalt. The identified stakeholders by the literature study, case study and client interviews form a base for a closed construction loop system. Transparency and knowledge sharing would be key in the organisation of a supply chain. This will optimize the process and contributes to the efficiency. Some of the roles obtained from the literature study are added as an expertise to another role. This will also be beneficial for the supply chain. The lesser stakeholders in the chain, the lesser transactions, the lower the costs of the beams. Table 22 indicates the roles required for a closed resource loop for beams, the responsibilities for the roles and the which party should take the lead for this role.

Transition manager:

Transition manager is a combination of a transition expert and an asset manager. The main responsibility should be to identify structures that have to be replaced on the short- and eventually long-term within the acreage of the client. Therefore, it would be beneficial if this role is included in the organisation of the client. The client often manages structures, which would make it easier to identify the EOL structures.

Circularity expert:

The circularity formulates circular strategies and objectives. In addition, it identifies circular opportunities in EOL that have been selected by the transition manager. This role can be both an independent position within a company or a consultant. It would be beneficial if both the client and contractor have a circularity expert with respect to reuse.

Harvester:

The harvester can either be a demolishing company, a company that is specialized in resource flows, or a combination of both. A demolishing company has expertise in demolishing structures. Regardless, different deconstruction techniques and methods are needed to harvest the beams. The willingness of demolition companies to adjust their business case is decisive. Otherwise, no companies specialized in the deconstruction and harvest of beams have to emerge. The reverse logistics provider can be merged with this role as the harvester could transport to harvested beams to the storage manager, but this can also be done by the storage manager itself. A harvester may also be a storage manager itself. Market parties should take the lead in this role.

Storage manager:

The storage manager searches for suitable sites, organises them for storage of beams and stores the beams. The reclamation expert can be merged with this role as the storage manager allocate the beams. Also, the storage manager has to obtain the beams by transport, or the beams are transported by the harvested to the storage locations. This role may also be merged with the supplier. There are currently different scenarios:

- Either existing market parties or new specialized companies will be responsible for the storage of beams and all related aspects. Market parties may also jointly invest in storage locations and or parties organise their own storage sites

- The client takes the lead and regulates storage

RWS currently stores beams. In general, the client should be responsible for the storage of the beams on the short-term. They manage storage sites, are more suitable to bear the risks associated with the beams, do not have to worry about commercial prices, and have more oversight. The responsibility of storing the beams should eventually be shifted to the market parties. By taking responsibility for the short-term, the client can steer the market parties in organising storage sites. Also, market parties should be able to develop and optimize these processes.

Supplier:

The supplier provides a service by supplying the beams. The business model for supply the beams is yet to be determined. This also depends on who will become the supplier. Some supply chains for other products are already self-sufficient. Insights can be gained in the way of supplying to adjust it to business model of beams. The roles of supplier and storage manager may be merged into one role. There are different scenarios for supplying beams.

- The client supplies to other governments as often municipalities and provinces manage even more viaducts in their acreage compared to RWS
- The client acts as matchmaker also known as the bridge bank. The beams are offered on a platform and market parties, governments or other clients can request beams

Certifier:

A certifier specializes in certifying beams and ensure that the harvested beams meet the current standards and regulations. In addition, it performs inspections on the reusability of the beams and the conducts research to obtain the material specifications and residual lifespan. Market parties should be responsible for this role. Either existing companies or new companies are needed for this role.

Modifier:

The modifier adjusts and modifies the beams based on the requirements of the new to build structure. The modifier ensures that the beams are reusable and applicable for construction. Market parties should take the lead for this role. This role can also be merged with the harvester or can be an expertise of the contractor.

Table 22: Organisation of a closed resource loop

Organisation of a closed resource loop		
Required stakeholders	Responsibilities	Leading actor
Transition agent/ asset manager	<ul style="list-style-type: none"> - Identifies EOL structures that have to be replaced on the short-term along with the opportunities regarding the potential reuse of the beams in these structures - Draft portfolio contracts of multiple similar viaducts - Liaison between client and dismantler and other required roles - Coordinate roles for the harvest of identified structures - Formulate strategies, objectives, goals - Ensures that the harvest of elements is carried out according to the guidelines and regulations 	Client (manages structures in their acreage)

	<ul style="list-style-type: none"> - Inventory management, develop systems or trackers for realised structures to monitor them, monitor the lifecycle - Report and document possible structures 	
Circularity expert	<ul style="list-style-type: none"> - Formulate a long-term circular objective and goal - Has circular knowledge and understanding - Identifies circular opportunities - Develop circular strategies: formulate circular objectives, principles and goals, and draft a long-term strategy - Cooperates and tight connections with the transition agent - Identifies opportunities to either harvest or reuse beams (depending on the stakeholder/role) - Design and draft reuse strategies for the reuse of elements in projects - Develop guidelines, regulations for standardizing harvest (at the client) - Organise trainings or sessions to create awareness for reuse of materials or in general and closed resource loops 	Client and contractor
Harvester	<ul style="list-style-type: none"> - Develop and optimize deconstruction techniques and methods - Assess whether elements can be harvested - Develop and optimize harvesting techniques and methods - Identify risks associated with the to be harvested elements or after the harvest and develop procedures or methods to mitigate these risks - Oversee the logistics for the elements after the harvest, so transport to the storage location - Ensure that the dismantled and recovered elements and materials are transported to the right spots for reuse purposes 	Market party
Storage manager	<ul style="list-style-type: none"> - Organise sites for storage - Storage of beams - Manages the inventory of beams - Has knowledge about the allocation of reusable beams, so they can be bought or stored 	Client
Supplier	<ul style="list-style-type: none"> - Pricing of the beams - Document the type of beams - Explore different services; supply, sell, rent, lease 	Client
Certification specialist	<ul style="list-style-type: none"> - Specialised in assessing and certifying the performance of harvested beams - Certifies beams - Ensure that the beams meet the standards - Conducts research and inspections for and on the elements to obtain their material specifications (this can either be done by the certifier or a separate role or company has to do this) 	Market party
Modifier	<ul style="list-style-type: none"> - Modifies beams 	Market party

Figure 14 illustrates the leading actors in each phase of the project process of harvesting and storing beams and constructing and monitoring the realized circular viaduct. Figure 15 indicates all required roles and their phase of involvement in a circular construction process. The consortium consists of several companies that each have a different expertise and role in a project. In comparison, consortium CTL consisted of a designer and constructor, contractor, harvester, certifier and the client. As can be seen, the monitoring phase is the end phase of the project process. This phase will be the starting point at the EOL of the structure, so the elements can again be harvested and reused.

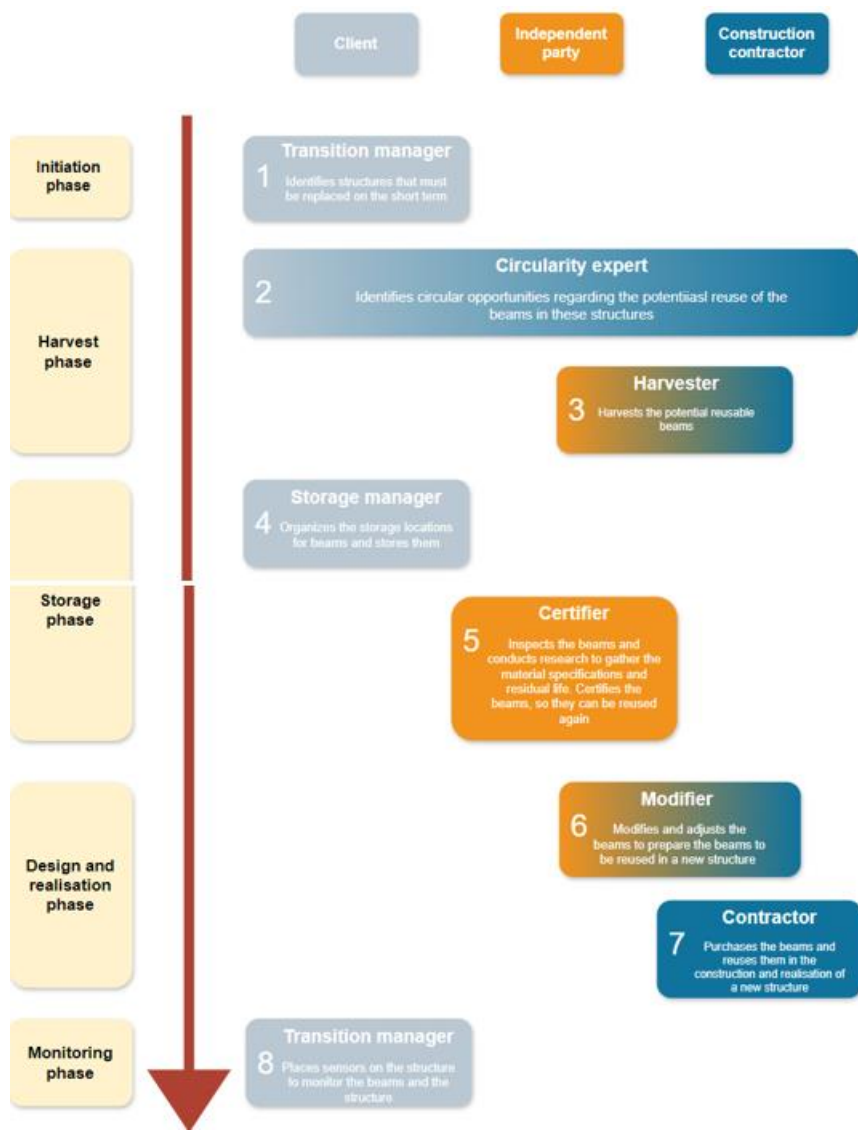


Figure 14: Leading actors in the project process of harvesting elements

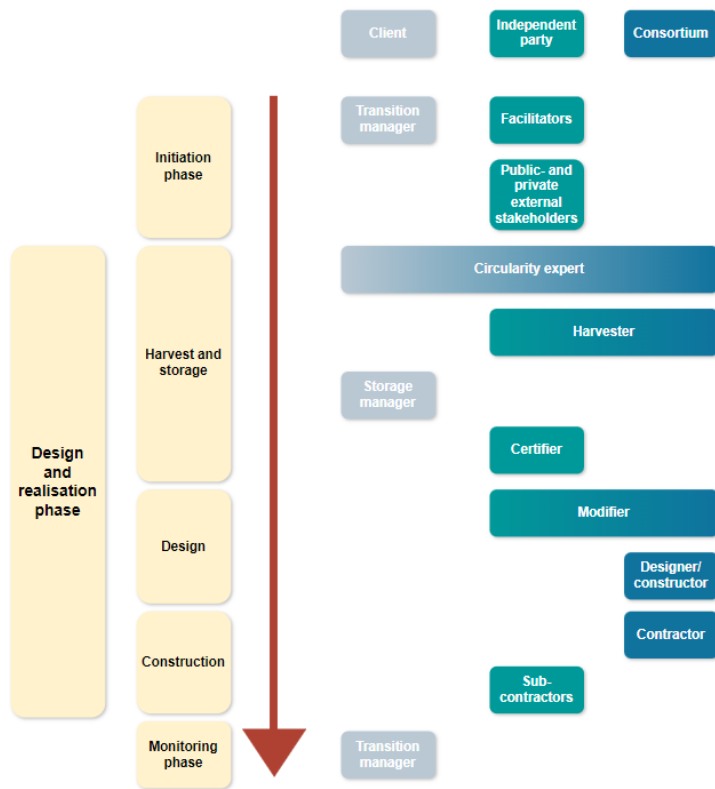


Figure 15: Actor involvement in each phase in a closed construction loop

Circular long-term objectives are needed to ensure support and commitment of all stakeholders in the chain and establishes a joint objective, vision, and strategy. Consortia would be beneficial as they often consist of a supply chain and are aimed for the long-term, and thus multiple projects. This would be an effective collaboration form in case of a shift to portfolio contracts. The client should have a steering role in the organisation of the supply chain. The client has more influence in the tender process and should therefore be more steering. Figure 16 provides the short-term and long-term objectives for the transition to a closed resource loop and a circular supply chain.

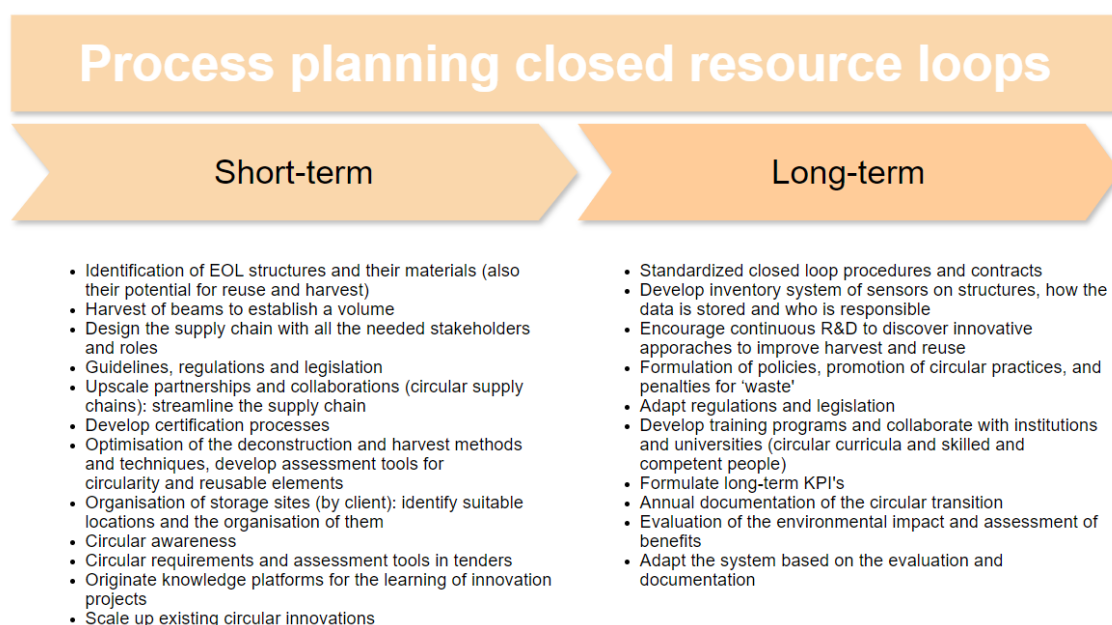


Figure 16: Process planning for the transition to a closed resource loop

7. Discussion and limitations

The results of the client interviews are evaluated and compared to the outcomes of the analysis of the literature study and case study.

7.1 Discussion

7.1.1 Drivers

The main drivers concluded by the clients are frontrunners and the balance between supply and demand. The frontrunners are characterised by their circular ambitions, -objective and -business case. Such organisations are committed, make strategic choices in favour of circularity and often have prior knowledge of innovations. Supply and demand are mainly characterised by circular requirements in tenders. Table 23 indicates the drivers obtained from the literature study, case study and client interviews.

Table 23: All results of the drivers

Literature study	Case study	Client interviews	
Most important	Collaboration process	Circular innovations	
Environmental impact	Intrinsic drive	Circular requirements tender process	Frontrunners: <i>Circular ambitions, objectives and business case</i> <i>Commitment of the company</i> <i>Strategic choice</i> <i>Prior knowledge of innovation</i>
Extension lifespan of elements	Distinctive capability frontrunner	Reusable elements	
Front runners	Financial security	Transparency and sharing of knowledge	
	Commitment organisations	Frontrunners	Supply and demand: <i>Circular requirements in tenders</i>

The inclusion of circular requirement is an interaction between supply and demand. A volume must be established at the supply side, where circular requirements should be included at the demand side. This should balance supply and demand, but circular requirements are not properly assessed yet by the available tools. This is still a barrier and is explained in the next part. There are already circular requirements included. RWS has adjusted the standard contract clause, that all released materials will belong to the contractor, by adding a disassembly requirement to ensure that all elements are disassembled instead of demolished. Also, an obligatory requirement is included in all tenders regarding the renovation or replacement of a structure.

It was concluded from the earlier analysis that certain commitment, power, and latitude is needed within organisations. These aspects are similar to the circular ambitions, objectives, business case, and strategic choices of companies. These aspects should correspond to frontrunners. Companies should make strategic choices in favour of circularity and upscaling, otherwise there will be no business case. Often, there is an intrinsic drive throughout the organisation. Yet, this drive is important, but it is not decisive as in the end hard and strategic choices must be made by the top of the company. Most companies work top-down and thus it will have a significant impact if the top decides to fully engage in reuse, unless, and fully implement this in all projects. Frontrunners have distinctive capability and have the opportunity to position themselves in an emerging market. Also, it would be beneficial if companies have prior knowledge of innovations within the organisation or even their own innovations, so there is sufficient knowledge to compose a proposal. It would be beneficial for the entire market if this knowledge is shared to enable more circular innovations.

7.1.2 Barriers

Many drivers can be found in literature, but even more barriers. Some of the current drivers originate or will be an outcome of some barriers. For example, new legislation and regulations could be a potential driver to stimulate and facilitate the transition. However, the fact that new legislation is needed indicates that the existing is not sufficient for circular aspects. The same can be applied for the business case. A financial return is a desired, but that requires investments. These investments are still high as circular innovations are still infancy and not fully developed and optimised. Consequently, these drivers are now an obstacle, but eventually become a driver.

The main barriers concluded by the clients are circular designs, circular assessment tools, monetarisation circular beams, space required, transparency companies, and scope in the planning. Circular design is characterised by the use of reusable elements. Circular assessment tools are defined by MKI, boundary conditions, and other indicators. Space required corresponds to the storage locations. Table 24 presents all the barriers obtained from the literature study, case study and client interviews. There is an overlap between several barriers earlier identified and the barriers from the client interviews. These overlaps are circular requirements and circular assessment tools, environmental trade-offs and monetarisation circular beams, scope in the planning and planning future projects, circular designs and the acceptance of a different working method, space required and storage locations, and transparency and knowledge sharing of companies. In addition, the results of the willingness of the client, and the scenarios regarding storage locations by RWS are evaluated. These aspects have respectively an overlap with environmental trade-offs and storage location.

Table 24: All results of the barriers

Literature study	Case study	Client interviews	
Most important	Collaboration process	Circular innovations	
Environmental trade-offs	Number of stakeholders	Appropriate assessment tools for reusable elements	Circular designs: <i>Reusable elements</i>
Consumer mindset, behaviour and awareness	Storage location	Business case	Circular assessment tools: <i>MKI, boundary conditions, other indicators</i>
Knowledge sharing and transparency	Business case	Uncertainties material specifications	Monetarisation circular beams
Availability of materials		Role distribution	Space required: <i>Storage locations</i>
		Acceptation different working method	Transparency companies
		Availability of materials	Scope in the planning
		Legislation	
		Planning future projects	

As mentioned before, supply and balance should be in balance, whereas supply is defined by the availability of materials and demand by circular requirements in tenders. The availability of materials is key in a closed construction loop, so therefore there should be established a volume. In addition, a clear overview is required to identify when and where elements become available, and the type of structures and materials that will be released. The released elements need to be well-researched and tested to resolve the uncertainties of the material specification. The EOL phase should be

starting point of the design phase with the inclusion of reusable elements. Volume will only be established if client awards the use of reusable elements in tenders.

MKI is one of the assessment tools that stimulates circularity. However, it does not properly assess circularity due to the complexity of reusable elements in tenders. In addition, other boundary conditions must be in place, such as availability of elements, storage location, and scope in the planning for the assessment of these elements. Without these conditions, reusable elements cannot be assessed. MKI is currently the best assessment tool available as other indicators, such as MCI (Material Circularity Indicator), require additional data, that is often missing, otherwise the meaning of the results of these indicators are unknown. Examples of missing data is the condition of object and structures, actual residual life, maintenance performed, where the elements will be reused, when it becomes available and the match of supply and demand. MKI is further developed at the moment and RWS research other steering tools. A shift in the inclusion of circular requirements is already ongoing, but there still are significant difference between clients in the awarding phase due to environmental trade-offs, scope in the planning, and mindset. Legislation could be a stimulator by providing appropriate regulations and standards for circular requirements.

Environmental trade-offs are made due to a difference in costs between new materials and reusable elements. These trade-offs originate from the fact that circular beams are now offered in a fully optimized conventional market. The circular beams are monetized in comparison with beams constructed from new resources. Circular beams have to be harvested before they can be reused. Disassembling is still more expensive as these techniques and methods are rather new compared to demolishing. Also, regular beams are valued too cheaply relative to circular beams as the CO₂ emissions needed to construct a regular beam, MKI, or the damage it causes to nature are not considered in the price estimation at the moment. In the end, circular beams are still more expensive than regular beams and the industry and market are profit driven. Thus, to make a transition, the client must be willing to pay more for circularity.

It was concluded that RWS is *willing to pay more circularity* as this contributes to their ambitions and objective, and the national V&R task. RWS is already awarding parties and additional budget is allocated. MKI is used in tenders, but sometimes other costs are also compensated. There can also be made use of subsidy regulations. Overall, *RWS is willingly to pay more*.

Disassembly is not only more expensive in costs compared to demolishing, but also more time intensive. Therefore, additional scope is needed for the harvest and application of reusable elements. However, planning is tightly scheduled. Scope is needed otherwise planning will be a constraint for circular innovations. Eventually, harvest must be done within the scope of the project and specific time slots. These slots can often not be extended as these structures must be opened for traffic at a specific time. If the planning continues to provide scope for demolishing, it will not be possible to harvest. In the end, the planning is decisive in a project and scope is needed for reusable elements. However, it was concluded by the experts that additional scope also impacts other interest besides sustainability. For example, it has an impact on CO₂ emissions as traffic is detoured for a longer period. In general, CO₂ and circularity cannot be compared, but if there are no other arguments besides reuse and it is detrimental for CO₂, then this argument will weigh a bit heavier.

The mindset differs between clients. The main aspect is that clients have to accept a different working method and design as designs cannot always be slim and slender with the application of reusable elements and there will be deviated from the current guidelines.

Knowledge is key in the current state of the construction and companies are not accustomed to share information. However, knowledge sharing, and transparency are needed in the transition to a closed resource loop.

Storage locations

The storage of reusable elements is crucial in a closed resource loop and thus storage locations are needed. However, space is scarce in the Netherlands and may become a significant obstacle. Currently, RWS stores some beams themselves, but they may eventually conclude that market parties should organise the chain themselves in time. Presently, RWS is testing four scenarios for the storage of reusable elements. These scenarios are analysed in projects and will be reflected. The first scenario is the companies in the market take the lead. Either new parties will emerge specialized in the harvest, storage, research, and supply of beams or the existing market will regulate these aspects. The second scenario is that RWS takes the lead and regulates storage, harvests and supplies beams. The third scenario is that RWS becomes the supplier. The fourth and last scenario is that RWS acts as matchmaker (bridge bank). Another possibility is that the government takes the lead in storing beams, because the government have more sites under their own management and do not have to rent these to a commercial price to stores beams.

7.1.3 Roles of stakeholders

A transition to a closed resource loop requires additional stakeholders or the inclusion of additional responsibilities of traditional actors in a project. These should be involved in the correct phases for an optimal use of their expertise. The stakeholders proposed in the literature study can be translated to new stakeholders or the responsibilities of the traditional stakeholders have to be adjusted to a more circular approach. The interviews of the case studies concluded that the consortium consisted of all the needed expertise's, except for one. An additional stakeholder has to be included that specializes in setting up a storage location and storing of reusable elements. This could either be one company specialized in both or separate companies each focussing on one aspect. Experts concluded that specialized companies are also needed in the harvest, certification, and supply.

All these additional stakeholders could eventually lead to a supply chain, but that is up to the market to develop such a chain. There are already other chains for the reuse of elements. Supply chains that already exist are of guide rails, sound portals and sheet piling. The supply chains of high-quality reuse and recycling of asphalt and concrete are merging, but the supply chain of beams has not been set up yet. This chain will then possibly jointly invest in storage locations and harvest, or parties build up their own stock of elements and reuse them in their own projects. RWS will also be a possible partner in supply chains. This indicates that circular supply chains can be established, but the complexity differs per element or material.

The number of stakeholders in the construction industry is complex, whereas there is a limited number of stakeholders involved in the circular transition. Therefore, a clear overview is required of the roles and responsibilities of the parties involved in the circular transition, so missing roles within the supply-chain can easily be identified.

Another aspect is the type of collaboration for future projects. The complex nature of circular projects, the national V&R task, and the emergence of portfolio contracts require a more effective collaboration form. Two types of collaboration types can be distinguished, a project team, and consortium. A project team consist of companies closely working together for a temporarily nature

and commonly specific for a project. It is concluded from all the interviews that a consortium and supply chain are more or less the same, because often a supply chain is present in a consortium. Supply chain is a network of independent organisations that provide optimal material and information flows preferable for multiple projects and for the long term. A supply is the most effective if all involved parties are willing to share information and strive for joint objectives.

Experts concluded that consortia would be more suitable, otherwise there is a different project team for each project within the portfolio contracts. In addition, the collaboration is effective, because of the many available expertise within a consortium. In addition, it was concluded that change is needed as there can no longer be a separate project team for each project, because that will not work in portfolio contracts. RWS is determining a more effective form of collaboration to resolve the V&R task.

7.2 Limitations

The objective of this thesis is to identify the existing barriers that still hinder circular viaducts in the construction industry and what is needed to overcome these obstacles. The drivers, barriers, and roles of involved stakeholders in a closed resource loop for circular viaducts are extensively researched in literature and are up to a certain extent known in practice. Yet, there is still a knowledge gap as circular viaducts are still hindered in the construction industry. This thesis is a link between literature and practice. The present barriers, drivers, and roles of involved stakeholders are identified by means of several data collection methods among different roles and parties within the construction industry. These are cross-examined with the actual drivers, barriers, and roles of involved stakeholders in the construction industry as literature provides quite an extensive list. The most important aspects are filtered due to the cross-examination. Solutions are provided on how to overcome and/or mitigate the barriers. In addition, present perspective of both market parties and clients are mapped. These insights are used to identify the required additional roles and expertise's to organise a closed resource loop system. This main result of this thesis is the mapping of the additional roles and expertise's needed to transit to a closed resource loop system as well as the steps that need to be taken on the short- and long-term to establish such a system. Yet, this thesis has some limitations that have to be acknowledged.

7.2.1 Research methodology

The limitations of the research methodology are also the limitations of the generalisation of the results. A single case study is executed, and the outcomes of a single case study can be limited generalized. In addition, client interviews are conducted to validate and generalize among other research methods, the outcomes of the interviews of the case study. However, the experts interviewed are both positioned within the same company. Therefore, the outcomes cannot be fully generalized. Other experts within the construction industry must validate the outcomes of this research to make them valuable.

7.2.2 Obtained results

The researched project in the case study is one of the pilot projects that enables a shift to a closed resource loop. This is just the beginning, and a lot must still be done to establish a fully circular infrastructure sector and construction industry. This research is specifically focussed on reuse and more specifically closed resource loops. Other principles of a CE and other resource flows of reuse are not considered. The role of the researcher has been anticipated in the interpretation of the

qualitative research. Semi-structured interviews and an interview protocol are used to safeguard the objectivity during the interviews to ask questions as neutral as possible. Ultimately, the acquired results have to a certain extent been subject to the interpretation of the researcher.

7.2.3 Interviews

The interviewees have been carefully and purposeful contacted to obtain a diverse and balance group. It was desired to interview two people of each company involved of the case study to partly counter bias. The consortium consists of 5 companies, so that would result in ten interviews. Yet, there are nine interviews conducted. The desired two people of one company have been realised for Antea and Nebest. However, not for RWS, Strukton and GBN. All interviews responded very honest in the interviews to the asked questions related to the roles, objective, interests and collaboration process. Overall, all interviews had a certain opinion about all involved people and the aforementioned aspects.

Several people of RWS were involved in the project. Yet only one person is interviewed. Other employees were contacted as well, but they were either not available or referred to the interviewed colleague. Three people were interviewed of Nebest of which one was the initiator. This interviewee had knowledge of the entire process, while the other interviewees of Nebest had a limited degree of knowledge of the project. There were later involved in the project. Two people were contacted for GBN. One was interviewed and this person concluded that it would not be needed to interview the colleague as they work closely together and had similar insights, perspective, and views. In addition, the colleague was not available. Yet, the insights and perspectives of the third interviewee could have been beneficial regarding the outcomes of the interviews. The two people interviewed of Antea were involved from the beginning. Their insights and opinions were nuanced as they covered the whole project process. The person responsible on behalf of Strukton for the first two phases was not involved anymore and could not be contacted. However, the person that took over was contacted and interviewed. Regretfully, this person did not have knowledge of the entire project. In addition, it would be beneficial to obtain the insights, perspectives and nuances of the initial person involved as this person has knowledge of the role of Strukton in the initial phases.

7.2.4 Client interviews

Two people have been interviewed. These two people are positioned within the same organisation, yet different departments. Other people were contacted as well. Some of the interviewees were also associated with RWS. Another contacted interviewee was positioned at ProRail but was not available for an interview and provided contact details of colleagues. Nevertheless, they were also not available, or it was not possible to timely schedule an interview. It was concluded that the involvement of different departments of RWS resulted in different interests, objectives, views and approaches. So, the outcomes may be different depending on the department. In addition, the interviewees each have their own expertise and background providing different insights and perspectives. Overall, two people of the same organisation have been interviewed, but both positioned in different departments. Therefore, the outcomes of the client interviews cannot be fully generalized.

7.2.5 Limitations of generalisation of results

The research results can be applied to the infrastructure sector of the Netherlands. The research specifically focussed on circular viaducts. Therefore, it is uncertain whether the result can be adopted to other structures within the infrastructure sector.

8. Conclusions and recommendations

8.1 Conclusions

The research objective is to enable circular innovations in the construction industry and contribute to the circular transition. It is focussed on identifying the existing barriers that hinder the application. From there the following main research question is formulated:

“What is needed to overcome existing barriers of a closed resource loop to enable circular viaducts in the construction industry?”

By means of a literature study, document analysis, nine semi-structured interviews, and two client interviews an answer has been found to the formulated research question. The literature study formed a theoretical base by identifying the drivers, barriers and roles of all involved stakeholders. The results of the literature study and the document analysis formed the base for the formulation of the interviews questions. The document analysis and the interviews are part of the case study. This case study is a circular innovation and is currently developed.

Sub-question 1: Drivers, barriers, and roles of construction industry stakeholders of a closed resource loop in literature?

The literature study has indicated a high variety of drivers and barriers of a closed resource loop and other applicable and related approaches. The number of barriers were significantly higher compared to the drivers. Additional roles and actors are needed in the transition to a closed resource loop along with new or different expertise's. These stakeholders have to be included in a specific phase to make the best use of their specialism and knowledge. Besides additional stakeholders, also different forms of collaboration are needed between market parties, client and government. Especially to manage the present national V&R task.

The most important drivers for a closed construction loop are the environmental impact, the extension of lifespan of elements and frontrunners. Environmental impact is one of the key principles for the transition to a closed construction cycle. The extension of an element's lifespan ensures that they can be reused. The significance of frontrunners is based on their contribution and awareness they create. The most important barriers are environmental trade-offs, consumer behaviour (mindset and awareness), sharing knowledge and transparency, and the availability of materials.

A closed construction loop also means that different expertise's and roles are needed in the construction process. Additional stakeholders that are needed are a transition agent, circularity expert, dismantler, dealer in recovered goods, reclamation expert, reverse logistics service partner. The transition agent and circularity expert should have a direct influence in the decision-making and should be involved in the initiation phase. All other stakeholders should be included in the design phase and have an indirect influence in the decision-making process.

The complex nature of circular projects and the national V&R task at hand demands for a shift in collaboration form. Project teams are a potential solution, as they are characterised by companies working closely and frequently together, but they are of a temporary nature and project specific. Another possibility is a supply chain which is a network of independent organisations that each contribute to an optimal material and information flow. Supply chains are more suitable for multiple projects and the long term. A supply chain is as strong as the weakest link, so all involved parties must be willing to share information and strive for joint objectives. The upscale of a circular

innovation is essential but mainly depends on the additional stakeholders and the collaboration form. In addition, the client plays a significant role in the upscale of an innovation.

Sub question 2: What are the drivers and barriers in practice?

Supply and demand have to be in a balance to enable circular innovations in the construction industry. The availability of elements is the supply whereas the inclusion of these materials in the tender process by the client is the demand. Circular requirements are more and more included in projects. therefore, materials have to be harvested by the market parties to meet the demand of the client at the national V&R task at hand. However, these elements are not properly assessed yet. Therefore, appropriate assessment tools have to be developed. The uncertainties with respect to the reusable elements can be resolve by conducting inspections, research and tests. This will also be of use for the development of the assessment tools.

The inclusion of circular requirements along with the development of appropriate legislation and guidelines have the potential to resolve the environmental trade-offs that are being made. Clients should be more willing to adapt the design process to award circular designs. In addition, suitable legislation and regulations are needed to stimulate circular innovations as well. A market has to emerge for circular beams. Regular beams have to be made more expensive as their environmental impact should be considered in their price estimation. For now, the client should be willing to pay for more circularity and reusable element. Additional scope is needed in planning sot harvest elements.

Frontrunners are needed to prove a more circular business case along circular strategies and - objectives. Outcomes of innovation projects, their evaluations and learning point should have to be shared, so other companies do not have to start from scratch and are stimulated to develop and participate in innovation projects. Continuous sharing of knowledge and expertise is required. Companies should acknowledge the uncertainties and should be more willing to share information.

The number of stakeholders involved in the transition to a closed resource loop is still limited. Additional expertise and roles are needed to achieve a closed resource loop. Companies should keep participating in this transition. Supply chains are needed to contribute to a circular market and resolve the V&R task. Such supply chains have to be properly organised, so companies are able to adjust their business case and find their proposition. Storage locations are needed to store reusable elements. These sites have to be well-organised in advance and their suitability has to be checked. Sites have to be organised efficiently and effectively because of the scarcity of space.

Sub-question 3: What are the roles of the stakeholders in practice?

The roles currently involved in the construction sector are the conventional internal stakeholders consisting of the client, contractor, advisor, constructor, suppliers, demolishing company and asset manager. These were also identified in the consortium CTL of the innovation project Circular Viaducts. RWS was the client, Antea the designer and constructor, GBN the advisor and dismantler, Strukton the contractor and dismantler, and Nebest the asset manager. RWS was the initiator of the project and was responsible for the funding, additional projects and the storage location for the beams. Antea made the calculations, designs, and drawings. GBN assisted in the harvest of the beams and had overall an advisory role. Strukton is responsible for the construction and realisation of the new circular viaduct and executed the harvest of the beams. Nebest was the initiator of the concept and was responsible for the inspections, research, and reusability of the beams. The suppliers in the project were the additional projects. One project for the harvest of the beams and one project for the reuse of them.

Additional stakeholders are required in the transition to a closed resource loop and thus also other responsibilities. Expertise's such as a transition- and storage manager, and specialist in harvest, certification and the modification of elements. Especially a storage manager is needed as this role is responsible for the storage of the harvested elements. These additional stakeholders have to be included in the correct phase in a project. The conventional stakeholders have to adjust their business case to a more circular proposition. A more circular approach is need in the transition.

The complex nature of the construction industry and the national V&R challenge demand portfolio contracts and supply chains. Clients prefer portfolio contracts as it is a more effective collaboration form. The V&R task cannot be resolved by replacing one viaduct at a time through a construction team. Portfolio contracts are more suitable as they provide the opportunity to include multiple viaducts in the same project rather than one by one. In addition, a supply chain would be more convenient as they do not have a temporary but are rather focussed on the long-term. A supply chain is a network of independent organisations that consist of the required expertise's and provide an optimal flow of materials and information. Consortium CTL is such a supply chain, but many similar chains are needed to resolve the V&R task. These chains should have similar roles and expertise's that aligned each other's processes. There are already supply chains of other circular products, such guide rails and sound portals. Yet, a supply chain is the most effective if all involved parties are willing to share information and strive for joint objectives. Clients should facilitate and steer the organisation of supply chains.

Sub-question 4: How should a closed resource loop system be organised?

A closed resource loop system is optimally organised if all needed expertise's are present, and the responsibilities are effectively distributed. Such a system is organised by means of a supply chain. Other supply chains for circular innovations already exist, such as asphalt and guiding rails. Yet, there is not a supply chain for beams. The client should facilitate in the organisation of the supply chain as they have a significant influence in the process. The current traditional process mainly consists of conventional stakeholders, whereas for a closed resource loop additional stakeholders are required with a more crucial objective. Throughout this research, multiple expertise's and roles have been identified and some of them are merged with other roles as their responsibilities have similarities. In addition, the more stakeholders in a supply chain, the more complex it becomes. Similarly, with respect to reusable beams, the more expensive they become as there will be more transactions between the actors in the supply chain. Also, supply chain should establish joint objectives, vision and strategies, so there is a collective goal to strive. This also stimulates the companies in the chain in lesser times.

Multiple are identified that should be included in the supply chain. These roles are a transition manager, circularity expert, harvester, storage manager, supplier, certifier and a modifier. The transition manager should be part of a client, such as RWS, provinces or municipalities. They have a better understanding of the EOL structure as they manage structures in their own acreage. The circularity expert should be both at the client and market parties as this role identifies the harvest potential beams in EOL structures. The harvester should either be an independent party specialized in harvest disassembly or it should be a specialization within a company. A harvest is responsible for the harvest of elements. The client should be on the short term the storage manager whereas market parties eventually take over the responsibilities. A storage manager is responsible for organising storage sites for storing elements and manages the inventory. The client should also be a supplier in the market of reusable beams. They should take the responsibility in pricing the beams and explore different scenarios of supply. The certification specialist should either be an independent party that is specialized in certifying and corresponding research, or it should be a

specialisation of a company that is already specialized in conducting research on elements. A modifier should also be either a specialized company that specializes in modifying beams, or it should be a specialization of a contractor or harvester. Overall, a client should take the lead in storing beams and supplying them. Market parties should take the lead in harvesting, modifying and certifying beams. In addition, a transition manager should be included at the client and the circularity expert should be part of both the client and market parties.

A combination of these roles and expertise's provides the opportunity to reuse the beams over the full cycle and monitor them at the end. The main process can be divided into five phases: initiation, harvest, storage, design and realisation, and monitor. The EOL structures are mapped by the transition manager in the initiation phase. Then the circularity expert and harvest identify the reusable beams and harvest them in the harvest phase. Next, the beams are stored at a storage location of the client. Research is conducted, tests are carried out, and the beams are certified by the certifier in the storage phase. Then the contractor matches the beams for a project and the beams are modified to the requirements of the project and contractor. Whereafter designs, calculations and drawings are made to construct and realise a new structure with the harvested beams. In the last phase, the structure and the beams are monitored by the transition manager.

The transition to a closed resource loop is a timely process. Therefore, short-term and long-term objectives are needed to make the transition more manageable and controllable. Certain aspects that need to be established on a short term are mapping of EOL structures along with their materials, harvest of beams to create a significant and sufficient volume, guidelines and regulations, partnerships and supply chains, circular requirements and assessment tools in tenders. In the long-term, aspects such as standardized procedures and contracts, policies, training programs and collaborations with academic institutions, optimisation of harvesting techniques and reuse methods, and monitoring systems have to be established.

Main research question: "What is needed to overcome existing barriers of a closed resource loop to enable circular viaducts in the construction industry?"

The main barrier of circular innovations in the construction industry is the balance between supply (availability of materials) and demand (circular requirements in tenders). Clients are already increasingly including circular requirements in tenders. Market parties should take the lead in harvesting reusable elements to establish a sufficient volume (supply). Meanwhile, appropriate assessment tools have to be developed, or existing tools have to be revised to properly assess and assign value to reusable elements that are needed to realize circular viaducts in the awarding phase. Certification processes and warranty models need to be further developed to certify the reusable elements and substantiate the use of them in the realisation of circular viaducts. These certificates remove some of the uncertainties of these elements and therefore stimulate the use of them by market parties as they do not have to deal with these uncertainties anymore. Also, research and certificates substantiate the material specifications and residual lifespan of elements that in turn are used to realise a circular viaduct. Regulations and legislation are needed to resolve environmental trade-offs that are currently made as circular beams are more expensive compared to regular beams. Clients and market parties has to be willing to pay more for circularity and this is incentivised by regulations.

The national V&R task at hand is an opportunity for the construction industry to become more circular. Many viaducts will be at the end of their functional lifespan, so the elements in these can be

reused in the realisation of new circular viaducts. Portfolio contracts will be the new form of tendering due to the V&R task and supply chains are the most suitable collaboration form for this type of contracts. Several supply chains already exist, but a supply chain specific for beams still has to emerge. Consortium CTL is such a supply chain, but this chain has to be further optimised with additional roles and expertise's. Organising the supply chain along with a role distribution ensures the finalisation of the business case for companies. In other words, companies are able to claim their proposition in a closed resource loop system by organising the supply chain. The client should have a steering role as they have a significant influence in the process. Stakeholders involved in the transition must be willing to be transparent and share knowledge and information with respect to the transit and innovations. The learnings of one company or consortium should be the groundworks for another company or consortium.

A change in mindset is needed to enable circular innovations in the construction industry. Clients must be willing to pay more for circularity and market parties have to accept the uncertainties of the transition. The transition is an iterative process, and all parties are needed. A joint approach has to be formulated to establish a transit to a closed resource loop system. It is an interaction between client and market parties, so both stakeholders have to be willing to achieve a transit.

8.2 Recommendations

8.2.1 Recommendations for Strukton

The innovation project Circular Viaducts has been an experimental area for Strukton. The consortium focussed on high-quality reuse of beams and the realisation of a circular viaduct. Strukton has acquired knowledge regarding circular practices, methods and remaining aspects that are required to harvest beams. The realisation of the viaduct must still be executed.

Circular construction

Strukton should become a specialist in circular instruction. Construction and realisation are their main proposition, and they have gained knowledge and expertise in the consortium regarding reuse of elements and all aspect that are required before they can be used in construction. Assuming they will be awarded by the realisation of the circular viaduct A76 (from the project Circular Viaducts), they will also work with reusable beams and obtain additional knowledge in circular construction processes. Internal (circular) innovations should be implemented in projects to maintain a connection with practice. These innovations have to be further developed and optimized to strengthen their position and capabilities in the field of circular construction.

Circular strategies and long-term objectives

Additional people have to be recruited with knowledge of circularity as a whole, circular practices, or -construction. Also, specialist is needed that formulate circular strategies, -opportunities, and a long-term circular objective. This specialist is also known as a circularity expert. Especially sustainable long-term objectives are needed as they provide a clear goal for what should be achieved and what Strukton has to invest.

Collaborations and partnerships

The market of a closed resource loop for beams is emerging therefore the number of stakeholders involved is still limited. Therefore, connections and partnerships have to be made by Strukton. Their participation in consortium CTL is a start. Strukton had already connections with GBN and Antea and

now also Nebest. They should maintain these relationships. GBN is has expertise of harvest techniques and resource flows. Antea has expertise in circular design and calculations and Nebest has the expertise in conducting research. All companies are needed for circular construction with the application of reusable beams. For instance, GBN harvests the beams along with Strukton, Antea provides the designs and Nebest conducts research on the elements to prove their residual lifespan. Then, Strukton can use these beams in tenders and eventually in the realisation of viaducts. Also, consortium CTL has joined forces with another consortium and Strukton should make connections with these parties. Strukton has to some extent already been able to profile itself through their participation in the consortium and knowledge sharing in previous phases. Tighten their relations with existing companies and within the consortium and ensure new connections and collaborations.

Transparency and sharing information

Strukton must be willing to be transparent and share knowledge within the consortium, but also with competitors and other market players regarding innovations. In a circular transition, it is important to change ways of thinking and processes. By sharing knowledge, innovations can be optimised in the best possible way, ultimately resulting in a circular market. Contractors are still reluctant in sharing information and there is a dependency. Yet, this need to be breached. It starts with yourself. Information and expertise is already being shared in the consortium. This could be extended to knowledge platforms or other counterparts to encourage them in the circular transition as well.

Knowledge platforms

Strukton should participate in available knowledge platforms as they already have knowledge of circular practices, strategies and methods. These can be useful for Strukton to strengthen their position and acquire additional expertise regarding circular construction. In addition, they will be early involved in the development of new innovations, and they can provide their knowledge and insights to optimize existing innovations.

Business case

The business case is still important. Yet, the business case cannot be fully proven yet for Strukton. Therefore, compromises should sometimes be made to continue participating in innovation projects. Making a loss is not desirable for any party, but the financial aspect should not be decisive in the participation of an innovation project. The business case eventually be finalised, but therefore must a company participate in such a project. The business case can eventually be adjusted and merged with the current business case of Strukton. Their short-term objective should be small-scale projects, so this can eventually be upscaled to larger projects. In addition, uncertainties need to be accepted for both the innovation process and the transition to a closed resource loop.

Awareness within the company

It is important that employees are made aware of general circular developments and applications, but also of Strukton's own circular innovations. This will create more support and will challenge employees to think beyond traditional and sustainable means. In doing so, there should also be more support within the company to participate in innovative projects and this support should then come particularly from management level.

8.2.2 Recommendations for future research

Assessment tools

Additional research is needed for the development of appropriate assessment tools in the awarding phase of tenders for circular innovations. The boundary conditions have to be researched for the assessment of circularity and other circular innovations such as reusable elements (beams). Other specifications or data needed for such tools also have to be identified or researched. The inclusion of proper assessment tools in the awarding phase provides the opportunity for clients to assign value to circular innovations. Possible existing tools may be used as groundworks or can be further optimized.

Interview other clients

One of the limitations of this research is that the client's perspective is based on the insights of interviewees of the same organisation. The outcomes of this research should be evaluated in interviews with other clients. These clients can be other government agencies, provinces or municipalities. Other client outside of the infra sector may also be beneficial as they provide other insights.

Other design strategies resource flows

This research is specifically focused on a closed resource loop. However, there are three other design strategies for resource flows: slowing, narrowing, and regenerating. Additional research is needed for these resource flows as they may have the opportunity to achieve transition step-by-step to a closed resource loop.

Monitoring data and structures

Additional research is needed in monitoring of data. New circular structures that will be realised with the use of reusable beams need to be monitored by the installation of sensors.

9. Appendices

9.1 Appendix A: References

- Actieteam Platform CB'23. (2019). *Framework Circulair Bouwen*. Platform CB'23 het Lexicon Circulair Bouwen.
- Adams, K., Osmani, M., Thorpe, T., & Hobbs, G. (2017). *The role of the client to enable circular economy in the building sector*. International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste.
- Agro&Chemie. (2021, January 26). *Nieuwe strategie op komst voor inkopen circulaire viaducten*. Retrieved from Agro&chemie: <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/nieuwe-strategie-op-komst-voor-inkopen-circulaire-viaducten/>
- Ajayi, S., Oyedele, L., Bilal, M., Akinade, O., Alaka, H., Owolabi, H., & Kadiri, K. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. In E. Masanet, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 102* (pp. 101-112).
- Aminoff, A., & Kettunen, O. (2016). Sustainable Supply Chain Management in a Circular Economy - Towards Supply Circles. In R. Howlett, & L. Jain, *Smart Innovation, Systems and Technologies* (pp. 61-72). Springer.
- Antea Group. (2021, June 22). *Closing the loop: in 2050 circulair en klimaatneutraal werken*. Retrieved from Antea Group: <https://anteagroup.nl/nieuws-media/nieuws/closing-the-loop-in-2050-circulair-en-klimaatneutraal-werken>
- Antea Group. (2021). *Haalbaarheidsonderzoek closing the loop*. Antea Group.
- Bakker, C., Balkenende, R., & Poppelaars, F. (2018). Design for Product Integrity in a Circular Economy. In M. Charter, *Designing for the Circular Economy* (pp. 1-7). Routledge - Taylor & Francis Group.
- Balkenende, R., Bocken, N., & Bakker, C. (2017). Design for the Circular Economy. In R. B. Egenhoefer, *Routledge Handbook of Sustainable Design* (p. 16). Routledge.
- Bocken, N., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. In *Journal of Industrial and Production Engineering* (pp. 308-320). Taylor & Francis Group.
- Brancart, S., Paduart, A., Vergauwen, A., Vandervaeren, C., & Laet, L. T. (2017). Transformable structures: materialising design for change. In I. I. (IIETA), *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics - Volume 12, Issue 3* (pp. 357-366).
- Braun, V., & Clarke, V. (2008). Using thematic analysis in psychology. In *Qualitative Research in Psychology - Volume 3, Issue 2* (pp. 77-101).
- Braungart, M., Bondesen, P., Kálin, A., & Gabler, B. (2008). Specific Public Goods for Economic Development: With a Focus on Environment. In B. S. Institution, *Public Goods for Economic Development. Compendium of Background papers*. Vienna: United nations Industrial Development Organisation.
- Bressanelli, G., Perona, M., & Sacconi, N. (2018). Towards the circular supply chain: a literature review of challenges. In *Proceedings of the Summer School Francesco Turco* (pp. 171-178).

- Brown, P., Nocken, N., & Balkenede, R. (2019). Why Do Companies Pursue Collaborative Circular Oriented Innovation? In *Sustainability* 11(3) (pp. 1-23).
- Campbell-Johnston, K., Vermeulen, W. J., Reike, D., & Brullot, S. (2020). *The Circular Economy and Cascading: Towards a Framework*. Resources, Conservation & Recycling: X.
- Carra, G., & Magdani, N. (2017). *Circular Business Models for the Built Environment*. United Kingdom: Arup.
- CBS. (2024). *Welke sectoren stoten broeikassten uit?* Retrieved from CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikassten/welke-sectoren-stoten-broeikassten-uit>
- Çetin, S., De Wolf, C., & Bocken, N. (2021). Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. In *Sustainability - Volume 13*. MPDI.
- Charef, R., Morel, J.-C., & Rakhshan, K. (2021). *Barriers to Implementing the Circular Economy in the Construction Industry: A Critical Review*. Ecological Transition and Circular Economy.
- Chileshe, N., Rameezdeen, R., Hosseini, M., & Lehmann, S. (2015). Barriers to implementing reverse logistics in South Australian construction organisations. In B. A Wagner, *Supply Chain Management - Volume 20, No. 2* (pp. 179-204).
- De Jesus, A., & Mendonça, S. (2018). Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco-innovation Road to the Circular Economy. In R. Howarth, *Ecological Economics - Volume 145* (pp. 75-89).
- Debacker, W., Manshoven, S., Peters, m., Ribeiro, A., & de Weerd, Y. (2017). *Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition*. International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste.
- Di Maio, F., Rem, P. C., Baldé, K., & Polder, M. (2017). Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. In *Resources, Conservation and Recycling* (pp. 163-17). Elsevier.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S., Papadopoulos, T., & Helo, P. (2018). Supplier Relationship Management for Circular Economy: Influence of External Pressures and Top Management Commitment. In *Management Decision - Volume 57, No. 4* (pp. 767-790).
- Eberhardt, M., Charlotte, L., van Stijn, A., Nygaard Rasmussen, F., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). *Towards circular life cycle assessment for the built environment A comparison of allocation approaches*. Delft: TU Delft.
- EMF. (2015). *Delivering Circular Economy: a Toolkit for Policymakers*. EMF. Retrieved from EMF.
- EMF. (2023). *What is a circular economy?* Retrieved from Ellen MacArthur Foundation: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Fischer, A., & Pascucci, S. (2017). Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. In E. Niesten, A. Jolink, A. Lopes de Sousa Jabbour, M. Chappin, & R. Lozano, *Journal of Cleaner Production - Volume 155, Part 2* (pp. 17-32).
- Fishta, K. (2021). *A modular framework for integrating circularity in supply chains*. Delft: TU Delft.
- Flipsen, B., Balkenede, R., & Joustra, J. (2021). *Circular Design of Composite Products: A Preliminary Framework Based on Insights from Literature and Industry*. Delft: TU Delft.

- Gálvez-Martos, J., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and Demolition Waste Best Management Practice in Europe. In M. Xu, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 136* (pp. 166-178).
- Ganjian, E., Charef, R., & Emmitt, S. (2021). Socio-economic and environmental barriers for a holistic asset lifecycle approach to achieve circular economy: A pattern-matching method. In S. Cunningham, & M.-C. Hu, *Technological Forecasting and Social Change - Volume 170*.
- Gaustad, G., Krystofik, M., Bustamante, M., & Badami, K. (2018). Circular economy strategies for mitigating critical material supply issues. In C. Babbitt, G. Gaustad, A. Fisher, G. Liu, & W. Chen, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 135* (pp. 24-33).
- Gebremariam, A. T., Di Maio, F., & Rem, P. (2020). Innovative technologies for recycling End-of-Life concrete waste in the built environment. In M. Xu, *Resources, Conservation & Recycling*.
- Geissdoerfer, M., Morioka, S., de Carvalho, M., & Evans, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. In *Journal of Cleaner Production - Volume 190* (pp. 712-721).
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The circular economy - a new sustainability paradigm? In J. Klemeš, & R. Lozano, *Journal of Cleaner Production - Volume 143* (pp. 757-768).
- George, T. (2023, June 22). *Types of interviews in research | Guide & Examples*. Retrieved from Scribbr: <https://www.scribbr.com/methodology/interviews-research/>
- Gerding, D. (2019). *Talking circularity - the influence of actors on the building process*. Delft: TU Delft.
- Gerding, D., Wamelink, J., & Leclercq, E. (2021). Implementing circularity in the construction process: a case study examining the reorganization of multi-actor environment and the decision-making process. In *Construction Management and Economics - Volume 39, Issue 7* (pp. 617-635). Taylor & Francis.
- Gherman, I.-E., Lakatos, E.-S., Clinci, S., Lungu, F., Constandoiu, V., Cioca, L., & Rada, E. (2023). Circularity Outlines in the Construction and Demolition Waste Management: A Literature Review. In *Recycling - Volume 8, Issue 5* (p. Article number 69).
- Govindan, K., Bouzon, M., & Rodriguez, C. (2018). Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. In M. Xu, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 128* (pp. 315-335).
- Gue, I., Promentilla, M., Tan, R., & Ubando, A. (2020). Sector perception of circular economy driver interrelationships. In J. Klemeš, C. Almeida, & Y. Wang, *Journal of Cleaner Production - Volume 276*.
- Häkkinen, T., Belloni, & K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. In S. Emmitt, *Building Research & Information - Volume 39, Issue 3* (pp. 239-255).
- Hanes-Gadd, M., Bakker, C., & Charnley, F. (2023). Circular design in practice: Eight levers for change. In A. Alexander, S. Pascucci, & F. Charnley, *Handbook of the Circular Economy* (pp. 97-123). De Gruyter.

- Hart, J., Adams, K., Gieseckam, J., Tingley, D., & Pomponi, F. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. In J. Sutherland, S. Skerlos, & F. Zhao, *Procedia CIRP - Volume 80* (pp. 619-624).
- Hasanagic, M., & Govindan, K. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. In *International Journal of Production Research - Volume 56, Issue 1-2* (pp. 278-311).
- Heurkens, E., & Dabrowski, M. (2021). Circling the square: Governance of the circular economy transition in the Amsterdam metropolitan area. In V. Varjú, *European Spatial Research and Policy* (pp. 11-31).
- Hofstetter, J., De Marchi, V., Sarkis, J., Govindan, K., Klassen, R., Ometto, A., . . . Sharma, S. (2021). From Sustainable Global Value Chains to Circular Economy - Different Silos, Different Perspectives, but Many Opportunities to Build Bridges. In *Circular Economy Sustainability - Volume 1* (pp. 21-47).
- Hosseini, M., Rameezdeen, R., Lehmann, S., & Chileshe, M. (2015). Reverse logistics in the construction industry. In A. Bockreis, *Waste Management & Research - Volume 33, Issue 6* (pp. 499-514).
- Houston, J., Casazza, E., Briguglio, M., & Spiteri, J. (2018). *Stakeholder Views Report: Enablers and Barriers to a Circular Economy*. Belgium: CSR Europe.
- Huuhka, S., & Hakanen, J. (2015). POTENTIAL AND BARRIERS FOR REUSING LOAD-BEARING BUILDING COMPONENTS IN FINLAND. In *Int. J. Hous. Sci. - Volume 39* (pp. 215-224).
- Janné, M. (2018). *Construction logistics solutions in urban areas (Vol. 1806)*. Electronic Press: Linköping University.
- Joensuu, T., Edelman, H., & Saari, A. (2020). *Circular economy practices in the built environment*. Journal of Cleaner Production.
- Jonkers, H. (2022). *Reader CIE4100 Q2 2022*. Delft: TU Delft.
- Kifokeris, D., & Xenidis, Y. (2017). Constructability: Outline of Past, Present, and Future Research. In *Journal of Construction Engineering and Management - Volume 143, Issue 8*.
- Kirchher, J., Hekkert, M., & Bour, R. (2017). *Breaking the Barriers to the Circular Economy*. Utrecht: Utrecht University.
- Kirchher, J., Laura, P., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). *Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU)*. Elsevier.
- Kooter, E., van Uden, M., van Marrewijk, A., Wamelink, H., van Bueren, E., & Heurkens, E. (2021). Sustainability transition through dynamics of circular construction projects. In *Sustainability - Volume 13, Issue 21* (p. Article 12101).
- Kraaijenhagen, C., van Oppen, C., & Bocken, N. (2018). *Circular Business: Collaborate and Circulate*. Ecodrukkers.
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. In R. Lozano, *Journal of Cleaner Production - Volume 115* (pp. 36-51).

- Lu, W., & Charef, R. (2021). *Factor dynamics to facilitate circular economy adoption in construction*. Journal of Cleaner Production.
- Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. (2018). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. In *Journal of Industrial Ecology 00(0)* (pp. 1-26).
- M. Jonkers, H. (2022). *Reader CIE4100 Q2 2022*. Delft: TU Delft.
- Machado, R., de Souza, H., & Veríssimo, G. (2018). Analysis of Guidelines and Identification of Characteristics Influencing the Deconstruction Potential of Buildings. In C. Chalioris, *Sustainability - Volume 10* (p. 2604).
- Masi, D., Day, S., & Godsell, J. (2017). Supply Chain Configurations in the Circular Economy: A Systematic Literature Review. In G. Ioppolo, *Sustainability - Volume 9, Issue 9* (p. 1602).
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press.
- Ministry of Infrastructure and Water Management. (2023). *National Circular Economy Programme 2023-2030*. Rijksoverheid.
- Morseletto, P. (2020). *Targets for a circular economy*. Resources, Conservation and Recycling.
- Nebest. (2021). *Herbruikbaarheidsscan*. Retrieved from Nebest B.V.: <https://www.nebest.nl/diensten/herbruikbaarheidsscan/>
- Nebest. (2021, May 4). *Hoogwaardig hergebruikte viaducten met closing the loop*. Retrieved from Nebest B.V.: <https://www.nebest.nl/hogwaardig-hergebruikte-viaducten-met-closing-the-loop/>
- Ness, D., & Xing, K. (2017). Toward a Resource-Efficient Built Environment: a Literature Review and Conceptual Model. In *Journal of Industrial Ecology 21(3)* (pp. 572-592).
- OECD. (2018). *Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy*. France: OECD Publishing.
- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Puga-Leal, R., & Jaca, C. (2018). Circular Economy in Spanish SMEs: Challenges and opportunities. In J. Klemeš, C. Almeida, & Y. Wang, *Journal of Cleaner Production - Volume 1865* (pp. 157-167).
- PIANOo. (2023). *Biologische kringloop*. Retrieved from PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden: <https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen/circulariteit/biologische-kringloop>
- PIANOo. (2023). *Over circulair inkopen*. Retrieved from PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden: <https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen/circulariteit/over-circulair-inkopen>
- PIANOo. (2023). *Technische kringloop*. Retrieved from PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden: <https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen/circulariteit/technische-kringloop>
- Platform CB'23. (2021). *Circulair inkopen*. Platform CB'23.
- Puckett, K., & Gething, W. (2019). *Design for Climate Change*. RIBA Publishing.

- R. Baker & Son. (2024). *Various Demolition methods and Types*. Retrieved from R. Baker & Son All Industrial Services: <https://www.rbaker.com/press-room.php?id=230#:~:text=A%20selective%20demolition%20project%20involves,and%20nearby%20structures%20and%20areas>.
- Rakhshan, K., Morel, J.-C., Alaka, H., & Charef, R. (2020). Components reuse in the building sector – A systematic review. In I. S. Association, *Waste Management & Research Volume 38, Issue 4* (pp. 347-370). Waste Management & Research.
- Rasker, P., Bletsis, A., Brongers, B., Vervuurt, A., & Verweij, E. (2023). *Landelijk Prognose rapport 2023*. TNO.
- Reike, D., Vermuelen, W. J., & Witjes, S. (2017). *The circular economy: New or Refurbished as CE3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options*. Elsevier.
- Rijkswaterstaat. (2021, June 10). *Aan circulair bouwen, bouw je samen | SBIR Circulair viaduct*. Retrieved from Rijkswaterstaat: <https://www.magazinesrijkswaterstaat.nl/zakelijkeninnovatie/2021/02/sbir-circulair-viaduct>
- Rijkswaterstaat. (2023). *Closing the Loop: zij sluiten de cirkel van hoogwaardig hergebruik*. Retrieved from Circulaire viaducten: <https://www.circulaireviaducten.nl/de-prototypes/closing-the-loop/>
- Rijkswaterstaat. (2024). *Wat leren we van de SBIR Circulaire Viaducten?* Rijkswaterstaat.
- Rios, F., Chong, W., & Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction - Challenges and Opportunities. In W. Chong, J. Chang, K. Parrish, & U. Berardi, *Procedia Engineering - Volume 118* (pp. 1296-1304).
- Ritzén, S., & Ölundh, G. (2017). Barriers to the Circular Economy — Integration of perspectives and domains. In T. McAloone, D. Pigosso, N. Mortensen, & Y. Shimomura, *Procedia CIRP - Volume 64* (pp. 7-12). CIRP.
- Rizos, V., Behrens, A., Van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., . . . Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. In M. Rosen, *Sustainability - Volume 8, Issue 11* (p. 1212).
- Rose, C., & Stegemann, J. (2018). From Waste Management to Component Management in the Construction Industry. In *Sustainability - Volume 10, Issue 1* (p. 229).
- RVO. (2023, April 21). *SBIR innovatie in opdracht*. Retrieved from Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/sbir>
- Salari, M., & Bhuiyan, N. (2018). A new model of sustainable product development process for making trade-offs. In B. Davies, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology - Volume 94, Issue 1* (pp. 1-11).
- Sanchez, B., & Haas, C. (2018). Capital project planning for a circular economy. In F. Phua, & P. Ballesteros-Perez, *Construction Management and Economics - Volume 36, Issue 6* (pp. 303-312).

- Schraven, D., Bukvić, U., Di Maio, F., & Hertogh, M. (2019). *Circular transition: Changes and responsibilities in the Dutch stoney material supply chain*. Delft: TU Delft.
- Stahel, W. (2010). *The Performance Economy*. Hampshire UK.
- Streefkerk, R. (2023, June 22). *Qualitative vs. Quantitative Research | Differences, Examples & Methods*. Retrieved from Scribbr: <https://www.scribbr.com/methodology/qualitative-quantitative-research/>
- Strukton. (2023, May 26). *Circulaire viaducten met hoogwaardig hergebruik*. Retrieved from Strukton Civiel: <https://struktonciviel.nl/project/2021/07/circulaire-viaducten-met-hoogwaardig-hergebruik/>
- Tingley, D., Cooper, S., & Cullen, J. (2017). Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. In J. Klemeš, & R. Lozano, *Journal of Cleaner Production - Volume 148* (pp. 642-652).
- Toolbox duurzaamheid & ruimtelijke kwaliteit. (2021). *Wet- en regelgeving*. Retrieved from Toolbox duurzaamheid & ruimtelijke kwaliteit: <https://duurzaamheid-ruimte.nl/wet-en-regelgeving>
- TU Delft. (2024). *Adaptive reuse*. Retrieved from TU Delft: <https://www.tudelft.nl/bk/over-faculteit/afdelingen/management-in-the-built-environment/organisatie/leerstoelen/real-estate-management/adaptive-reuse>
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. United Nations.
- United Nations. (2023). *The 17 goals | Sustainable Development*. Retrieved from United Nations | Department fo Economic and Social Affairs: <https://sdgs.un.org/goals>
- van den Berg, W. (2023). *Bijdrage van Wouter van den Berg*. Retrieved from LinkedIn: https://www.linkedin.com/posts/wouter-van-den-berg-44a86a36_terug-naar-de-basis-activity-7019942830739488768-165P?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
- van der Wijk, L. (2018). *Stimulating circular building methods*. Delft: TU Delft & Dura Vermeer.
- Versteeg Conlledo, A. (2019). *Managing circular construction projects*. Delft: TU Delft.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. In *European journal of purchasing & supply management - Volume 6, Issue 3-4* (pp. 169-178).
- Wamelink, H., Gerding, D., & Leclercq, E. (2020). Implementation of circularity in the building process: A case study research into organizing the actor network and decision-making process. In L. Scott, & C. Neilson, *Proceedings of the 36th Annual Conference 2020* (pp. 556-565). ARCOM.
- Wamelink, J. (2010). *Inleiding Bouwmanagement 2nd edition*. Delft: VSSD.
- Wamelink, J., & Heintz, J. (2015). Innovating for integration: Clients as drivers for industry improvement. In F. Orstavik, A. Dainty, & C. Abbott, *Construction Innovation* (pp. 149-164). Oxford, UK: Blackwell.
- Wang, K., Vanassche, S., Ribeiro, A., Peters, M., & Oseyran, J. (2017). *Business models for building material circularity: Learnings from frontrunner cases*. Mol: International HISER Conferenc on Advances in Recycling and Management of Constructin and Demolition Waste.

- Whalen, K., Milios, L., & Nussholz, J. (2018). Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector. In C. Babbitt, G. Gaustad, A. Fisher, G. Liu, & W. Chen, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 135* (pp. 123-131).
- Xue, K., Hossain, U., Meng, L., Mingjun, M., Yizhi, Z., Mengqiang, H., . . . C., G. (2021). BIM integrated LCA for promoting circular economy towards sustainable construction: An analytical review. In A. Caggiano, *Sustainability (Switzerland) - Volume 13, Issue 3* (pp. 1-21).
- Yeung, J., Wallbridge, S., & Haas, C. (2015). The role of geometric characterization in supporting structural steel reuse decisions. In E. Masanet, *Resources, Conservation and Recycling - Volume 104, Part A* (pp. 120-130).
- Zaman, A., Arnott, J., McIntyre, K., & Hannon, J. (2018). Resource Harvesting through a Systematic Deconstruction of the Residential House: A Case Study of the 'Whole House Reuse' Project in Christchurch, New Zealand. In *Sustainability - Volume 10, Issue 10* (p. 3430).

9.2 Appendix B: Search terms

Table 25: Searching terms for the barriers, drivers and roles of the stakeholders of a closed resource loop

	Searching terms	Databases			Number of documents	Number of useful documents
		Scopus	Research repository TU Delft	Educational repository TU Delft		
Closing the loop	Closing the loop		x		24	11
Barriers	Barriers AND circular AND economy	x			1,653	
	Barriers AND circular AND economy AND construction AND industry	x			135	
	Closing AND loop AND barriers	x			113	
	Closing AND loop AND barriers AND construction AND industry	x			2	
	Closing the loop		x		24	
	Closing the loop barriers		x		0	
	Circular economy barriers		x		30	4
	Circular economy barriers			x	67	
	Circular economy barriers construction industry			x	13	
Closing the loop barriers			x	4		
Drivers	Drivers AND circular AND economy AND construction AND industry	x			42	17
	Drivers AND circular AND economy AND Netherlands	x			13	2
	Drivers AND barriers AND closing AND loop	x			10	1
	Closing the loop drivers		x		0	
	Circular economy drivers		x		10	
	Closing the loop drivers			x	1	
	Circular economy drivers			x	16	
	Stakeholders OR roles OR actors AND circular AND economy AND construction	x			632	

Stakeholders/ roles	Stakeholders OR roles OR actors AND circular AND economy AND construction AND industry	x			354	291 (Specific for the range 2020 – 2024)
	Stakeholders OR roles OR actors AND (circular AND economy) OR (supply AND chain) AND construction AND industry	x				
	Stakeholders OR roles OR actors AND (circular AND economy) OR (supply AND chain) AND construction AND industry	x			180	
	Stakeholders AND circular AND economy	x			2,115	
	Stakeholders AND circular AND economy AND construction AND industry	x			186	
	Roles AND circular AND economy AND construction AND industry	x			164	
	Actors AND circular AND economy AND construction AND industry	x			49	
	Roles AND stakeholders AND closing AND loop AND construction	x			4	2
	Stakeholders closing the loop		x	x	1, 1*	
	Roles closing the loop		x	x	0, 2	
	Actors closing the loop		x	x	0, 2	
	Supply chain closing the loop		x	x	0, 3	
	Stakeholders circular economy		x	x	55, 110	
	Stakeholders circular economy construction		x	x	10, 44	3, 9
	Stakeholders circular economy infrastructure		x	x	5, 17	0, 4
	Actors circular economy		x	x	36, 51	
	Actors circular economy construction		x	x	9, 21	2, 4
	Actors circular economy infrastructure		x	x	3, 8	0, 1
	Roles circular economy		x	x	13, 20	2
	Roles circular economy construction		x	x	2, 10	2, 2
	Roles circular economy infrastructure		x	x	0, 3	
Supply chain circular economy		x	x	29, 45		

9.3 Appendix C: Lists of drivers and barriers

Table 26: Full list of drivers and sources

Categories	Sources	Drivers
Environment	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Reduction in use of virgin materials - Reduction of energy and carbon footprint
Regulatory	(Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017) (Brown et al., 2019) (Gherman, et al., 2023)	- New environmental, circular, and waste standards, regulations, or legislation. Global and across industries
	(Rizos, et al., 2016)	- Government recognition, awards, or favourable treatment in tenders with circularity
	(Wang, et al., 2017).	- Public procurement
Economic	(Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Rizos, et al., 2016) (Fischer & Pascucci, 2017)	- Stable, resilient, and circular purchasing of materials
	(Brown et al., 2019)	- Innovation potential and the development of circular strategic capabilities and the knowledge for circular business models
	(Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Rizos, et al., 2016) (Fischer & Pascucci, 2017) (Ormazabal et al., 2018) (Brown et al., 2019) Gue et al., 2020)	- Financial return (profitability) and new business opportunities
	(Wang, et al., 2017) (Gherman, et al., 2023)	- Stimulation of second-hand market (demand)
	(Wang, et al., 2017).	- Enhancing technological feasibility and information management on the supply side
	(Wang, et al., 2017) (Debacker et al., 2017) (Gherman, et al., 2023)	- Circular material business models, such as supplier buy-back agreements for structural components and product-service systems (for products with shorter lifecycles, how to reintegrate recovered goods and materials into the market, and how to make compelling financial arguments for all parties involved
	(Debacker et al., 2017) (Gherman, et al., 2023) (Wang, et al., 2017)	- Reduction of renovation/replacement costs and an increase in value of reusable building materials
	(Gherman et al., 2023; Houston et al., 2018)	- Funding for circular projects or companies that operate circular

	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Financial incentives for circular or secondary materials - Increased landfilling costs
	(Rizos, et al., 2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Closed loop material flow lowers volatility of materials and energy costs
	(Hanes-Gadd et al, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluating circular products and services with pilot projects or trials
Cultural	(Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Rizos, et al., 2016) (Ritzén & Ölundh, 2017)(Brown et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Increasing awareness and future right to operate
	(Rizos, et al., 2016)(Kirchher et al., 2017) (Brown et al., 2019) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Attract circular front-runners that successfully establish a circular environment, projects, culture, knowledge, and creating circular networks
	(Brown et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Search for and/or creation of credibility and acceptance via circular networks: Aim to find companies pursuing closed loops for collaboration
	(Hanes-Gadd et al, 2023) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Growing societal awareness of environmental factors impacts employee perceptions inside companies and increase pressure on organisations to engage in sustainable products
	(Hanes-Gadd et al, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Circular leadership: employees, managers or leaders that put circularity on the agenda and contribute to circularity
	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Education, training, and workshops
Organisational	(Wang, et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Holistic approach due to the integrated nature of circular building projects
	(Wang, et al., 2017) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Early stakeholder involvement and co-design methods that involve end users, technicians, suppliers, and communities consider everyone's demands, which leads to a more comprehensive design and sets the foundation for future support
	(Gherman et al., 2023; Houston et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - High priority of circularity within the organisation, promotion of circularity to the outside, commitment and support from management and long-term objectives
	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Integrating circular principles in the design phase

Technical	(De Jesus & Mendonça, 2018)(Brown et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Increased availability of material specifications - Increased availability of information technology facilitating resource optimisation for closed loop strategies - Developments of platforms for reusing products, materials, and data
	(Kirchher et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Circular enthusiasm and pilots
	(Hanes-Gadd et al, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - R&D collaborations of circular innovations between organisations, academic institutions, or other parties
	(Debacker et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Sharing information about resources that are valued within the value network - Extension of life expectancy
	(Debacker et al., 2017) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Enhancing flexibility, availability, and multi-purpose of storage space
	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Development of tools and guidelines (collection and separation), enabling technologies, and circular procurement system
	Gue et al., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Knowledge of circular practices

Table 27: Full list of barriers and sources

Category	Source	Barrier
Environmental	(Charef et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Waste ends up as landfill
	(Gherman, et al., 2023) (Rios et al., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions from transport
	(Hanes-Gadd et al, 2023) (Salari & Bhuiyan, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Environmental trade-offs
	(Gherman, et al., 2023) (Xue, et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Health and safety risks from contaminated materials
Regulatory	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of appropriate circular standards, policies, and regulations - Lack of global and national consensus of closed loops
	(Häkkinen, Belloni, & K., 2011) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Shortcomings in standardised processes
	(Häkkinen, Belloni, & K., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Insufficient sharing of appropriate practices - Little clear information

		<ul style="list-style-type: none"> - Little guidance for designers about design and procurement procedures that needs adopting for reusing elements/materials
	(De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017) (Kirchher et al., 2017) (Masi et al., 2017) (Ritzén & Ölundh, 2017) (Rizos, et al., 2016) (Whalen et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Legislation and regulations favouring traditional processes
	(Brown et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of recertification, standards, and legal warranties of recovered construction materials across life-cycle stages - Generating sufficient commitment to closed loop collaborative innovation
	(Charef et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Strictness of current regulations
	(Debacker et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Shattered legislative framework
	(Zaman et al., 2018) (Rizos, et al., 2016) (Xue, et al., 2021) (Gherman, et al., 2023) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)(Hosseini et al., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of fiscal incentives or support from the government for circular projects
	(Heurkens & Dabrowski, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of guidelines of the execution of closed loops in provincial or local spatial development - Circular innovations are not yet accommodated by the Building Decree Regulations (Bouwbesluit) (restrictions for circular construction elements) - Different circular assessment criteria are required - Inconsistency in municipal sustainability policies - Risk-averse mindset of decision-makers to circular initiatives
	(Kirchher et al., 2017) (Whalen et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of circular vision and consensus from governance
	(Kirchher et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Limited circular procurement
	(Heurkens & Dabrowski, 2021) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of regional policy platforms for the formulation and coordination of long-term circular policy goals
	(Kirchher, et al., 2018) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Closed loop procedures are hindered by current government restrictions
Economic	(Häkkinen, Belloni, & K., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of client demand

(Heurkens & Dabrowski, 2021)	- Lack of second-hand and reused materials, elements, and platforms
(Kifokeris & Xenidis, 2017)	- Profitability does not permit emerging risks from innovations or modifications to the current process
(Rakhshan et al., 2020) (Gherman, et al., 2023) (Brancart et al., 2017)	- Deconstruction is more expensive and requires more work compared to demolition
(Kirchher et al., 2017) (Whalen et al., 2018) (Gherman, et al., 2023) (Kirchher, et al., 2018) (Yeung et al., 2015)	- Unfair competition: low-cost virgin construction materials vs high costs recovered/reused materials
(Brown et al., 2019) (Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018)(Hanes-Gadd et al, 2023) (Kirchher et al., 2017) (Ritzén & Ölundh, 2017) (Rizos, et al., 2016)(Debacker et al., 2017) (Gherman, et al., 2023)	- Construction and demolition business models are still linear and profit-driven (fast and most economic) instead of circular or reversible (CBMs challenged by short-term profitability or generating split incentives)
(Gherman, et al., 2023)	- Low costs of disposing materials as landfills
(Brown et al., 2019) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017)(Kirchher et al., 2017) (Masi et al., 2017) (Ormazabal et al., 2018) (Ritzén & Ölundh, 2017) (Tingley et al., 2017) (Zaman et al., 2018) (Bocken et al., 2016) (Gherman, et al., 2023) (Kirchher, et al., 2018) (Ajayi, et al., 2015)(Hosseini et al., 2015) (Rios et al., 2015)	- High upfront additional (investment) costs and higher insurance fees (also from banks): Client is not willing to plan and invest upfront in the assets lifecycle as it is unknown if there is yield on the investment. Contractor is often not appointed at this stage, so the client needs to invest upfront purchasing these materials. (lack of resources)
(Heurkens & Dabrowski, 2021)	- Use of social and environmental values instead of economic indicators - Readiness of construction companies due to lack of competitive circular products and services - Current tax system does not incentivize the recovered materials - Competitiveness and hoard for profit by companies as waste becomes a valuable resource in a closed loop (preserving or increasing the value of waste for maximisation of profit)
(Brown et al., 2019) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017)(Kirchher et al., 2017) (Masi et al., 2017) (Ritzén & Ölundh, 2017)(Whalen et al., 2018) (Hosseini et al., 2015)	- Uncertain or misaligned returns and/or incentives for investments into closed loop across the value chain reduce the willingness to change or collaborate.

Cultural	(Hanes-Gadd et al, 2023) (Kifokeris & Xenidis, 2017) (Ajayi, et al., 2015)	- Consumer cultural (dis)beliefs (other mindset: low-risk culture, waste is inevitable)
	(Gherman, et al., 2023)	- Lack of global vision due to lack of lateral thinking and ignorance of life cycle reasoning - Lack of awareness about the benefits
	(Brancart et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017) (Govindan et al., 2018) (Tingley et al., 2017) (Ritzén & Ölundh, 2017) (Zaman et al., 2018) (Gherman, et al., 2023)(Debacker et al., 2017) (Kirchher, et al., 2018)(Hosseini et al., 2015)	- Lack of trust, awareness, concern, understanding and interest
	(Tingley et al., 2017) (Xue, et al., 2021) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)	- Lack of acceptance of/attitude to reclaimed materials
	(Kifokeris & Xenidis, 2017) (Sanchez & Haas, 2018) (Gherman, et al., 2023)	- Resistance to change (by manufacturers, builders, owners, or stakeholders) due to scepticism and preference for traditional methods
	(Brancart et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Fischer & Pascucci, 2017) (Rizos, et al., 2016)(Kirchher et al., 2017) (Whalen et al., 2018) (Ormazabal et al., 2018) (Ritzén & Ölundh, 2017)	- Limited support/slow acceptance from the demand side for CBMs, e.g. take ack/reverse logistics, supply side (supply chain), and lease agreements
	(Brancart et al., 2017)(Kirchher et al., 2017) (Fischer & Pascucci, 2017)(Whalen et al., 2018) (Ritzén & Ölundh, 2017)	- A lack of clear responsibilities or ownership across the value chain
	(Heurkens & Dabrowski, 2021)	- Behavioural changes due to circular projects and policies
Organisational		
<i>Working methods and new approach</i>	(Charef et al., 2021) (Heurkens & Dabrowski, 2021) (Lu & Charef, 2021)	- Knowledge asymmetry and fragmentation of the sector, between stakeholders
	(Charef et al., 2021) (Lu & Charef, 2021).	- Lack of holistic approach, safety deconstruction process, innovation, effective methods, and the focus on lifecycle performance
	(Gherman, et al., 2023) (Rizos, et al., 2016) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)	- Lack of support from top management commitment, immaturity, low investment in knowledge management and information systems, and lack of support for circularity
	(Heurkens & Dabrowski, 2021)	- Internal problems and fragmentation within other organisations

		<ul style="list-style-type: none"> - Asymmetry and silo mentality (large organisations) hinders the deployment of closed loops
	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Operating in linear systems
	(Brown et al., 2019) (Masi et al., 2017) (Rizos, et al., 2016)(Kirchher et al., 2017) (Ormazabal et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Company culture, mindset, and circular value internal (organisation) and external (supply chain) for the creation of a closed loop environment
<i>Multidisciplinary teamwork and management</i>	(Kifokeris & Xenidis, 2017)(Zaman et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - New methods to improve teamwork when addressing the lifecycle
	(Rose & Stegemann, 2018)(Yeung et al., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Systematic cooperation
	(Lieder & Rashid, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Late communication between involved parties whereas an early collaboration is required
<i>Key players</i>	(Kifokeris & Xenidis, 2017) (Sanchez & Haas, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Large number of stakeholders
	(Kifokeris & Xenidis, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of communication, skills, and knowledge of the contractor - Unwillingness of client for spending money upfront for the purchase of materials when the contractor is not yet appointed
	(Schraven et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Bilateral dependency of stakeholders
	(Brown et al., 2019) (Fischer & Pascucci, 2017)(Kirchher et al., 2017) (Masi et al., 2017) (Ritzén & Ölundh, 2017) (Rizos, et al., 2016) (Whalen et al., 2018) (Xue, et al., 2021) (Debacker et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Circular supply chain complexity: risk aversion and -inertia, coordination, contracting, distribution channel agreements, information sharing, and relationship power dynamics based upon the position in the supply chain (fear of blocking activities of supply chain members, to maintain status-quo)
	(Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of partnership networks between stakeholders
	(Brown et al., 2019) (Gherman, et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of trust, transparency of information flows, motivations, goals, skills, capabilities, and resources to collaborate freely and effectively with partners, especially pre-competitive vs competitive collaboration
<i>Skilled workforce</i>	(Charef et al., 2021) (Häkkinen, Belloni, & K., 2011) (Gherman, et al., 2023) (Rizos, et al., 2016)(Brown et al., 2019) (De Jesus & Mendonça,	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of comprehension and information, and lack of experienced and skilled workers with sufficient circular knowledge

	2018) (Kirchher et al., 2017) (Whalen et al., 2018) (Ormazabal et al., 2018) (Ritzén & Ölundh, 2017)	
Technical		
<i>Building related</i>	(Machado et al., 2018)	- In the design phase, designs that are not made with EOL in mind. This includes all components
	(Gherman, et al., 2023) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)	- Limitations occur during deconstruction due to limited space to manage the process and store the materials
	(Machado et al., 2018) (Debacker et al., 2017) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)	- Non-prefabricated components are more complex in deconstruction compared to demolition which leads sometimes to a greater challenge of reusing components, especially with poor connections between elements
	(Kifokeris & Xenidis, 2017)	- Lack of lessons learned regarding documentation
	(Sanchez & Haas, 2018) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015) (Huuhka & Hakanen, 2015)	- Need for identification of demonstration projects to show the potential of different methods
<i>Material related</i>	(Gherman, et al., 2023) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)(Yeung et al., 2015) (Huuhka & Hakanen, 2015)	- Uncertainty of quality or poor reliability of the recovered materials
	(Machado et al., 2018) (Rakhshan et al., 2020) (Zaman et al., 2018) (Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)	- Weak data management especially in the national data collection contributes to the difficulty to accurately predict the behaviour and durability of recycled components without enough data
	(Machado et al., 2018)	- Limited collection points for recovered materials which lead to limitations to material availability
	(Tingley et al., 2017) (Yeung et al., 2015)	- Deconstruction process may damage the materials due to difficulty in separation
	(Sanchez & Haas, 2018)	- Under-estimation of the resources embedded in the structure
	(Brown et al., 2019)	- Availability of recovered materials: quantity, quality, fairly/environmentally produced
	(Gherman, et al., 2023)	- Lack of tools for material recovery
	(Debacker et al., 2017)	- Insufficient certification and quality control for recycled and repurposed materials

<i>Technology related</i>	(Brown et al., 2019)	- Lack of common framework, systems, and variation in material requirements: impact and reuse options
	(Sanchez & Haas, 2018)	- Lack of simple processes to reuse a construction project - Lack of science-based, user-friendly tools - Unavailability of proven alternative techniques and the promotion of them
	(Brown et al., 2019) (Masi et al., 2017) (De Jesus & Mendonça, 2018) (Ritzén & Ölundh, 2017)	- Complexity to integrate innovations across the product, supply chain and CBMs
	(Heurkens & Dabrowski, 2021)	- Lack of widely, easily accessible, free available data
	(Gherman, et al., 2023)	- High costs for new technology
(Chileshe, Rameezdeen, Hosseini, & Lehmann, 2015)(Hosseini et al., 2015) (Yeung et al., 2015)	- Missing techniques for reusing recovered materials and elements	

9.4 Appendix D: Interview Protocol

This appendix contains the interview protocol for the interviews with the people of the involved companies in the consortium CTL. The interview questions are used as a base for the interviews. Semi-structured interviews are used to obtain in-depth insights in the SBIR project Circular Viaducts. A list of open questions was prepared before the interviews to encourage interviewees to share experiences, knowledge, and perspectives to ensure an open discussion. Additional questions are asked depending on the answers of the interviewees. The protocol is in Dutch as all interviews are in Dutch.

Interview Protocol

Opening of the interview

“Goedemiddag ‘Naam participant’, fijn dat u tijd wilde vrijmaken voor dit interview. Allereerst wil ik u toestemming vragen om het interview op te nemen en met uw goedkeuring zal ik de opname starten. Nogmaals welkom. Ik zal mezelf zo even kort introduceren samen met mijn afstudeeronderzoek en de reden waarom ik u interview. Daarna neem ik kort de structuur van het interview met u door. Het interview zal ongeveer 60 minuten in beslag nemen. Uw persoonlijke gegevens zijn enkel verzameld voor de afname van het interview en zullen niet in het onderzoek worden opgenomen. Daarentegen zullen de naam van het bedrijf en uw functie worden opgenomen.”

Interview questions

Persoonlijke/bedrijfsvragen

- Naam deelnemer
- Functie binnen het bedrijf
- Rol binnen het consortium en project:
 - o Welke rol heeft (het bedrijf) in het consortium?
 - o Wat is uw kennis/ervaring van/met circulariteit/gesloten materiaal loop principes?
 - o In welke fase bent u zelf betrokken bij het project?

Algemene vragen

- Kunt u iets vertellen over uw positie en verantwoordelijkheden binnen het consortium?
- Vanaf welke fase is het bedrijf betrokken in het project?
- Wat was het doel van (het bedrijf) voor het project?
 - o Wat waren de doelstellingen?
 - o Waren de doelstellingen meetbaar?
 - o Is aan deze doelstellingen voldaan?

Onderzoek gerichte vragen

- Zou je het project circulaire viaducten als succesvol omschrijven?
 - o Wie bepaalt het succes?
- Is het duidelijk welke stakeholders er zijn?
- Hoe is het proces tot op heden verlopen?

- Zijn er leerpunten/knelpunten die werden ondervonden in het samenwerkingsproces?
 - Had dit in uw ogen beter gekund?
- Waren er bepaalde drijfveren die het project/consortium stimuleerde?
- Beschikt het consortium over alle benodigde expertises en rollen?
 - Missen er nog expertises of rollen in uw ogen?

Overige vragen

- Wat belemmert er volgens u zoal de verdere implementatie van circulaire innovaties?
- Wat zijn juist drijfveren die innovaties circuleren?
- Zijn er veranderingen benodigd voor de markt?
 - Wie moet de regie in handen nemen bij elke verandering?
- Hoe zijn eigendom en garanties geregeld?
- Hoe wordt er vanuit de klant gekeken naar het ontwerpen/toepassen van gebruikte elementen in nieuwe viaducten en bruggen?
 - Hoe kan er in de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?
 - Hoe kan er in de ontwerpfase omgegaan worden met de risico's van het gebruik van hergebruikte onderdelen?

Closing of the interview

“Dit was de laatste vraag van het interview. Wat vond u van het interview? Zijn er nog aspecten die ik vergeten ben te vragen, die u wel noodzakelijk acht als toevoeging aan het onderzoek? Ik wil u nogmaals hartelijk danken voor uw tijd. Dit interview is een aanvulling voor mijn onderzoek en zal mij helpen om duidelijke resultaten te formuleren. Mocht u geen aanvullingen of vragen meer hebben, sluit ik hierbij het interview af. Mocht u zich later nog bedenken of vragen hebben, mag u me gerust mailen of bellen. Nogmaals dank voor uw deelname en hierbij stop ik de opname.”

9.5 Appendix E: Interview Protocol clients

This appendix contains the interview protocol for the client interviews. The interview questions are used as a base for the client interviews. Semi-structured interviews are used to obtain in-depth insights in the SBIR project Circular Viaducts. A list of open questions was prepared before the interviews to encourage interviewees to share experiences, knowledge, and perspectives to ensure an open discussion. Additional questions are asked depending on the answers of the interviewees. The protocol is in Dutch as all interviews are in Dutch.

Interview protocol

Opening interview

“Goedemiddag ‘Naam participant’, fijn dat u tijd wilde vrijmaken voor dit interview. Allereerst wil ik u toestemming vragen om het interview op te nemen en met uw goedkeuring zal ik de opname starten. Nogmaals welkom. Ik zal mezelf zo even kort introduceren samen met mijn afstudeeronderzoek en de reden waarom ik u interview. Daarna neem ik kort de structuur van het interview met u door. Het interview zal ongeveer 30 minuten in beslag nemen. Uw persoonlijke gegevens zijn enkel verzameld voor de afname van het interview en zullen niet in het onderzoek worden opgenomen. Daarentegen zullen de naam van het bedrijf en uw functie worden opgenomen.”

Interview questions

Persoonlijke/bedrijfsvragen

- Naam deelnemer
- Functie binnen het bedrijf
- Verantwoordelijkheden

Expert vragen

Vanuit de literatuur worden er talloze drijfveren genoemd die de ontwikkeling en implementatie van circulaire innovaties stimuleren. Sommige zijn afkomstig uit een barrière en andere staan voor zichzelf. Vanuit de interviews komen er twee expliciete drijfveren naar voren, die door bijna alle geïnterviewden worden beaamd en die tevens ook uit de literatuur te herleiden zijn.

- **Zijn er naast financiële middelen en een intrinsieke drive nog andere aspecten nodig om circulaire innovaties te stimuleren?**

Het opslagterrein van herbruikbare liggers, de onzekerheid over de materiaalspecificaties en de garantie daarbij en de huidige wet- en regelgeving komen veelvuldig naar voren als belemmeringen voor circulaire innovaties.

- **Zijn er naast de opslag van liggers, de onzekerheid in garantie van de liggers en de huidige wet- en regelgeving nog andere aspecten die circulaire innovaties belemmeren?**

De business case is in de bouw, net zoals in andere sectoren, van belang. Circulair bouwen betekent wel dat er niet allen meer gefocust moet worden op de prijs, maar voornamelijk op de impact van

een gesloten materiaal cyclus, de vermindering van uitstoot en materiaal. Circulair bouwen is echter duurder dan traditioneel bouwen. Bedrijven moeten een stimulans hebben om circulaire innovaties of oplossingen mee te nemen of te implementeren in projecten. Dit heet als gevolg dat als de concurrentie niet mee gaat en wel traditioneel inschrijft, het desbetreffende bedrijf duurder uitvalt ten opzichte van de rest. Daarnaast is de planning nu ook mede doorslaggevend. Enkel het oogsten van liggers om her te gebruiken kan zeer tijdsintensief zijn. Zijn kosten en tijd dan nog wel de hoofddoelen waarop getoetst wordt bij het uitvragen in een circulaire transitie.

- **Is de opdrachtgever bereid meer te betalen en wat meer ruimte in de planning te bieden om een transitie richting een gesloten materiaal cyclus te bewerkstelligen?**

De opslag van liggers is een belangrijk aspect geweest binnen het project circulaire viaducten. In een gesloten materiaal cyclus worden materialen en onderdelen van te vervangen kunstwerken hergebruikt in nieuw te bouwen kunstwerken. De componenten kunnen vaak niet 1-op-1 worden doorgeschoven, omdat je afhankelijk bent van kunstwerken die in de komende periode moeten worden vervangen en wat er nu zoal beschikbaar is. De componenten die al beschikbaar zijn en liggen ergens opgeslagen op een terrein dat daarvoor ingericht is. Maar wie zou hier de hier de leiding in moeten nemen vanuit het perspectief van de opdrachtgever. Het bedrijf dat liggers in opslag heeft is vaak ook het bedrijf dat de liggers beheert.

- **Wie moet de rol van het opslaan van gebruikte onderdelen op zich nemen, de opdrachtgever of de markt en waarom?**

Vanuit de literatuur komen voornamelijk een projectteam en een keten naar voren met ieder zijn eigen voor- en nadelen. Vanuit de interviews kwamen er vergelijkbare resultaten, waarbij een consortium ook als een mogelijke oplossing wordt gezien. Binnen de bouw en infrastructuur is er een transitie aanstaande en circulaire innovaties, zoals het project circulaire viaducten, zijn hier een belangrijk onderdeel in. Vanuit opdrachtgever wordt er vaak een bepaalde voorkeur gegeven aan het type samenwerkingsverband voor een project. Het samenwerkingsverband van inschrijvende partijen heeft indirect invloed op de rol die de opdrachtgever inneemt of in moet nemen.

- **Geeft een opdrachtgever de voorkeur aan een projectteam, consortium of keten en waarom?**
- **Hoe is de keten voor circulaire innovaties georganiseerd?**

Closing the interview

“Dit was de laatste vraag van het interview. Wat vond u van het interview? Zijn er nog aspecten die ik vergeten ben te vragen, die u wel noodzakelijk acht als toevoeging aan het onderzoek? Ik wil u nogmaals hartelijk danken voor uw tijd. Dit interview is een aanvulling voor mijn onderzoek en zal mij helpen om duidelijke resultaten te formuleren. Mocht u geen aanvullingen of vragen meer hebben, sluit ik hierbij het interview af. Mocht u zich later nog bedenken of vragen hebben, mag u me gerust mailen of bellen. Nogmaals dank voor uw deelname en hierbij stop ik de opname.”

9.6 Appendix F: Transcripts of interviews

9.6.1 Nebest 1a

Kennismakingsgesprek Nebest 1a – 04-04-2024

Start introductie

NEBEST 1A: Wij, de betrokken mensen van GBN en Antea. Toen zijn we doorgeslagen naar de eerste fase, het haalbaarheidsonderzoek, daar zijn wij als Nebest penvoerder van geweest. Vanaf daar begonnen de mensen er al iets meer in te geloven, alleen er was maar €90.000 te verdelen. Wij als Nebest, maar ook GBN hadden er al veel tijd en energie ingestoken. Dus nou ja, om die reden dat wij penvoerder zijn geworden. Maar uiteindelijk hebben wij het budget verdeeld met Antea and Nebest. Strukton en GBN hadden eigenlijk € 0 uit die eerste € 90.000. Desalniettemin hebben zij er uiteindelijk toch wel veel energie ingestoken. En zag je wel dat erover en weer wat discussie is geweest over de belangen. Want ja, ik hoef jou waarschijnlijk niet te vertellen dat Strukton, GBN en Antea is allemaal onderdeel van hetzelfde bedrijf. Dat weet je, denk ik, hè?

IK: Antea wist ik niet, maar ik wist wel dat het GBN en Strukton inderdaad, dat GBN een portfolio bedrijf is van Strukton.

NEBEST 1A: Ja, valt ook dezelfde zuster. Dat was best wel een moeilijk krachtenspel in zoverre dat Antea en Nebest in sommige vlakken ook concurrenten zijn. En ja kijk, ik zat zo in de wedstrijd: het was mijn idee en we moeten met zijn allen doen, maar we moeten de koeken ook wel eerlijk verdelen. Zeg maar, hè? En daar zat niet iedereen hetzelfde in. Tenminste daar zat Antea niet hetzelfde in. We hebben toen best veel discussie over gehad. Maar uiteindelijk eigenlijk voornamelijk door mijn doorzettingsvermogen in dat haalbaarheidsonderzoek, daar heb ik echt weekenden/avonden heb ik daaraan gezeten en de hulp van de persoon binnen GBN hebben we toch de tweede fase bereikt. Het mooie is dat de persoon van GBN eigenlijk helemaal niks betaald kreeg in de eerste fase. Ja, die verdient natuurlijk een extra pluim in dat opzicht. Uiteindelijk waren we door tot die laatste fase nou, toen werden er ook op directieniveau wat mensen wakker, want de verantwoordelijke persoon van Strukton stond er ook maar alleen voor binnen Strukton. Die deed het allemaal een beetje achter de schermen en dat gold voor Antea net zo goed. Uiteindelijk toen we hadden gewonnen en er €1,5 miljoen te verdelen viel, ja dan wordt iedereen wel wakker natuurlijk, hè? En dat was voor ons ook best wel een spannend moment, want we hadden afgesproken dat we het penvoerderschap in de volgende fase zouden overdragen. Antea zou penvoerder worden.

IK: Ja

NEBEST 1A: Wat eigenlijk betekende dat zij die €1,5 miljoen te verdelen hadden. Hé, terwijl als je even teruggaat naar de basis. Nou, maak even een vergelijking met een uitvinder. Stel jij bent een uitvinder? En jij vindt een uitvinding uit waar heel Nederland verliefd op raakt. En vervolgens moet je je uitvinding aan een aan een concullega weggeven. Dan is het natuurlijk best wel, ligt het best wel gevoelig. Er was al een plan ingediend voor die tweede fase, maar omdat dat plan voornamelijk uit mijn koker kwam en andere daar maar beperkt bij betrokken waren, dacht Antea toen zij penvoerder werden, dan gaan wij nu even bepalen wat we gaan doen. En vervolgens werd daarmee onze hele aanpak wat we hadden voorgesteld ter discussie gesteld en moesten wij als Nebest eigenlijk onze uitvinding verdedigen. Nou, er is best wel heel wat discussie over en weer gegaan, kan ik je vertellen. Uiteindelijk zijn we daar wel sterker uitgekomen en hebben in die tweede fase echt

een dijk van een onderzoek neergezet. Er zijn toen ook andere mensen aangehaakt vanuit Strukton, Antea, GBN en die zaten er allemaal heel erg vanuit intrinsieke drive in. En die intrinsieke drive is ook wel iets wat toch wel heel bepalend is geweest, want die intrinsieke drijf heb ik en die intrinsieke drive had de verantwoordelijke persoon van GBN, maar die was bij Antea en in eerste instantie ook bij Strukton, maar beperkt aanwezig. Uiteindelijk is dat wel ontstaan, toen we eenmaal de tweede fase hadden bereikt. Dat ging niet vanzelf. Toen we in de tweede fase kwamen er steeds meer mensen bij uit de verschillende organisaties met een intrinsieke drive. Dus zo ontstond er veel meer synergie. En lieten we elkaar ook veel meer in elkaars waarde. Hè? Dus wij als Nebest zijn goed in inspecties en onderzoek. Antea liet ons in ons waarden en liet ons vooral die dingen doen. Antea is goed in ontwerp. Ja, wij als Nebest kunnen ook ontwerpen, maar ik heb altijd gezegd, Antea is hiervoor en wij niet, dus Antea pakt dat deel op. Nou zo kwamen we steeds dichterbij elkaar en wat daarin ook best wel een heel bepalend moment was, want uiteindelijk deden we het vooral met elkaar en waren de directies nog maar bepaald aangehaakt. Dat is ook wel belangrijk, want de Mensen die het uiteindelijk doen op de werkvloer, die hebben natuurlijk ook commitment, vrijheid nodig en bewegingsruimte nodig binnen hun organisatie om dit soort dingen te ontplooien en dat vraagt die investeringen op de voorgrond, maar dat betekent dat je kan oogsten op de achtergrond, letterlijk en figuurlijk. Dus die ruimte moeten er zijn binnen de organisaties. Ik krijg die ruimte binnen Nebest volop, alleen dat was zeker bij Strukton en Antea geen vanzelfsprekendheid. Ze hebben die ruimte moeten creëren. Uiteindelijk was er de ondertekening van die fase twee, waarbij ook alle directeuren op het podium verschenen was daarin wel een doorbraak dat er uiteindelijk op directieniveau veel meer draagvlak kwam en dat ze zagen dat dit een drastische kans was om je als bedrijf in deze sector op het duurzame manier te positioneren en daar uiteindelijk ook geld mee te verdienen. Toen hebben we veel mensen het toch omarmt en toen zijn we eigenlijk steeds beter gaan samenwerken ondanks de strubbelingen binnen RWS, want die strubbelingen binnen RWS die het voor ons heel moeilijk hebben gemaakt. Nou ja, daar heb je ook over gelezen die dreven ons ook nog wel regelmatig uit elkaar hoor. Dat we zeg maar dat hele krachtenspel met de opdrachtgever. Mét verschillende opdrachtgevers zelfs, want eigenlijk hadden we natuurlijk het project A76, project A9, het SBIR-team. Dat waren 3 aparte identiteiten, allemaal binnen dezelfde organisatie RWS en wij stonden daar tussenin. Dus dat maakte dat wij ook af en toe nog wel eens uit elkaar gedreven werden door de hele complexiteit van de bushok. Maar uiteindelijk hebben we daarin elkaar wel vast weten te houden en zijn we nu natuurlijk bezig met de opschaling. En dan zie je eigenlijk dat we elkaar nu ook gewoon veel meer weten te vinden. Ook voor andere projecten op dit gebied. En dat we elkaar in de waarde laten en dat vertrouwen hebben in elkaars expertise. Maar dat heeft wel moeten groeien. Dat heeft heel erg moeten groeien, dat was geen vanzelfsprekendheid. En wat leren we daar dan van? Dat mensen binnen hun organisatie de ruimte moeten krijgen om te kunnen pionieren op dit soort gebieden, het vertrouwen moeten krijgen, een hogere hand dit te doen. Hierin te investeren, hun eigen belangen soms los moeten kunnen durven laten. Ja, we zijn concurrent op sommige gebieden, maar hoe erg is dat als je allemaal de kruimel van de koek mag eten en iedereen kan doen wat hij leuk vindt. Ja, dan hoeft je ook niet altijd een hele koek op te eten. Dus elkaar in de waarde laten en op waarde schatten. En wat ook een heel belangrijk leerpunt is dat we eigenlijk ruimte ook eerder hadden moeten creëren. We hadden eerder op directieniveau moeten schakelen. Eerdere het belang moeten laten zien in plaats van dit onderweg wel oplossen, zeg maar. Dat had ons ook een hoop strubbeling geschied. Dat is even mijn story in een notendop. Uiteindelijk is iedere fase natuurlijk weer anders, zoals ik jou ook net schetste. En iedere fase heb je bepaalde belemmeringen en heb je heb je ook dingen die er ontstaan, zeg maar, hè, zoals ik je net schetste.

IK: Ja, veel dingen die jij zelf al benoemd hebt, die komen inderdaad ook, nou als je een beetje onderzoek doet naar het consortium zelf, dan komen die ook wel naar boven. Maar het stukje bijvoorbeeld van RWS met die verschillende partijen binnen RWS, dat is wel een nieuw iets.

NEBEST 1A: Je moet het zien als een elastiek, zeg maar hè? Als consortium is een elastiek en daar wordt vanaf 3 kanten tegelijkertijd aangetrokken. Ja, op een gegeven moment dan toont dat scheuren en dat is wat er continu is gebeurd. En het hele proces synergie. De complexiteit van enerzijds is de techniek, maar voornamelijk ook de opdrachtgever, interne organisatie en de synergie tussen de partijen binnen het consortium. Dus eigenlijk een beetje, bedoel ik. Ik ben vrij visueel aangelegd, maar je zou eigenlijk meerdere elastieken op elkaar kunnen tekenen en dat was de hele synergie en nog steeds. Nou, het is wel heel interessant, relevant onderzoek. Ik denk ook zeker dat de leerervaring bruikbaar zal zijn voor andere innovatietrajecten waarbij je ook wel goed moet nadenken hoe je het gaat opschrijven natuurlijk, hè. Want de dingen die ik je vertel, vertel ik je gewoon in alle eerlijkheid, maar uiteindelijk ligt dat soms natuurlijk ook best gevoelig.

9.6.2 Nebest 1b

Interview Nebest 1b – 17-05-2024

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

IK: Wat was uw rol binnen het consortium?

NEBEST 1B: Initiatiefnemer.

IK: Had u enige kennis/ervaring met circulariteit/gesloten materialen cyclus?

NEBEST 1B: Zeker.

IK: Kunt u iets vertellen over uw positie en verantwoordelijkheden binnen consortium?

NEBEST 1B: Nou ja goed initiatiefnemer en een van de consortium partners als zijn de Nebest. En verantwoordelijkheden daarin zijn de onderzoek inspecties om aan te tonen dat hergebruik mogelijk is.

Einde persoonlijke/bedrijfsvragen

Start algemene vragen

IK: Wat was het doel wat Nebest voor ogen had voor het project?

NEBEST 1B: Het doel wat wij voor ogen hadden was om de cirkel van hoogwaardig hergebruik van bestaande kunstwerken te sluiten. En vanuit daaruit een fundamentele bijdrage te leveren aan de klimaatdoelstellingen van RWS.

IK: Wat waren er de doelstellingen?

NEBEST 1B: Ja, die stonden in de allereerste aanbieding die we hebben gedaan voor de SBIR circulaire viaducten.

IK: Waren deze doelstelling uiteindelijk meetbaar?

NEBEST 1B: Ja, We hebben aan de hand van stoplichten in het haalbaarheidsonderzoek, maar ook In de. Aangepaste versie van het haalbaarheidsonderzoek aan de hand van kleuren aangegeven waar bestaan ten aanzien van die doelstellingen.

IK: Is tot op heden aan de doelstelling voldaan?

NEBEST 1B: Nee, We hebben nog geen hergebruikt viaduct in de 76 gebouwd. Maar we zijn wel bezig met de opschaling. De opschaling was geen doelstelling, dus we hebben gedeeltelijk een doel bereikt wat we ons niet hadden gesteld, maar waar we wel over droomden. En het specifieke doel wat We hadden opgeschreven dat. Is nog niet bereikt.

Einde algemene vragen

Start onderzoek gerichte vragen

IK: Zou je project tot op heden als succesvol kunnen omschrijven?

NEBEST 1B: Ja, Als ik kijk hoeveel spin-off het heeft gehad In de breedste zin des Woord binnen Nebest, maar ook binnen de hele GWW-sector zeker.

IK: Wie bepaalt het succes?

NEBEST 1B: Qua personen of organisaties?

IK: Is het CTL als geheel, een bepaald bedrijf binnen CTL, RWS of bepaalde personen?

NEBEST 1B: Nou ja, kijk, uiteindelijk doen we het met zijn allen. Dan kan het ook Alleen maar met zijn allen. En met zijn allen bedoel ik CTL, maar ook RWS. Dus allemaal, maar Als ik in een aantal Zou moeten noemen die daarin toch doorslaggevend waren, dan waren het de verantwoordelijke personen voor GBN en Nebest.

IK: Hoe is het proces tot op heden verlopen?

NEBEST 1B: Met een hoop vallen en opstaan, en obstakels. Maar we hebben ons keer op keer weer weten te herpakken en er ook gedeeltelijk van geleerd. Al denk ik dat we er Misschien nog meer. Uit zouden kunnen halen qua leerervaringen.

IK: En, waar doel je dan precies op?

NEBEST 1B: Nou, kijk het risico wat je altijd loopt. Is dat je zeg maar? Dat je Alleen maar bezig bent met productie? En het regelen en het voor elkaar krijgen, en dat je vergeet om de leerervaringen ook vast te leggen. Dat hebben we wel gedaan met die terug naar de basis sessie. En, dat hebben we gedaan met die learning history. Maar we zijn nog steeds aan het leren, maar ook het vastleggen van het leren. Dat zou een continu proces moeten zijn. En, Dat is nu wat meer. Ad hoc en soms daarmee mosterd na de maaltijd of mis je toch soms dingen?

IK: Zijn er leer/knelpunten ondervonden in het samenwerkingsproces?

NEBEST 1B: Nou, goed, ja, Kijk, Ik denk dat het hem vooral zit In de belangen van iedere partij en de Cirkel van invloed van de desbetreffende persoon binnen zijn organisatie.

IK: Had het ook op een andere manier gekund?

NEBEST 1B: Ik denk dat we dat eerder. Scherp hadden moeten krijgen met elkaar en vanuit daaruit bepalen van hoe kunnen. Hoe kunnen we beter inspelen op ieders belang en welke Mensen hebben we dan nodig binnen de verschillende organisaties? Om dat project goed georganiseerd te krijgen.

IK: Waren er ook drijfveren die uiteindelijk het project stimuleerde?

NEBEST 1B: Nou, Ik denk. Intrinsieke drijfveren om vanuit het project de fundamentele bijdrage te kunnen leveren. Dus je had heel sterk bij mij en de betrokken persoon van GBN. Maar ik denk ook wel bij de projectleider vanuit Antea. Maar dat er bij anderen Misschien commerciële drijfveren waren.

IK: Zijn er nog andere drijfveren?

NEBEST 1B: Nou ja ik ja kijk, Ik denk dat het een drijfveer ook is om zeg maar. Toch uniek te kunnen zijn met dit project? Ons onderscheidend vermogen. Kijk, We hebben de vernufteling gewonnen. We zijn genomineerd geweest voor de circulair Award. Helaas niet gewonnen, maar goed. Ja, weet je dat dat maakt dat je je bedrijf als koploper kan positioneren, dus dat onderscheidend vermogen? Ik denk dat dat ook wel een drijfveer is geweest.

IK: Beschikt het consortium over alle benodigde expertises of rollen?

NEBEST 1B: Dat is een goeie vraag. Ik denk het wel, en Als ik dan wat zou moeten noemen, wat we Misschien niet. Voldoende beheerste dan was dat. Expertise ten aanzien van de opslag. Daar hebben we ons best wel op verkeken en de opdrachtgever ook. En Misschien toch Inlevingsvermogen In de opdrachtgever. Kijk, Je moet je voorstellen dat de belangen waar ik het net over had en Iedereen zijn invloedssferen. Onderling geldt dat maar eigenlijk ook ten aanzien van RWS dat wij, Ons soms wat beter hadden. Moeten verplaatsen Misschien wel in RWS en de belangen binnen die organisatie en de cirkel van invloed van de personen binnen RWS waar wij dan mee te maken hadden? We verwachtten Misschien te veel van een persoon die. Maar een beperkte invloed heeft en dat hebben we onvoldoende gerealiseerd en dat bedoel ik met inlevingsvermogen. Je verplaatst je je verplaatst in een ander persoon en een andere organisatie.

Einde onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

IK: Wat belemmert er volgens u zowel de verdere implementatie van circulaire innovaties?

NEBEST 1B: Nou, Ik denk dat het geen structureel onderdeel is van de manier van werken. Daarmee het risico dat je steeds van pilot naar pilot blijft gaan in plaats van pilot naar business as usual.

IK: Pilots en frontrunners zorgen er dan indirect voor een bredere steun?

NEBEST 1B: Nou dat bedoel ik niet per se, Maar ik bedoel meer Als je een pilot alla A76 zou zien. Als middel of ten dienste van de verdere opschaling. En, je zou dat in het in het proces ook zo uitwerken. Dan zou de innovatie geen innovaties blijven, maar. Steeds meer naar business as usual door ontwikkelen en de impact daarmee ook vergroten.

IK: Zijn er ook drijfveren die innovatie stimuleren?

NEBEST 1B: Nou ja, kijk, Ik denk dat een drijfveer voor een organisatie is om aan een pilot mee te werken dat je jezelf. In positieve zin In de picture zet. En wat zijn dan de triggers? Om een. Pilot

succesvol te maken. Dat zijn zeg maar een goede proeftuin, Experimenteerruimte binnen een project het liefst meerdere, Financiële middelen En de mogelijkheid om vanuit daaruit ook op te schalen.

IK: Is de opschaling doorslaggevend voor een innovatie?

NEBEST 1B: Dat is waar je het voor doet. Natuurlijk kijk, Als je je verplaatst in. In een uitvinder kijk, Ik ga ook geen. Nieuw wiel uitvinden om het in één keer aan een auto op te kunnen hangen, zeg maar, hè?

IK: Zijn er veranderingen nodig binnen de huidige markt?

NEBEST 1B: Nou, Ik denk dat wij. Mensen meer moeten opleiden die actief zijn In de doorsnee projecten. Je merkt toch wel een kennissen hiaat en Dat is ook wel een, vaak een belemmering om. Innovatie in een project in gefietst te krijgen. Denk dat dat een belangrijke is. Ja en Ik denk ook dat wij als markt nog. Volhardender moeten worden in het voorhouden van de spiegel aan de opdrachtgever. Niet te veel In de pas lopen en u vraagt, wij draaien.

IK: Ligt de verantwoordelijkheid alleen bij de opdrachtgever of ook de opdrachtnemer?

NEBEST 1B: Tuurlijk, dat werkt twee kanten op.

IK: Wie zou daar de regie in handen voor moeten nemen?

NEBEST 1B: Ja, kijk, weet je, uiteindelijk begint het bij jezelf. Kan altijd wel naar andere wijze, Maar het begint bij jezelf. Echter, opdrachtgevers hebben wel een enorme. Positie om daarin. Beweging te creëren.

IK: Meer dan de opdrachtnemers of de markt?

NEBEST 1B: Ja tuurlijk, kijk ik, Ik kan als ingenieursbureau of Strukton kan Ik Zelf de handschoen oppakken En nog een handschoen oppakken en nog 10 handschoenen oppakken, maar op het moment dat de klant het nooit vraagt, ik bedoel, dan heeft het geen zin, zeg maar hè? Terwijl als RWS nu zou besluiten om in ieder contract op te nemen dat liggers standaard worden hergebruikt in plaats van dat ze vervallen aan een aannemer. Ja, moet je dan eens kijken wat er aan een enorme beweging ontstaat?

IK: Hoe zijn eigendom en garanties geregeld?

NEBEST 1B: Nou eigendom, Dat is iets waar we nu in verschillende vormen. Mee experimenteren. We zijn Natuurlijk bezig met de opschaling en daarbij zijn er wel zowel scenario's dat RWS-eigendom blijft als dat de markt eigenaar blijft. Als je mij vraagt, wil je de business case aantrekkelijk houden, zou ik vooral zeggen, laat RWS lekker eigenaar blijven. Want hoe vaker een transactie plaatsvindt? Rondom een element hoe duurder het wordt. Dat gaat ten koste van de business case. En ten aanzien van garanties. Wij steken onze hand in het vuur als consortium en we werken aan structurele oplossingen om die garanties af te kunnen geven door bij te dragen aan normen, ontwikkeling en dat soort zaken.

IK: Wat bedoel je met hoe vaker een element wordt gebruikt, hoe duurder het wordt?

NEBEST 1B: Nou ja, Je moet je voorstellen hè. Neem even de A 9, daar komen liggers vrij. Stel nou dat die liggers die gaan naar de A44 (dat is zo). Het zijn twee RWS-projecten. Kan je twee dingen doen. RWS blijft eigenaar, dus dan gaat het van A naar B. En, wij regelen dat. En daar krijgen we voor betaald voor al die dingen die We moeten regelen. Of Die liggers, die waren van RWS, zijn nu van Veenix. De aannemer die de A9 uitvoert. CTL koopt ze over van Veenix. CTL Verkoopt ze aan de

aannemer die ze vervolgens in de A44 weer moet gaan plaatsen en dan worden ze weer eigenaar van RWS. Betekent dat je dus 4 keer winst en risico over je over je ligger heen krijgt. Nou ja, ze is niet bevorderend is voor de business case van hergebruik, dan is dat het wel.

IK: Dus om dat tegen te gaan is het beter als RWS, eigenaar zou blijven.

NEBEST 1B: Eigenaar blijven en puur in dienst uitvragen.

IK: Hoe kan er in de gunningsfase een positieve waarderingen gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?

NEBEST 1B: Nou, in ieder geval dus Als het om sloop aankomt als vertrekpunt meenemen hergebruiken in plaats van het vervalt aan de aannemer. En Als het op de toepassing aankomt? In aanvulling op MKI, hergebruik extra waarderen. Vanuit EMVI-scores.

IK: Hoe kan er in de ontwerpfase worden omgegaan met de risico's van hergebruikte onderdelen?

NEBEST 1B: Door te zorgen dat je constructeurs en ontwerpers met ervaring de berekeningen laat maken in plaats van conservatieve constructeurs. En te zorgen dat de juiste rekenregels en werkwijzen worden ontwikkeld, zoals we dat nu ook bijvoorbeeld hebben gedaan in de CROW-richtlijn voor hergebruik van constructieve elementen.

Einde overige vragen

Einde interview

9.6.3 GBN

Interview – GBN – 09-04-2024

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

GBN: Ik ben manager business ontwikkeling bij GBN (toen nog niet). GBN is een van de 4 partijen binnen Closing the Loop. GBN heeft zich toen vooral gericht toen en nu nog steeds op demontage en sloop. Dat is waar wij onze meerwaarde in hebben. We hebben de lead genomen bij de demontage van de liggers in Keizer Karel plein (A9). En dat werd door Strukton verder uitgevoerd. Waren we nu geen uitvoerders. Samen met de betrokken persoon binnen Strukton kwam daar om de hoek kijken. En dus ja, we hadden dan de lead en dan de uitvoering zit bij Strukton.

Wat wij nu aan het doen zijn is, want dit heeft geleid tot een veel groter project. We hebben nu bij Keizer Karelplein heb we volgens wij 40 liggers geoogst. We zijn nu voor Rijkswaterstaat samen in het consortium VOF Groene Liggers zijn wij 200 tot 300 liggers gaan we oogsten. En, daar hebben wij samen met RWS een groot aantal afspraken gemaakt. En daar zitten in dat consortium, groene liggers en Dura Vermeer in, want je had CTL en liggers 2.0. Liggers 2.0 was de keten Dura Vermeer en RHDHV. CTL is dan ons consortium. Dus hebben dachten die partijen die gaan samen leren hoe we meer liggers kunnen oogsten. Alleen dat wil je bestuurbaar houden dus komt er een VOF met twee partijen, want anders heb je 10 partijen in die VOF. Uitvoering wordt gedaan door CTL partijen en de liggers 2.0. Wij zijn trekker. Dus dat is dan in dit geval mijn collega samen met Dura Vermeer zijn wij trekker van het VOF voor Groene Liggers consortium. We hebben nu net in februari/maart weer

40/45/50 ligger geoogst. In juli weer liggers oogsten en in oktober gaan we iets van de 100 of 200 liggers oogsten en die gaan grotendeels naar de A44 toe. Een deel gaan wij misschien zelf hun eigendom overnemen. We gaan kijken of we die ook ergens kunnen matchen. Dat doen we ook weer met het consortium samen.

Mijn collega is eigenlijk de projectleider van dit hele gebeuren, maar ik trek met die persoon op, want ik ben de aanstichter, om dit varkentje te wassen. Dus je moet mijn collega niet hierna te interviewen, want Ik kan precies vertellen wat hij weet en hij heeft wat drukker, omdat hij nu de trekker is. Ik heb het ook druk, maar ik hoef niet te trekken.

IK: Jullie leiden ook allebei tot dezelfde inzichten?

GBN: Ja, we zijn al zo lang samen met elkaar bezig, dus we zijn geen 4 handen op één buik, maar we hebben wel dezelfde inzichten.

IK: Oké nou, dat is in ieder geval goed om te weten.

GBN: Bij CTL al heel lang betrokken en nu zijn we met Groene Liggers bezig om nog veel meer liggen te oogsten en veel meer matchmaking te gaan doen. 200 tot 300 in de A44 en de N201 en er worden er nog veel meer geoogst.

Einde persoonlijke/bedrijfsgegevens

Start algemene/onderzoek gerichte vragen

IK: Oké, ja interview is eigenlijk wel specifiek gericht op het stukje Closing the loop en dan eigenlijk meer procesmatig en de manier van samenwerken. Daar wat meer op gericht. Vindt u het goed om door te gaan? Nou ja, wat je functie binnen bedrijf heeft hier zoal genoemd. Welke rol heeft GBN gehad in het consortium?

GBN: Dan ben je zo klaar hé. We hebben niet goed samengewerkt.

IK: Welke fase bent u zelf betrokken bij het project?

GBN: Vanaf het begin samen met de initiator van Nebest.

IK: Wat is uw kennis of ervaring met circulariteit of gesloten materiaal loops/cyclus?

GBN: Ik werk mijn hele leven al op het vlak van milieu, duurzaamheid en circulariteit, dus ik heb met verschillende projecten al eerder vormgegeven. Liggers was voor mij een nieuw onderwerp, maar ik heb al ervaring op dat vlak.

IK: Buiten dat heeft u dus altijd iets met hergebruik gedaan of duurzaamheid?

GBN: Ja, dat heette dan duurzaamheid. Ik ben ook duurzaamheidscoördinator intern geweest. Ik ben ook MVO-manager hier geweest of bij Strukton. Ik kom ook bij Strukton vandaan en ik heb daarvoor ook allerlei milieu op duurzaamheidsfuncties gehad.

IK: Oké, dan gaan we door naar de algemene vragen, kunt u iets vertellen over uw positie en verantwoordelijkheden binnen het consortium?

GBN: Die zijn nooit echt vastgelegd binnen het consortium. We hebben gezegd van we gaan iets met elkaar doen en we hebben nooit een contract of een consortium overeenkomst met elkaar getekend. En dat is ook niet goed geweest achteraf. We hebben nu eigenlijk heel veel geleerd en bij

Groene Liggers hebben we dat wel allemaal geregeld. Maar dat hebben we dat gewoon niet geregeld en we zijn aan de slag gegaan.

Het bestond uit een aantal fases en we hebben gezegd voor fase één, de haalbaarheidsstudie, is Nebest verantwoordelijke. Voor fase twee, was Antea verantwoordelijk en die fase is eigenlijk nog steeds niet afgesloten, maar Antea zou trekken. Fase drie, de realisatie is Strukton verantwoordelijk. Strukton is nu niet meer SIS, maar dat is Beton & Wegen geworden en die is nu bezig met het stukje aanbidding van ontwerp en realisatie van de Daalderweg viaduct waar de liggers naartoe moeten gaan komen. Dat trekt echt Strukton. Antea heeft de oogst en de hele fase tussen haalbaarheidsstudie en de realisatie getrokken. Nebest heeft eigenlijk de haalbaarheidsstudie getrokken.

IK: In die fase zijn dan ook overeenkomsten met eigenlijk de 5 deelconcepten waarop het consortium gebaseerd is? Dus de herbruikbaarheidsscan, de circulaire ontwerpconcepten en dan uiteindelijk het realiseren het hergebruik van.

GBN: Ongeveer, ik heb ze niet helemaal scherm in voor ogen. Maar dit waren ook de fases, want we deden het voor de SBIR. En de SBR had ook fase 1, 2a, 2b en 3 volgens mij. Ik moet echt weer helemaal terughalen en daar is hij vooral op aangesloten, want daar zit ook geldstromen en dus we hebben ook gewoon iemand die facturen moet verzenden en dat hebben we gelegd. Even nu de facturen verstuurd naar RWS en eerder deed Nebest dat bijvoorbeeld.

IK: Ja, omdat zij trekkers zijn?

GBN: Nebest in het begin, Antea nu en Strukton is voor het laatste gedeelte van de trekker. Wij zijn geen trekker geweest als GBN, omdat wij zitten vooral zitten in de demontage en in de oogst, en een stukje modificatie. Dat was onderdeel van een groter geheel, dan heeft het niet zoveel zin dat wij dan ergens daardoor de trekkers van worden. Dus vandaar dat wij daar niet toe dat zelf bijeenkwamen. Niet een van de 3 partijen was geweest die dat trokken, want er waren maar 3 fases.

IK: Is GBN dan ook al vanaf het begin ja eigenlijk. GBN is, net zoals alle andere bedrijven betrokken vanaf het begin. Ja ja, wat was eigenlijk het algemene doel van zowel GBN? Ja, wat was het doel van GBN voor het hele project?

GBN: GBN is een impact organisatie. GBN wil een transitie naar circulaire economie zien te bewerkstelligen, dus stap voor stap materialen her te gebruiken. En vanuit dat perspectief zijn we ingestapt. Wij deden al een heleboel op het gebied van beton recycling. Liggers heeft een nieuwe dimensie aan een beton recycling en hergebruik van beton. Daar gaan we in stappen. Toevallig ken ik Wouter al jaren, ik ken Oscar al jaren, Antea ken ik wat minder. Dat was het ook. Mensen die elkaar al jaren kennen zeggen we gaan het gewoon samen doen. GBN is echt om impact te maken, daarom zijn we ingestapt.

IK: En vanaf het begin stonden alle neuzen dezelfde kant op? Als in het doel wat GBN voor het project had, was dat ook.

GBN: Ja, laat ik het zo zeggen. Op persoonlijk niveau stonden alle neuzen dezelfde kant op. Ik weet niet hoe het binnen Strukton altijd welke kant het op ging, want Strukton is gewoon een aannemersbedrijf moet ook gewoon gedekt worden. Ik had wel eens het vermoeden dat Strukton zich daar ook wel door liet lijden en niet altijd de impact bovenop stelde. Ook logisch, dat moet ook gewoon gebeuren, omdat bij ons was het ook op een gegeven moment, maar er waren verschillende belangen altijd. Impact maakt maar ook gewoon dat het allemaal wel financieel gedragen zou worden en dat de kosten werden betaald. Dus dat is een belangrijke drijfveer. Soms overheerst het

ene bij de ene partij is soms overheerst het andere bij de andere. En, dat gaf ook wel een keertje wrijving.

IK: En, in tegenstelling tot Strukton waren het doel van Nebest en Antea wel in overeenstemming met GBN?

GBN: Het zijn 4 partijen. Antea heeft natuurlijk ook weer een heel ander belang, want die zit vooral in ontwerp en ingenieursdiensten. Nebest zit vooral de hergebruikscanner. Ieder heeft zijn eigen belangen. Wij hadden het belang om impact te maken, vooral rond die oogst en de begeleiding naar circulariteit wat op te pakken. Antea wilde ook wel die impact maken, maar die zit vooral om te kijken van, hoe kan ik mijn markt op het gebied van ontwerp veel groter te maken. Strukton wil betaald worden en wil ook wel impact maken, maar die zit vooral ook in de vraag van ja, hoe kan ik nou ook de markt daarvoor groter maken. Omdat Strukton altijd in tenders meedoet en GBN, Antea en Nebest ook vaak een op een opdracht te kunnen krijgen. Dus er zitten wel allerlei verschillende belangen in dat hele project. Hebben daar wel een keertje over gehad, maar nooit echt geëxpliciteerd ook. Wouter, ik, Oscar en ook Erik zijn gewoon doeners en we zijn gewoon aan de slag gegaan. We kijken waar het schip strandt. Nou, zo zijn we aan de slag gegaan en nu achteraf reflecteren we op een aantal dingen waar we denken van ja, dat hadden we achteraf beter en anders moeten doen.

IK: Oké ja over die wat we net zeggen wat beter kan kunnen doen, daar komen we eigenlijk zo meteen op. Wat was de aanpak van GBN? Zeg maar voor het nastreven van het doel kon gaan?

GBN: Gewoon gaan, we gaan aan de slag. Jij wilt een ander antwoord.

IK: Ja, iets meer concreet.

GBN: Wij zaten er om de overspanning te maken? Wij zaten er om de ligger eruit te halen. Ja, Dat is gewoon realiseren. Ik kan heel mooi maken, maar gewoon doen.

IK: Is aan de doelstellingen uiteindelijk voldaan?

GBN: Ja, liggers zijn er uitgehaald en moeten nog worden teruggeplaatst. En, we zitten met een hele grote opschaling dus ons doel is gehaald.

IK: Kan je ook zeggen dat het project als succesvol kan worden omschreven?

GBN: Dat weet ik nog niet, want we lopen nog met een rekening van geld en als dat afgehandeld is, dan kan ik... en we weten nog niet of de realisatie van de daalderweg gaat gebeuren. Dan is het een echt groot succes. Dus nu een succes, maar het moet nog wel echt groot succes komen. De ingrediënten liggen er.

IK: Is het duidelijk welke stakeholders er zijn? Dus welke betrokken partijen zijn eventueel van buitenaf nog en.

GBN: Ja.

IK: Hoe is het samenwerkingsproces tot op heden verlopen?

GBN: Nou wat ik zei, we zijn gewoon gaan lopen. Binnen het traject zit ook verschillende haantjes en dat liep niet altijd lekker. Dat mensen/we hadden wel een project aansturing, maar ja, die bemoeiden ons ook overal mee. We hebben in het begin daar de projectorganisatie onvoldoende ingericht. Eigenlijk is dat de conclusie. We hebben geen goede projectorganisatie gehad. Dus eigenlijk, de doeners zijn de aan slag gegaan, die hebben het gewoon gedaan. Maar we hebben de

projectorganisatie niet goed omgezet. Dat hebben we in de herfst bij de Groene Liggers, veel beter opgepakt nu dus. En, dat merk je gewoon ook in facturatie. Dat merk je in aansturing. We hadden een aansturing met 4 partijen met eigenlijk ook mensen die zich graag overal mee bemoeien. Ook moeilijk konden loslaten, want het is een beetje mijn kindje. Ja dan laat ik het ook zo makkelijk los. Dat geldt voor meer mensen en we hebben daarin te veel en te zwaar opgestuurd met zijn allen, te veel overleg geweest met te weinig resultaat. Er was niet echt één projectleider die de rol pakte en die dan zei ik: jullie allemaal terug in je hok, zo gaan we het doen. Dus het ontbrak aan een goede projectorganisatie.

IK: Waren er in het samenwerkingsproces ook nog bepaalde motivatoren/drijfveren die wel het project stimuleerden?

GBN: We willen het allemaal succesvol maken en dat was ook bij Rijkswaterstaat wat onze belangrijkste stakeholder was. Die wilde er ook gewoon het succes van maken, dus we hebben wel met elkaar gevochten, maar we hebben wel gezegd, ja gewoon geen keus, we gaan gewoon verder. Een paar keer ook gevraagd om de stekker uit het project te trekken, maar steeds keer op keer was het wel, ja we moeten gewoon echt verder gaan met zijn allen.

IK: Was het dan ook een drijfveer dat Rijkswaterstaat het consortium financierde?

GBN: Nee, ze hadden soms ook gewoon geen geld.

IK: En dan onafhankelijk daarvan ging het consortium gewoon door?

GBN: Ja een paar keer gevraagd om te stoppen, omdat er geen geld was. Dus, dat was niet een blanco cheque of zo. Voor elke euro moest uiteindelijk ook nog steeds zijn we aan het toe aan het strijden. Dat is dus niet de driver geweest, maar eigenlijk zaten we met Rijkswaterstaat keer op keer rond die tafel om te zeggen, van ja, we moeten er wel samen uitkomen, dus we moeten we gewoon kijken hoe we dit gaan organiseren met elkaar. Dat hebben we keer op keer uit met elkaar gezegd.

IK: Is dat dan ook vaak voorgekomen?

GBN: Dat is een paar keer voorgekomen.

IK: Hoe frequent kwam dit voor?

GBN: We zijn nu met de afhandeling bezig. Ja, het ontbrak ook aan, besluitvorming bij Rijkswaterstaat, waardoor soms kosten enorm opliepen. Dus ook daarin moesten we verwachtingen op elkaar afstemmen waar. Het was wel elk kwartaal wel een onderwerp van gesprek.

IK: En u zegt de besluitvorming. Heeft u dan een concreet voorbeeld?

GBN: Er zouden liggers uh... We betaalde in het afgelopen half jaar heel veel geld voor opslagterreinen van liggers. Daar is Peter van Dalen mee bezig geweest en die liggers die konden wel ergens anders naartoe gaan brengen. Maar Rijkswaterstaat besloot, maar niet om die liggers naar de andere kant van het land te gaan brengen, waardoor we heel veel kosten maakten op het terrein zelf. En, dat had gewoon met de besluitvorming te maken.

IK: Waren er meerdere partijen betrokken binnen Rijkswaterstaat? Dus meerdere sub organisaties?

GBN: RWS is heel complex georganiseerd. Dit waren twee verschillende afdelingen/directies of hoe het ook heet.

IK: Beschikt het consortium over alle benodigde expertises en/of rollen?

GBN: Ja, het is alleen niet goed ingezet.

IK: Wat bedoelt u daarmee?

GBN: Projectorganisatie was gewoon niet helemaal goed. Dus we hebben gewoon onvoldoende alle rollen goed doordacht ingezet.

Einde algemene/onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

IK: Hoe is het eigendom en garantie geregeld?

GBN: Wij hebben de liggers liggen bij RWS. Wij hebben procedure opgesteld. Er is een procedure opgezet om te zorgen dat wij de liggers op een bepaalde manier gaan testen om te testen wat de liggers waard zijn qua druk testen/testing. En we gaan ze bewerken en het wordt allemaal op basis van dat protocol gedaan. Wij geven geen garantie, maar we geven wel garantie om de diensten uit te voeren.

IK: Het eigendomsrecht blijft ten alle tijden bij Rijkswaterstaat? Ook als uiteindelijk het nieuwe kunstwerk is gerealiseerd?

GBN: Ja, het nieuwe kunstwerk is uiteindelijk van RWS

IK: Zijn er binnen het consortium nog veranderingen nodig?

GBN: Alles wat tot nu toe is verteld. De veranderingen hebben we allemaal doorgevoerd bij Groene Liggers. Dat loopt nu veel strakker, veel beter.

IK: Want alles wat u net heeft verteld, is ook gedaan voor Groene Liggers om dat in betere banen te leiden?

GBN: Ja, ook daar is RWS voor een gedeelte van de liggers eigendom. Maar ook daar worden wij misschien eigenaar van een aantal liggers. Daar loopt een heel ander proces en dan gaan we kijken van werkt dat of werkt dat niet.

Einde overige vragen

Afsluitend gesprek

IK: Heeft u naar uw mening nog iets wat ik niet heb uitgesproken in het interview.

GBN: Er is een evaluatie geweest van liggers 2.0. Ik zou die er even bij pakken.

IK: Bedoelt u het SBIR-document van Rijkswaterstaat?

GBN: Liggers 2.0, die hebben het al gerealiseerd. Die hebben dat ook helemaal geëvalueerd. Daar is een publicatie van. Die zou ik er zeker even bij pakken ook en die is online gewoon vast wel ergens. Als je het niet kan vinden, laat het even weten. Ik heb hem ook nog niet gezien, maar ik weet wel waar wij hem kunnen opvragen.

Kijk goed naar de bewoording en laat het voordat het online komt door iemand binnen Strukton lezen voor de bewoording.

Taken en bevoegdheden zijn onvoldoende beschreven en de projectorganisatie was niet op orde.

Einde interview

9.6.4 Antea 1

Interview Antea 1 – 9-4-2024

Start interview

Introductie geïnterviewde

ANTEA 1: Ik ben project/ontwerpleider binnen Antea. Nu zo'n 12 jaar werkzaam. Daarvoor heb ik een kleine 8 jaar bij Royal Haskoning gezeten. Ik ben de langste periode als constructeur werkzaam geweest, dus ik heb best wel een zware constructieve achtergrond vanuit mijn rol. In de laatste 6, 7 jaar werkzaam in de rol van project/ontwerpleider binnen Antea.

Vanuit eigenbelang probeer ik zo duurzaam mogelijk te leven en me daarmee bezig te houden. En ook vanuit daaruit vind ik het ook belangrijk dat we binnen het werk daar mee bezig zijn. En zodoende ben ik uiteindelijk toen ook aangehaakt bij CTL. Daar heb ik in de rol gezeten als ontwerpleider voor het deel van de haalbaarheidsstudie die destijds binnen de SBIR-programma is uitgevoerd. En als er eenmaal straks een go komt om het ontwerp en realisatie, dan zal ik ook verder in die rol het ontwerp gaan trekken.

IK: De liggers zijn al wel geogst. Wat bedoelt u dan met een go?

ANTEA 1: Nou, dit project ligt helaas al twee jaar stil en dat heeft te maken met het onder andere een stukje financiën. Daardoor is de opdracht nu uiteindelijk wel opgeknipt en het heeft ook een stukje met inkoop vanuit RWS te maken, omdat het gewoon lastig is om eigenlijk een viaduct, één op één te gunnen. Het tweede is dat we nu dus wel een aangepaste aanbidding hebben gekregen. Alleen als RWS en Strukton of CTL het daar uiteindelijk met elkaar over eens zijn. Ja, dan kunnen we dadelijk gaan starten met werk. Dus de liggers die liggen gewoon in Brunssum, maar het is nu wachten op dat er goedkeuring komt op onze offerte en dan kunnen daadwerkelijk met verdere uitwerking van het ontwerp beginnen. Want de status is puur een haalbaarheidsstudie waarin we al best wel veel gedaan hebben, maar uiteindelijk zijn we gewoon nog het echte VO/DO/UO-ontwerp moeten gaan afronden voor het viaduct.

IK: Komt dat dan vooral terug op de liggers die nu geogst zijn en die moeten getest worden of ze echt daadwerkelijk herbruikbaar zijn en constructief sterk genoeg om uiteindelijk opnieuw toegepast te kunnen worden in het circulaire kunstwerk. Is dat dan de tender?

ANTEA 1: Nee. We hebben die haalbaarheidsstudie gedaan. Dat is puur vanuit een innovatie vraagstuk vanuit RWS, het SBIR-programma. Daarin hebben we gezegd van grote kans dat dit allemaal mogelijk is om op deze manier een circulair viaduct te realiseren. Alleen heeft het een beperkte mate van diepgang en is ook mede afhankelijk van het testen van de liggers. Daarnaast geldt dat we hadden vanuit het plan oorspronkelijk een aantal liggers benodigd waarvan we hebben gezegd van: We zien een risico ten aan zien van dwarskracht traditie. Om dat op te vangen, moeten we de liggers versmallen om zo meer liggen naast elkaar te kunnen plaatsen. Daarvoor hebben we 36 liggers nodig totaal. Uiteindelijk zijn er 33 geogst, waarvan dus ook nog eens 6 gebruikt worden voor het testen. Dus hebben we maar 27 liggers tot onze beschikking. Dus ook daarin moet gekeken worden van hoe kunnen we dus eigenlijk meer halen uit de sterkte van de liggers, waardoor we dus ook minder liggers hoeven toe te passen. Dat is één onderdeel. Daarnaast hebben we wel

verkenningberekeningen gemaakt qua sterkte van onderbouw. Maar echt een hele integrale som van hoe alles samenwerkt op het moment dat je dingen aan elkaar gaat verbinden en wat dat voor impact heeft op de bestaande constructie, dat moet nu straks allemaal gaan beschouwd gaan worden.

Dat is even qua diepgang waar het ontwerp nu zit. Daardoor heeft RWS nu gevraagd als een soort van twee-fase contract, stel een VO en DO op. Vanuit daaruit wordt een stukje contract weer geschreven en dan gaat dat de markt op. Het is dan wel de bedoeling dat met een twee-fase contract, de aanbieder dan ook naar Strukton gaat. Maar het geeft RWS/opdrachtgever een uitval mogelijkheid van mochten er dingen verder nog spelen binnen zo'n eerste deel van die contractsamenstelling dat ze ook nog naar andere partijen in de markt kunnen gaan. Dat er ook een soort concurrentiebinding in zit. Maar die intentie van zo'n twee-fase contract is wel dat aannemer met een ingenieursbureau gekoppeld dus eigenlijk gewoon nog steeds consortium Closing the Loop, eigenlijk gewoon de hele realisatie straks gaan doorlopen.

Einde introductie

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

IK: Welke rol heeft Antea gehad in het consortium zelf?

ANTEA 1: Eigenlijk een beetje een dubbelrol. Enerzijds heb ik dus vanuit mijn rol als ontwerpleider, de integrale aanpak gedaan voor het ontwerp, dus ook gewoon een borging van de constructieve veiligheid en aansluiting van alle onderdelen bij elkaar, dus vanuit het oogsten uitvoering en de onderzoeken die er moesten plaatsvinden al in die eerste fase in het stukje ontwerp. Maar we zijn met name verantwoordelijk eigenlijk voor het maken van het ontwerp van het circulaire viaduct. Hè, wij doen de uiteindelijk de berekeningen en tekeningen van het ontwerp.

IK: Dus de circulaire ontwerpconcepten is het stukje wat Antea op zich neemt?

ANTEA 1: Ja.

IK: Heeft u in het algemeen enige kennis of ervaring met circulariteit of gesloten materiaal cyclussen?

ANTEA 1: Niet op deze manier. Nee, wel dat er bepaalde zaken al op een bepaalde manier zijn hergebruikt, maar niet in deze maat van een echt viaduct. Je ziet het nu wel steeds meer terugkomen in projecten. We zijn bezig met een project in Weesp de fortbrug voor de gemeente Amsterdam. We hebben nu bij Assen, waar ik dan bij betrokken ben, daar worden twee nieuwe bruggen gerealiseerd. Eén is een klein bruggetje, maar het dek wordt in zijn geheel bij een andere brug vandaan gehaald. Dus je ziet wel dat er steeds meer beweging ook in de markt komt op die manier.

IK: In welke fase is Antea betrokken in het project/consortium?

ANTEA 1: Vanaf het begin in feite. Het begin gaat is nu anders dan je normaal bij een traditioneel project eigenlijk zou hebben. Want dan begin je eraan en heb je echt een tenderfase, een VO-DO-UO. Nu is er een uitvraag geweest van RWS. Wij willen circulair zijn in 2030, help ons met deze vraag om dit mogelijk te maken. Daar is een samenwerkingsverband ontstaan dan tussen Nebest, Strukton en GBN, waarbij wij een principe hebben neergelegd voor niet alleen het dek, maar ook de onderbouw dat daar mogelijkheden zijn om daarmee een stukje hergebruik mogelijk te maken. En

samen met nog twee andere partijen hebben wij de mogelijkheid gehad om ons idee verder uit te werken tot een haalbaarheidsstudie, wat er nu op dit moment ligt. Vanuit dat stukje is nu de bedoeling uiteindelijk dat we eigenlijk weer het te traditionele pad gaan verlopen, zoals we bij normaal projecten ook hebben. Dus de wat nu straks komt is de VO en DO en er heeft nu eigenlijk een haalbaarheidsstudie plaatsgevonden. Daar zijn we tot nu toe bij betrokken geweest. De initiatiefase/voorbereidende fase.

IK: VO en DO valt dan onder beheer van Antea. Betekent dat dan dat het UO, onderdeel is van Strukton?

ANTEA 1: In dit geval zullen wij ook grotendeels het uitvoeringsontwerp op ons nemen. Het opstellen van vorm en wagingstekeningen sowieso. Het kan zijn dat bepaalde detaillering wel weer bij bepaald onderaannemers terecht komt.

IK: Zijn de onderaannemers al indirect betrokken bij het consortium?

ANTEA 1: Nee, die zullen gaandeweg het proces uiteindelijk betrokken worden, dus dat is nu nog niet aan de orde inderdaad.

IK: Waarom is er eigenlijk voor gekozen om die onderaannemers niet al direct te betrekken?

ANTEA 1: Doordat die project afhankelijk zijn. We weten het nog niet. Er moeten sowieso nieuwe palen toegepast worden. We weten eigenlijk nog niet het type paal en of we daar ook van bijvoorbeeld hergebruikt, buispaal of andere typen palen gebruik kunnen maken. Dat volgt uit het ontwerp en afhankelijk van een ontwerpkeuze volgt daar ook een specialist of een type onderaannemer bij. We hebben op dat vlak nog geen harde keuzes gemaakt. Dat wordt binnen het VO en DO bepaald.

IK: Er is nu een haalbaarheidsstudie gedaan. Stel die zou er niet zijn geweest. Waren de onderaannemers dan al wel gelijk gelinkt aan het project?

ANTEA 1: Nee ook niet. Dat gebeurt eigenlijk ook altijd wel gaan gaandeweg. Zolang je nog geen ontwerprichting hebt, weet je ook niet welke specialist je erbij moet betrekken. Strukton heeft een bepaalde uitvoeringskennis in huis. Voor hetzelfde geldt, word er een deel in damwanden uitgevoerd. Ja, daar heb je een andere partij voor nodig dan als je palen gaat toepassen. Dat soort ontwerpkeuzes maak je pas definitief in je voorontwerp.

IK: In welke fase bent u zelf betrokken geraakt bij het project/consortium?

ANTEA 1: Bij het opstellen van de haalbaarheidsstudie ben ik aangehaakt. Er heeft één fase voor gezeten waar meer het idee van ons gepitcht is. Daar zat een soort van plan van aanpak bij met ons idee. En uiteindelijk hebben we opdracht gekregen van joh werkt dit tot een verder concept uit en hoe ziet het er dan eigenlijk ongeveer uit. En daar is dus een haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

IK: Kunt u iets vertellen over uw positie en de verantwoordelijkheden binnen het consortium?

ANTEA 1: Ja, ik ben vanuit mijn rol eigenlijk ontwerp verantwoordelijk in borging van integraliteit binnen het ontwerp. Nebest voert het onderzoek uit, maar die onderzoeksresultaten moeten passen binnen het ontwerp. De wijze van oogsten dat moet aansluiten bij hoe het ontwerp eruit komt en een stukje realisatie moet er ook weer in totaliteit binnen passen. Dat is eigenlijk ons ontwerpverantwoordelijkheid in het geheel en samen met de constructieve veiligheid.

IK: Wat was het doel van Antea voor het project/consortium? Vaak zie je bij een project of bij een consortium dat er bepaalde belangen zijn en dat eigenlijk elk bedrijf in het consortium met een bepaald doel een project instapt.

ANTEA 1: Als Antea groep hebben wij natuurlijk ook een bepaalde doelstelling op het gebied van duurzaamheid, dat wij ook projecten zo duurzaam mogelijk willen uitvoeren. Dat is meer vanuit het bedrijfsleven. Het bedrijf had geen tweede agenda van jij moet bepaalde doelstellingen halen. Het doel is gewoon te zorgen dat wij hier met innovaties meelopen, dat wij hier ook onze bijdrage leveren aan een duurzamere wereld, dus eigenlijk ook zo het hergebruik mogelijk maken. Er zit natuurlijk altijd een stukje op de achtergrond het commerciële belang. We zijn ook commercieel bedrijf en we willen zo duurzaam mogelijk zijn, maar we kunnen het niet als we daar verlies op draaien. Dus er zat ook zoiets van we moeten daar ook winst op maken. Alleen dat was niet het hoofddoel binnen zo'n project en zeker niet binnen het SBIR. Daar hebben we het eigenlijk een soort van quitte qua tijd, geld en kosten die er speelde. Eigenlijk kort gezegd, doel is gewoon zoveel mogelijk hergebruik en duurzaam ontwerpen.

IK: Ja, maar wel nog steeds met het kostenplaatje in het achterhoofd?

ANTEA 1: Ja precies.

IK: Zijn aan deze doelstellingen voldaan?

ANTEA 1: Ja wat mij betreft wel. Ik zie hier zeker bepaalde potentie in dat hergebruik mogelijk is. Dat is wel uit haalbaarheidsstudie gebleken. Ja, ik denk alleen dat er nog wat andere beren op de weg zitten die daar los van staan.

Einde persoonlijke/bedrijfsvragen

Start onderzoek gerichte vragen

IK: Zijn er bepaalde veranderingen nodig in het samenwerkingsproces?

ANTEA 1: Ja, ik denk dat het samenwerken niet zozeer. Je merkt wel, dat we binnen CTL elkaar op een goede manier kunnen vinden. De samenwerking met RWS dat is wel een extra uitdaging in het geheel geweest. Alleen dat is ook het stukje waar dat het niet zozeer aan de mensen ligt, maar ook gewoon hoe het als bedrijf of organisatie georganiseerd is. RWS, die lopen eigenlijk tegen interne beperkingen, zoals ten aanzien van inkoop.

De inkoop van wat zij als ingenieursdiensten mogen inkopen of één op één mogen gunnen. Kijk, we zijn met een innovatief project bezig en uiteindelijk was het doel van haalbaarheidsstudie van er volgt een pilotproject uit en er is een bepaald budget voor gereserveerd. Maar goed, dat budget was eigenlijk enkel en alleen voldoende om een soort van haalbaarheidsstudie traject te doorlopen samen met het stukje oogsten van liggers, maar je kan er geen nieuw viaduct van bouwen. Dus dan eindigt het ergens, maar je moet op een gegeven moment ook wel op een bepaalde manier door kunnen pakken. Alleen spelen er dan andere belangen bij RWS. We hebben nu een pot geld vanuit het SBIR-traject vrij kunnen maken. Alleen als wij de realisatie van het viaduct, dat kunnen we niet zomaar één op één gunnen aan een partij. Want dat is weer oneerlijk naar de rest van de markt. En eigenlijk dat spel is gewoon een heel lastig in de praktijk. En dat ligt niet zozeer aan de wil van de mensen, alleen hoe ze dat binnen hun organisatie op die manier met name de inkoop van RWS, hoe ze daar mee om moeten gaan.

IK: Als RWS daar op voorhand op een andere manier over na had gedacht?

ANTEA 1: Wellicht wel ja.

IK: Zou je het project circulaire viaducten als succesvol omschrijven?

ANTEA 1: Ja, ik vind qua haalbaarheidsstudie wel, maar zolang we nog niks gebouwd hebben en het nog niet gerealiseerd is, is het voor mij nog geen daadwerkelijk succes.

IK: Dus eigenlijk zou de realisatie van het kunstwerk het succes bepalen voor het project?

ANTEA 1: Uiteindelijk wel, want je hebt nog niet echt laten zien dat het daadwerkelijk kan. Je kan heel veel dingen op papier zetten, maar er uiteindelijk niet buiten wat mee wordt gedaan, dan zegt het nog niks.

IK: Is het duidelijk geweest voor alle betrokken partijen, wie de stakeholders waren in het in het consortium/project?

ANTEA 1: Ja, op zich wel

IK: Zijn er bepaalde leer/knelpunten die werden ondervonden in het samenwerkingsproces/binnen het project tussen de partijen? Naast het voorbeeld van RWS die u net noemde, waren er nog andere leer/knelpunten?

ANTEA 1: Ja, wat het hier misschien wel lastiger maakt is dat er voor een stukje verwachtingsproces. RWS had een team opgesteld wat specifiek het SBIR, de innovatie trok voor circulaire viaducten. Echter hebben wij een voorbeeld of een project gepakt, wat werd getrokken door het projectteam A76 van RWS. Daarnaast hebben wij liggers nodig van het projectteam RWS, wat betrokken is bij de A9. Dat zijn bewijs van spreken 3 aparte firma 's van elkaar. Dan denk je dat je met een RWS maken hebt, maar om daarin een goede lijn te vinden, zullen we maar zeggen. De wil is er wel alleen het mandaat om bepaalde keuzes door te zetten daarin, was ontzettend lastig.

IK: Elke afdeling of elk firma van RWS heeft dan dus zijn eigen doel voor ogen en zijn eigen doelstellingen die het wil behalen?

ANTEA 1: Ja precies ja.

IK: Zijn er binnen het project of het consortium bepaalde drijfveren geweest die juist wel het geheel stimuleerde?

ANTEA 1: Nou ja iedereen wil gewoon graag dat er een circulair viaduct komt. Dus dat is wel de juiste drijfveer dat iedereen hier wel gemotiveerd maar aan de gang gaat. Dus dat is zeker het probleem niet geweest.

IK: Zijn er nog bepaalde expertises of rollen waarvan het consortium niet over beschikte?

ANTEA 1: Nee in feite eigenlijk niet. In samenwerking met RWS. Er zit ook een bepaalde kennis wel bij RWS zeker vanuit prefab liggers hadden ze daar ook een specialist er vanuit hun kant was ze betrokken. Wij hebben wel de juiste kennis in huis hiervoor. Gezamenlijk.

Einde onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

IK: Hoe zijn eigendom en de garanties geregeld?

ANTEA 1: Nou ja uiteindelijk, zijn de liggers eigendom van RWS.

IK: Is dat in een contract vooraf vastgesteld?

ANTEA 1: Ja, ik ben niet daar heel erg van op de hoogte, maar in feite is het niet echt de contractuele afspraken. Maar in feite zijn de liggers van het projectteam A9 naar projectteam A76 gegaan en die zijn daarin worden die nu ook verder betaald. Dus met het oogsten, viel het nog onder SBIR/projecten A9 van RWS. Uiteindelijk hebben we ze nu opgeslagen in Brunssum. En eigenlijk vanaf dat moment, dus ook de kosten voor het terrein bij Brunssum en de opslag van de liggers valt nu onder projectteam A76 en daarmee zijn die liggers ook eigendom van RWS-regio Zuid. Ze zijn niet eigendom van CTL.

IK: Hoe zit qua garantie op het moment dat de liggers zijn geoogst en ze niet constructief veilig bevonden worden? Behoort dit tot RWS?

ANTEA 1: Ja, vanuit het testen wordt bepaald in hoeverre die liggers constructief veilig genoeg zijn samen met de onderliggende berekeningen. Als daaruit blijkt dat ze niet voldoen. Ja, dan wordt er gekeken naar andere hergebruikte liggers of er moeten helaas nieuw liggers in het viaduct. Dat is een stukje risico van de innovatie van het project waar het in zit.

IK: Wordt dat gefinancierd vanuit het SBIR-potje of vanuit het RWS of ...?

ANTEA 1: Nee, het SBIR staat er nu verder los van, maar het testen van de liggers en alles wat daar omheen komt kijken. Dat komt nu specifiek onder het project A76 te vallen. RWS-regio Zuid wil in A76 een nieuw viaduct hebben en alles wat daar nu voor, ook met doelstelling duurzaam circulariteit. Daarvoor zijn we nu op die manier aangehaakt. Alles wat daarvoor nodig is, dat valt in principe gewoon onder dat project. En zij leveren in feite nu de liggers, van deze liggers moet je gebruiken om in het project toe te passen. Kijk, hebben wij het natuurlijk voorgesteld en is als op die manier aan elkaar gekoppeld, maar als je het puur los zou zien dat wij nu als ingenieursbureau of samen met Strukton hierin stappen. Levert RWS die liggers zo van deze liggers moet je testen en deze moet je in principe toepassen binnen het project Dus alle verantwoordelijkheid daaromheen dat ligt bij RWS in dit geval en dus ook het risico of het wel of niet lukt.

IK: Is er een bepaalde reden waarom het contractueel vast is gelegd?

ANTEA 1: Dit is contractueel vastgelegd. Alleen, bij het opstellen van die contracten ben ik niet betrokken geweest.

IK: Hoe kan er in de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?

ANTEA 1: Ja, dat bedoel je gewoon in de tenderfase dan. Ja het uiteindelijk werkt het met EMVI-criteria kan je daar natuurlijk op die manier een fictieve korting kunnen geven op je inschrijvingsprijs. Alleen het risico wat daarin zit is dat je het als partij wel dan echt hard moet kunnen maken dat je die materiaal op die manier kan inzetten.

IK: Hoe wil je dan met risico's omgaan?

ANTEA 1: Dat maakt het dus lastig. In hoeverre weet je van tevoren 100% zeker dat iets hergebruikt kan worden? Kijk, je kan het tot het maximale insteken en daardoor een hoge EMVI-score hebben. Het is wel een ander bedrijf om wat realistischer daarin gaat zitten, wat meer met wat zekerheid. Ja, dat is inderdaad een lastig spel daarin. En daardoor werkt het eigenlijk voor dit soort trajecten in

mijn beleving een bouwteamachtige of twee-fase contract sluit hierin beter aan. Dat je juist eerder vanuit je aanpak beschrijft van hoe je het gaat doen en hoe je daarnaar kijkt. Dan dat je bij wijze van spreken al gaat zeggen, we nemen al die opties in het tender ontwerp mee. Terwijl je daar eigenlijk binnen een tenderfase nooit zoveel zekerheid uit kan halen ten aanzien van hergebruik. Daar is je ontwerp in spanning voor zo'n tenderfase of veel te hoog voor.

IK: Is dit op eenzelfde manier toegepast qua aanpak bij het consortium?

ANTEA 1: Het proces van een consortium is het ook gewoon heel anders geweest. We hebben hier geen standaard tenderfase gehad. We hebben een idee gepitcht en daarvoor hebben we uiteindelijk de kans gekregen om dat idee verder uit te werken. Dat leidde tot een haalbaarheidsstudie en vanuit daaruit zien we nu mogelijkheden om dat verder uit te werken. Er is geen echte concurrentie in die zin vanuit een bepaalde tender. Dat is in dit traject gewoon heel anders geweest.

IK: Ja op het moment dat RWS met je in zee gaat of met het consortium in zee gaat, dan ben je eigenlijk verzekerd van het project?

ANTEA 1: Nou nee niet zozeer. Kijk om ons idee uit te werken hadden wij gewoon een realistisch project nodig, want anders maken we alleen iets op papier en dan gaat dat aantal ontwerpen potjes straks kast in en dan heb je eigenlijk niet iets waarvan daadwerkelijk waar je succes aan kan afmeten. Dus wij hebben specifiek en realistisch project gekozen in de A76 waarvan wisten we twee viaducten, waarvan één nog vrij nieuw is en eentje wel verouderd, die moeten beide gesloopt worden. Zit daar ten aanzien van hergebruik niet bepaalde kansen in. Dat hebben we onderzocht. Aangeboden bij RWS en ook het team van A76 erin meegenomen. Nou, die zijn daar enthousiast door geworden en vanuit daaruit is het gewoon lopen. Het is niet dat als RWS CTL benaderd. Nee, er is een aanleiding geweest vanuit die SBIR-aanvraag en dat maakt het gehele verhaal nu eigenlijk ook zo lastig. We zien een hele grote kans dat we hier een circulair viaduct kunnen bouwen, maar omdat te realiseren, hebben we een opdracht nodig voor de realisatie van het viaduct. En dan kom je weer het stukje bij inkoop, want dan krijg je een andere situatie dat zij geen uitvraag gaan doen voor het viaduct, maar één op één gunnen aan ons.

IK: RWS heeft nu dus meerdere petten tegelijk op/ op moet hebben.

ANTEA 1: Wat is er bij een uitvraag belangrijk? Dit is geen standaard uitvraag geweest. Dit is gewoon een bepaald proces wat vanuit een innovatie vraagstuk zo gelopen is. Alleen, ik denk wel dat vanuit RWS niet zegt zo van ik wil nu weer op een andere plek een circulair viaduct realiseren. Dan gaan ze wel die vraag specifiek in de markt stellen en dan zullen ze niet alleen CTL daarin voor benaderen. Vanuit dat stukje, en dat denk ik dat dat voor RWS wel belangrijk is, de wijze waarop je dat uitvraagt, dat kan niet een standaard UAG-VC contract zijn. Daar zal ook in die zin een soort van bouwteam of een twee-fase contract, de grondslag moeten leggen. Omdat je daar veel meer de mogelijkheid hebt om met elkaar te gaan verkennen wat er op hergebruik mogelijk is.

Einde overige vragen

Afsluitend gesprek, toevoegingen aan interview

ANTEA 1: Ik vond hem heel erg procesmatig eigenlijk, terwijl ik wel had verwacht dat je nog wat meer diepgang ten aanzien van aandachtspunten überhaupt bij het circulair ontwerpen.

IK: Hoe bedoelt u?

ANTEA 1: Het is in principe wel een beetje naar voren gekomen. De reden bijvoorbeeld voor een bouwteam of -achtige constructie, is dat als jij hergebruik mogelijk wil maken, kan het zijn dat je op zoek moet gaan naar paar bepaalde materialen. Niet elk, we hebben nog geen terreinen. Straks met de liggers, komen wel heel veel liggers vrij vanuit het project A9. Daar krijgen we straks wellicht wel vrij snel dat je als project kan zeggen, kijk wat daar beschikbaar komt. Maar daarnaast kan je ook afhankelijk zijn van een bepaalde andere projecten van waarvan je weet die moeten nog in de toekomst gesloopt worden, daar komt materiaal vrij, die geschikt is voor ons project. Dus je hebt ook een hele andere tijd inspanning, die ook hier een heel belangrijke rol speelt in projecten. We werken nu met bepaalde deadlines waarvan dan moet het ontwerp gereed zijn, dan moet de realisatie gereed zijn. Als het daar heel strikt aan blijven vasthouden, geeft dat een enorme beperking op het stukje hergebruik.

IK: Is er dan genoeg een materiaal uiteindelijk om alle toekomstige bouwprojecten te voorzien?

ANTEA 1: Nou dat vind ik een hele moeilijke vraag. Op dit moment denk ik nog niet. Alleen daar zullen we wel op een bepaalde manier naartoe moeten gaan. Kijk, uiteindelijk is het ook. Wij focussen nu in ons ontwerp op hele constructieonderdelen en te gebruiken en een stukje eigenlijk ook wel vanuit het beton om daarvan oud beton, nieuw beton te maken. Wat GBN doet met circuiton. Alleen dat staat deels in de kinderschoenen, in die zin dat het eigenlijk nog geen 100% bij wijze van is van oud beton naar nieuw beton gaat gebruiken. Als daar zoals straks echt meer groei in komt, dan kan je veel meer echt gebruik maken van hergebruikte materialen. En zolang er natuurlijk viaducten qua functie gesloopt moeten worden, levert dat automatisch ook nieuw materiaal op. Dus daarvan is het afhankelijk. Daar zit dat stukje tijd effect ook in. Als nu alles op korte termijn wordt hersteld wat vervangen moet worden. Ja, dan loop je daar tegenaan dat je gewoon niet voldoende materiaal hebt om hergebruik mogelijk te maken.

IK: Ja aan de andere kant heeft een dergelijk project wel de tijd om daarop te wachten?

ANTEA 1: Nou, in sommige gevallen kan het zijn dat een viaduct einde levensduur heeft bereikt, dus dat constructief onveilig is. Ja, dan kom je in een andere situatie, dan moet je die planning wel aanhouden. Maar heel veel dingen kan je eigenlijk van tevoren wel meer de tijd voor nemen om het mogelijk te maken. Kijk, je zal altijd tot een met een bepaalde deadline moeten werken, want anders dan mis je een bepaalde richting, maar je moet jezelf hier wel meer. Ja, is het twee of 3 maanden extra? Dat is een beetje afhankelijk van het type project of wat je daar eventueel mee kan doen. Belangrijk om te weten is dat als opdrachtgevers een contract of uitvraag op de markt zetten, dat tijd een heel belangrijke factor is wat wel en niet mogelijk is hierin. Ook het oogsten van een viaduct kost in de realisatie veel meer tijd dan dat je een sloopt. Een viaduct kan je in een weekend slopen, terwijl het oogsten bewijs van spreken over 3 weekenden moet gaan, omdat je maar bepaalde beperkte tijd hebt om het mogelijk te maken. Dus tijd kosten zijn daar gewoon een belangrijk aspect in w je ook in die uitvraag mee moet nemen. Alleen die afwegingen die je krijg nooit 100% direct goed. Bij een UAV-GC uitvraag heb je eigenlijk een referentieontwerp met een stel eisen. Ja, je moet dat met elkaar met een team gaan verkennen om daar de ruimte in te gaan zoeken. Als je een heel strak contract opstelt, valt het heel vaak ten aanzien van die eisen maken hergebruik bijna onmogelijk op dit moment. We hebben een tijd terug, hebben we een uitvraag gehad van gemeente Almere. Ze hadden een hele lijst met eisen van duurzaamheid en je denkt van yes hier ligt iets eigenlijk. Maar zat ook een esthetisch plan aan (beeld/kwaliteit plannen). Het beeldkwaliteitsplan was uiteindelijk gewoon leidend voor het gehele verhaal. Daardoor werd eigenlijk het moest een dermate slank en rank ontwerp zijn dat het echtbreuk gewoon niet mogelijk was hierin.

IK: In de uitvraag sprak het een het ander al tegen?

ANTEA 1: Ja, en dat zie je eigenlijk op diverse plekken. Toevallig het met gemeente Amsterdam hebben we daarmee te maken dat Welstand hier ook een belangrijk aandeel heeft in hoe de vormgeving van de brug eruit komt te zien. Ja, we gaan daar hergebruikt te liggers toepassen, dus de nieuwe brug wordt lomper dan de bestaande brug. Ja, dat moet bij mensen ook daarin nog gaan leven dat dit het belangrijkste dan is. Je daar nog steeds een stukje vormgeven, maar je hebt nou eenmaal gewoon een gegeven dat je niet altijd voor het meest slank en rank ontwerp kan gaan. Het is een andere denk en belevingswijze is heel erg belangrijk.

IK: Zou het dan helpen als er vroegtijdig een circulariteitsadviseur wordt betrokken aan de kant van de opdrachtgever, die advies kan geven.

ANTEA 1: Wellicht wel ja. Maar ik denk dat het breder gaat dan dat. De gemeente Amsterdam loopt hier ook bij wijze van spreken tegenaan dat Welstand is voor hun vergunningverlener ook, die moet ook een akkoord geven op een ontwerp en die wordt daar niet altijd. Die kunnen ze niet altijd makkelijk zo daarin meenemen.

IK: En, wat bedoel je met de Welstand?

ANTEA 1: Welstand bepaalt de beeld/kwaliteit van de stad of als er nieuwe dingen gerealiseerd worden. Je hebt heel sterk eigenlijk vanuit dat soort zaken een stukje project belang versus het circulaire duurzaam bouwen. Project belang is het moet er mooi uitzien, moet binnen die tijd gerealiseerd worden en het mag niet meer dan dat kosten. Als dat soort dingen heel erg voorop blijven staan. Dat geeft een sterke beperking ten aanzien van het stukje duurzaamheid. Op dit moment is het nog altijd goedkoper om nieuwe materiaal in te kopen dan te hergebruiken. Er zal een omslagpunt aankomen, maar als we daarop gaan wachten, dan zijn we zeker te laat. Dus daar zit een stukje voor investering in.

IK: Dan kom je weer terug bij de uitvraag/tendering. Als je duurzaam aanbiedt met materialen die duurder zijn in vergelijking met de primaire grondstoffen, dan kom jij onderaan de streep altijd duurder uit dan jouw concurrenten.

ANTEA 1: Precies. Ja.

IK: En als de markt nog steeds prijs gedreven is, dan zal je nooit de duurzame optie Kitchen kiezen als opdrachtgever zijnde.

ANTEA 1: Ja. Je had het aan het begin een beetje over de belangen binnen het consortium. Maar uiteindelijk speelde er wel een belangrijke rol in algehele zin als ik kijk naar het project A76. Dan noemde ik al we hebben RWS-team A9, A76 en SBIR-team. Daarvoor de A9, daar waar de liggers vandaan komen, hadden we ook met de combinatie Fenix te maken, de uitvoerende partij, die bepaalde belangen heeft en wel of niet mee wil werken tot een zekere hoogte. Maar we hadden ook gemeente Amstelveen die bepaalde eisen stelt van hoelang het slot mag duren voordat het viaduct gesloten wordt. Dat was bij de A9. Als we dan nu kijken naar de A76, daar heb je bevoegd gezag die er wat van moet vinden met straks de circulaire viaduct. Provincie Limburg, die een groot belang heeft bij de wegwitlijning wat over het viaduct heen gaat. Doordat we hergebruikt liggers gaan toepassen, komt de weg iets hoger te liggen. Dat betekent dat je ook weer op een bepaalde manier naar je uitlijningseisen moet gaan kijken. Het is uiteindelijk wel verkeersveilig, alleen voldoet het niet 100% aan de richtlijnen. Hoe strak hou je daar als provincie daaraan vast en beweeg je daarin mee. Dus, zo zijn het allemaal van dat soort zaken waar je eigenlijk de knowhow en de kennis voor hergebruik is er wel, alleen hoe krijg je die belangen passend binnen een project. Daar zit eigenlijk meer de uitdaging op dit moment in.

IK: Als RWS op voorhand intern al een project had gekozen/geregeld waar de liggers uit konden worden gehaald, was dat dan beter geweest?

ANTEA 1: Ja voor de A9 was dat zeker mogelijk. Het contract is al 5, 6 jaar geleden zo gesloten met Phoenix, waarbij Phoenix het uitgangspunt heeft dat alle viaducten die vervangen moeten worden, die worden gesloopt. Dus in één weekend moet een viaduct weg zijn, anders haal ik mijn planning niet. Dan kom je ook weer met stukje eigendom: alle materiaal wat van het werk afkomt, dat is op dat moment van Veenix. Dus dat is echt een hele uitdaging geweest, ook voor RWS, om dat contract op een bepaalde manier open te breken en daar dus extra eisen richting Fenix op te geven. We willen dat die liggers geogst worden, dat die kun je voor hergebruik toegepast kunnen worden. Dus daarin zit voor hen zeker een leerpunt om het mee te nemen in het vervolg van contracten. Ja een heel groot leerpunt is omdat op een andere manier tevoren uit te vragen: we hebben een viaduct die gesloopt moet worden. Eigenlijk alle materialen zullen waarschijnlijk dan eigendom zijn van RWS, en dienen op een bepaalde manier geogst te worden en niet zomaar gesloopt. Dus dat zouden ze dus echt in hun contractvorming op die manier mee moeten nemen. Los van of je het wel of niet binnen datzelfde project al kan hergebruiken.

En daarnaast waar we eigenlijk ook vaak tegenaan lopen is. Oké, materiaal worden geogst. Waar komt het aan te liggen? Waar ga je het opslaan? Het is bijna een soap te noemen we eindelijk een locatie gevonden hadden waar ze definitief opgeslagen konden worden voor de liggers in A76. Ook bij Amsterdam was een zoektocht. Je merkt gewoon toch van ja, joh, je huurt ergens een locatie, legt die liggers neer. Nou dat werkt niet zo makkelijk als het ware. Ook daarin komen er bepaalde belangen, kosten, tijd, beschikbaarheid, noem maar op bij kijken. Dat zijn allemaal van die kleine feiten/dingen die heel groot worden en daar moeten we veel meer tijd en energie in gaan steken om iets mogelijk te maken.

IK: Samengevat liggen de meeste leerpunten RWS, de opdrachtgever?

ANTEA 1: Nou nee, ook bij onszelf en het is maar net hoe je ermee om gaat. Het is wel iets waar de opdrachtgever het meest invloed op heeft. Die zijn uiteindelijk de opdrachtgever en die kunnen daar het meeste in sturen. Zij hebben bepaalde rand condities, zij kunnen meer druk uitoefenen op derden en partijen die daar ook bij betrokken zijn.

IK: Wat hadden partijen van het consortium anders kunnen doen in een specifiek geval?

ANTEA 1: Ik heb niet echt een heel concreet geval. Maar we kunnen daar zeker wel RWS of een andere partij meer in ondersteunen en dat we elkaar daar meer in kunnen versterken, mede ook voor een stukje samenwerking.

Het is heel makkelijk om te zeggen, de bal ligt bij de opdrachtgever daarin, maar uiteindelijk hebben zij, op bepaalde punten, ook ons daarin weer nodig. Dat is elkaar daar ook een juiste manier helpen en versterken. Daar zit dan nog wel een leerpunt in. Een bouwteam proces leent zich daar veel meer voor.

IK: Tussen de partijen zelf van het consortium zijn er geen leerpunten te behalen?

ANTEA 1: Ja kijk ook daar is op her en der wat van te zeggen. Qua samenwerking of bepaalde afspraken duidelijker vast te leggen in het project. Het zijn een beetje de standaarddingen die je al wel binnen het project in meer of mindere mate af en toe tegenkomt bij wijze van spreken. Het is niet zo, als je puur kijkt naar het hergebruik of duurzaamheid, waar we allemaal gewoon voor staan om dat mogelijk te maken, dat we daar ook op een bepaalde manier in de weg zaten, of dat er andere belangen waren, daar zijn geen belemmeringen in geweest. Altijd binnen een project zijn er

bepaalde dingen die soepeler gaan dan het andere. Voor de organisaties, hadden wellicht de rollen wat beter gespecificeerd kunnen worden, dat het net even wat ook duidelijker is richting communicatie en opdrachtgever of intern? Maar dat heeft niet het hergebruik in de weg gestaan.

IK: Ik denk dat we er nu wel aardig doorheen zijn. We zijn ook al door de tijd heen. Ik weet niet in hoeverre u nog tijd heeft of dat u nog aanvullingen hebt die ik ben vergeten te vragen of die nog van toepassing zijn.

ANTEA 1: Bovenstaand is vanuit mij de aanvulling. Ik vond het wel belangrijk om deze punten nog toe te voegen. Dus met name de belangen buitenom hergebruik van andere partijen, misschien de huidige wet- en regelgeving is eigenlijk niet ingericht op hergebruik. Dus hebt nieuwbouw of verbouw van een bestaande constructie, maar niet specifiek op hergebruik. Dus dat vergt ook een ander bevoegd gezag van de manier hoe je bepaalde dingen aantoont of iets wel of niet hergebruikt kan worden. De potentie of mogelijkheden zijn er al, alleen het gewoon een andere denkwijze en accepteren dat je ja op een bepaalde manier wel constructief veilig afwijkt van de huidige Eurocodes, en daar moeten we nu op dit moment gewoon een weg met elkaar in zien te vinden.

IK: En dat er dus in zekere mate meer risico's aan verbonden zijn?

ANTEA 1: Ja.

Einde interview

9.6.5 Nebest 2

Kennismakingsgesprek Nebest 2 – 9-4-2024

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

NEBEST 2: Ik ben projectleider bij Nebest op de afdeling constructief. Wij doen onderzoek naar van alles en nog wat op het gebied van zowel betonnen als stalen bruggen, tunnels, viaducten, dat soort zaken, met name constructieve veiligheid. Doen ook ontwerp van nieuwe constructies, maar met name houden we ons bezig met bestaande constructies en schades bijvoorbeeld, maar zo ook hergebruik van bestaande constructieonderdelen zoals hier de liggers uit het uit de A9 viaduct. Die toegepast gaan worden in het viaduct van de A76. Ik ben bij dit project betrokken sinds vorig jaar zomer. Toen heb ik het overgenomen van mijn collega. Die heeft vanuit CTL het project gedraaid. Op een gegeven moment werd het een project. Ja, echt een project, zeg maar in plaats van dat het vanuit de SBIR-team naar voren is gekomen en toen ben ik naar voren schoven om ja, Omdat ik vooral ook net wat meer in de constructieve kant zit dan mijn collega. En, Wij hebben ook nog een promovendus student lopen. Ik weet niet of je van hem hebt gehoord. Hij doet zijn PD studie op de TU Delft, dus dat is een soort ja vervolg op je master die je kunt doen, dus niet een PHD-studie maar ja PD eng Dat is zit er een beetje tussenin dat wat praktischer gericht en hij doet eigenlijk onderzoek voor ons nou hoe we die die liggers kunnen gaan testen. En hij schrijft het hele protocol en dat soort dingen. Dus Wij zijn eigenlijk met zijn Tweeën betrokken bij dit project en ik dan in de rol van projectleider.

IK: Ja nou, Het is een beetje anders. Ja, u bent niet of jij bent niet helemaal vanaf het SBIR-project. Je hebt niet helemaal deelgenomen toen.

NEBEST 2: Nee.

IK: Dus vanuit daar heb je eigenlijk ook geen voorkennis over hoe dat proces zich heeft.

NEBEST 2: Klopt

IK: Het wel en het proces waar je nu in verbonden bent, Dat is wel specifiek op de liggers en dan de herbruikbaarheid en echt het productniveau, zeg maar.

NEBEST 2: Het dus vanuit NSB. Er is gekeken op welke manier de liggers hergebruikt zouden kunnen worden en wat er allemaal voor onderzoek voor nodig is om dat te kunnen doen. En nou ja, Er zijn allemaal verschillende liggers bekeken en is de capaciteit daarvan bekeken en ook de ja restlevensduur onderzoeken zijn uitgevoerd en van alles en nog wat. En toen hadden ze dus eigenlijk nou ja wel, een idee van liggend kun je hergebruiken en op welke manier dat zou kunnen. En nou ja, dat Dat is helemaal uitgewerkt in dat SBIR-traject, maar uiteindelijk wil je Natuurlijk ook gewoon een pilotproject hebben waar je dat in gaat uitvoeren. Ja, toen is men op zoek gegaan naar een project om dat te kunnen doen en toen is die a 76 daalde weg naar voren gekomen, dan hebben ze voorgesteld om daar dus liggers te gaan hergebruiken. En daar wordt nu een ja of Er is. Er is tijdens het CTL SBIR traject is daar een haalbaarheidsstudie voor uitgevoerd, dus hebben ze gekeken. Op welke manier kunnen we dan liggen? Ze hergebruiken bij het nieuwe ontwerp van dat viaduct. Nou ja, het zijn er allemaal onderzoeken uitgevoerd en daaruit kwam naar voren dat de huidige liggers. Die zijn niet. Aan de hand van de huidige Eurocode regels voldoende sterk uit te rekenen. Ja, je doet CM, zei. Je weet ook wel wat van constructief af waarschijnlijk, dus ja, je hebt de dwarskrachtcapaciteit van liggers, die kun je berekenen, maar vroeger werden die liggers op een andere manier ontworpen dan dat dat tegenwoordig gedaan wordt en. Het gevolg daarvan is dat er niet voldaan wordt In de volgens de huidige Eurocode regels aan de detailleringseisen voor beugel wapening. Dus er zit eigenlijk geen beugel wapening in die liggers en. Daardoor zouden die liggers een stuk minder grote dwarskrachtcapaciteit hebben. En die dwarskrachtcapaciteit. Wij verwachtten dat die wel een stuk groter is dan dat hij nu is. Volgens de huidige rekenregels. Dus Daarom gaan we die beproeven en voor dat hele beproeven van die die capaciteit van die liggers daar zijn. Wij als Nebest nu nog voor aangehaakt bij het project.

IK: Oké en het hele projectteam, wat voorheen onderdeel was van CTL, is nu ook het projectteam geworden van A76.

NEBEST 2: Nee, ze zijn allemaal nieuwe Mensen. We hebben veel wisselingen van de wacht gehad. Binnen Strukton is het overgegeven. Ik heb het bij Nebest overgenomen van mijn collega. Bij RWS zijn er allemaal Mensen gewijzigd. Bij Antea zijn ze voornamelijk hetzelfde gebleven. Eén iemand is steeds betrokken bij het project. Misschien dat je hem ook al hebt gesproken of dat je met hem gaat praten?

IK: Die heb ik toevallig twee uurtjes geleden geïnterviewd.

NEBEST 2: Oké, kijk, kijk nou, dan weet je waarschijnlijk al een heleboel.

IK: Ja tot een bepaald niveau ben ik wel aardig op de hoogte, Maar dat neemt niet weg dat ik dezelfde vragen zal moeten blijven stellen om.

NEBEST 2: Ja om een eenduidig antwoord te kunnen krijgen, Natuurlijk.

IK: Exact ja.

NEBEST 2: Oké, nou ja, Ik weet niet wat voor vragen je allemaal hebt, maar Laten we er maar vast mee beginnen. Ik heb nu nog een kwartiertje. We even kijken, Ik weet niet of het echt een uur duurt. Al die vragen, maar anders zouden We moeten kijken of op een ander moment die vragen verder zouden kunnen beantwoorden.

IK: Nou, exact een uur duurt, weet ik ook niet. Ik heb nu twee interviews gehad. Bij ééntje ging ik er vrij snel doorheen en bij de andere duurde het wat langer, omdat die persoon mij wat meer uitgebreide antwoorden gaf. Aardig fijn was, en daar duurt het wel een uur. Dus ja.

NEBEST 2: Ja, ja, Laten we kijken hoe ver we komen.

Einde persoonlijke/bedrijfsvragen

Start algemene vragen

IK: Ja, kunt u iets vertellen over uw positie en de verantwoordelijkheden binnen het consortium?

NEBEST 2: Binnen het consortium of binnen het project A 76, Dat is nog wel een verschil.

IK: Ja dat, Dat is hem nu dan binnen project A 76 om daar wat meer.

NEBEST 2: Oké, ja, Wij hebben nu binnen het project A76 is er een uitvraag gekomen vanuit RWS, die eigenlijk als een soort een op een uitvraag richting Strukton is gegaan. Strukton, die is daarbij dan hoofdaannemer en daarbij is Antea en wijst als onderaannemer ingeschakeld en bij vanuit Nebest doen dan het onderzoek naar. Nou ja, eigenlijk alle onderzoeken die moeten gebeuren op het gebied van materialen en. Daarbij is werkpakket. Twee van de vraagspecificatie, het werkpakket wat gaat over het testen van de liggers? En daarvoor staan wij als Nebest eigenlijk met name aan de lat, dus dat ja, die hele invulling daarvan. Die hebben wij opgesteld en uiteindelijk de uitvoering daarvan, dus het uitvoeren van testen en het. Ja het uitvoeren van dus kracht testen, maar ook het uitvoeren van zaagt, testen en allemaal van dat soort dingen. Dat wordt, zeg maar. De uitvoeringswet wordt gedaan door Strukton, Maar het denkwerk dat komt bij ons vandaan, zeg maar. Ja, dus Dat is, Dat is nu in onze positie hier binnen het project, dus eigenlijk zijn wij onderaan nemen van Strukton voor het stukje testen liggers.

IK: Had u voor dit project al enige kennis of ervaring met circulariteit of het hergebruik van materialen?

NEBEST 2: Hergebruik van materialen als product uit een bestaande constructie nog niet. Dus dit is wel vrij nieuw dat echt liggers volledig worden hergebruikt. Maar ik ben werk sinds 1,5 jaar bij Nebest en Ik heb hiervoor ook bij dura Vermeer gewerkt, dus een ander bedrijf dat zich bezig heeft gehouden met hergebruik van liggers. Dus zo ben ik er ook nog wel eens bij betrokken geweest, maar niet vanuit Nebest, niet echt het hergebruik.

IK: Oké, en wat was het doel van Nebest voor ja voor het consortium? Ja, nou ja, wat ja, wat is beoogde doel van Nebest voor project A 76 om het daar maar even.

NEBEST 2: Ja, wij willen zoveel mogelijk hergebruik stimuleren, dus om die die circulaire economie te stimuleren Omdat een boost te geven en daarvoor. Nou ja, dus Er zijn heel veel initiatieven geweest, maar binnen dit initiatief willen we dus die liggen, gaan hergebruiken en. Voor dit project, Dit is een pilotproject dus. Nou ja, het doel is Omdat pilotproject zo goed mogelijk te doorlopen zoveel mogelijk te leren van dit project over hoe dat nou in zijn werk gaat dat dat hergebruik en wat we

daarvoor allemaal moeten onderzoeken en wat voor obstakels van tegenkomen om vanuit daar eigenlijk een soort ja handleiding te maken voor het toekomstige projecten?

IK: Ja, de meeste vragen zijn wel echt gericht op het stukje consortium Closing the Loop.

NEBEST 2: Als jij echt antwoorden vanuit Nebest wil hebben over het stukje CTL, dan kun je het beste contact opnemen met mijn collega. Want. Hij is eigenlijk zelfs de oprichter van CTL en hij zit nog steeds bij betrokken. Hij kan jou het meeste daarvan vertellen. Dus Ik ben meer voor de project invulling van de A76, mijn collega weet alles van CTL.

IK: Is het project A76 al aangenomen?

NEBEST 2: Nee, We hebben een uitvraag gehad voor RWS. Daar hebben wij een aanbieding op gedaan en daar moeten we nog een reactie van RWS op krijgen of we daarmee aan de slag kunnen gaan.

Einde algemene vragen

Einde interview

9.6.6 Nebest 3

Interview Nebest 3 – 10-4-2024

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

NEBEST 3: Ik ben 34 jaar. Ik werk als productmanager bij Nebest op een afdeling die gaat onder de naam betononderzoek. Ik doe dat nu al bijna 11 jaar. Ik ben HBO bouwkundig geschoold en ik ben daarna meteen bij Nebest aan de slag gegaan als inspecteur adviseur. Toen vrij snel doorgerold in de rol van projectleider. Ik heb mij de afgelopen 10, 11 jaar mee bezig gehouden met het uitvoeren van een toestandsinspecties aan betonconstructies en onderzoek in de breedste zin van het woord. We houden ons bezig met het in kaart brengen van de toestand en dat doen we niet alleen maar door te kijken, maar ook door monsters te nemen. Dus het boren van beton kernen voor bepaling van carbonatatie diepte en chloride gehalte aantasting door ASR, we voeren dekkingsmetingen uit, maar we verzamelen bijvoorbeeld ook materiaaleigenschappen van onderdelen. Dus als er geen tekeningen meer zijn van constructieonderdelen, hebben wij apparatuur om de wapening weer in kaart te brengen, zodat wij een volledige wapeningstekening weer eigenlijk kunnen maken voor een herberekening. Maar kunnen we bijvoorbeeld ook kernboren voor de bepaling van de druksterkte of de staalkwaliteit van de wapening. Ja, Dat is wat wij doen. Vanuit die rol ben ik ook betrokken bij de oogst van de liggers uit de A9. Ik heb het SBIR-traject wel meegemaakt, maar daar heb ik verder niet in geparticipeerd. Dat heeft mijn collega Remco van Os destijds helemaal getrokken. Dat zijn zowel de onderzoeken die we gedaan hebben in nut en die we nog gaan doen aan het viaduct in de A76 van de delen die behouden blijven, maar ook bijvoorbeeld de oogst van de liggers uit de Keizer Karelweg en de onderzoeken die we daar gedaan hebben. Daar heb ik niet aan meegewerkt, wel in mee gedacht. Ik ben eigenlijk pas betrokken bij de voorbereiding van de liggers van kW11 die net geogst zijn. En alles daaruit nog gaat komen.

IK: Oké dus procesmatig heb je relatief weinig kennis over het stukje wat er in het SBIR heeft plaatsgevonden.

NEBEST 3: Klopt ja. Ja ben ik ook benieuwd, heb jij bijvoorbeeld ook een interview gedaan met mijn de initiator en tevens mijn collega?

IK: Kort telefonisch contact gehad. Had relatief weinig tijd. Wilde wel alvast wat vertellen. Heeft aangegeven om de vragenlijst te sturen, maar wegens drukte en verlof binnenkort, kan hij op het moment weinig betekenen.

NEBEST 3: Oké, dat is jammer, want die is eigenlijk kartrekker geweest vanuit Nebest voor het hele SBIR-traject en CTL durf ik zelfs te zeggen. Die collega trekt zich steeds meer terug uit deze ontwikkelingen en richt zich nu heel erg op een andere rol vanuit Biobased materialen. Dus die is eigenlijk weer met de volgende ontwikkeling bezig en daar is hij nu net mee gestart, vandaar zijn reactie denk ik. Maar, die kan daar wel veel meer over vertellen, want ik heb dat deel dus gemist. Ja, de SBIR is vanuit Nebest getrokken door twee collega's. Eén collega vanuit de onderzoek kant en de ander meer als kartrekker en de commerciële kant.

IK: Wat betreft het interview zou ik dan een aantal vragen willen stellen voor het algemene stukje circulaire innovaties en dan eigenlijk CTL even los te laten. Om daar in ieder geval wel inzicht in te krijgen, want dat is ook een deel van mijn onderzoek.

NEBEST 3: Ik, Ik ga je helpen voor zover het kan.

Einde persoons/bedrijfsvragen

Start algemene/overige vragen

IK: Heeft u enige kennis of ervaring met circulariteit of met gesloten materiaal loops, al dan niet waar je nu in betrokken bent of voorheen?

NEBEST 3: Vanuit mijn rol binnen Nebest, ben ik actief geweest bij de ontwikkeling van de herbruikbaarheid scan. Ik heb vorig jaar, e het jaar daarvoor, een grote pilot gedraaid in opdracht van RWS. De herbruikbaarheidscan is een product wat is voortgevloeid uit meerdere afstudeeronderzoeken binnen Nebest. Waar we eigenlijk kijken naar de potentie voor hergebruik van verschillende bouwdeelen of elementen binnen een infra gebonden object. Dat kan een brug, een tunnel, een duiker, een sluis, het kan van alles zijn. We pellen eigenlijk dat viaduct of object helemaal af en kijken dan naar meerdere aspecten, zoals de staat, technische gegevens, losmaakbaarheid. Dat beoordelen we en dan scoren we de herbruikbaarheidspotentie. Dus daar heb ik veel in gedaan en Ik ben nu eigenlijk meer betrokken bij het hergebruik van de liggers en de rol die we daar vanuit Nebest vullen is wij doen een stuk afname controle. Dat wil zeggen dat wij gedurende de uitvoering van de oogst als het ware op meerdere momenten toezicht houden en controles doen. Of het zaagwerk goed is uitgevoerd of de boorgaten voor de hijskettingen op de goede plek zitten of de ondersteuningsconstructies volgens afspraak zijn aangebracht en voeren we een inspectie uit zodra die is gehesen. En, dat doen we eigenlijk, omdat het nog een ontwikkeling is en we natuurlijk eigenlijk steeds willen optimaliseren naarmate we meer liggers oogsten. We willen steeds beter inzicht krijgen in dat proces in wat wel werkt en wat niet werkt. Dat we in al die verschillende fases willen vastleggen op welke momenten schades ontstaan aan liggers, is dat al tijdens het zaagwerk of het komt dat vanwege de ondersteuning die niet goed staat of heeft het te maken met het huiswerk. Dus wij doen nu eigenlijk nu de volledige registratie op die verschillende

momenten en daar maken we een heel oogstpaspoort van. Dus het hele proces, vanaf dat de zaagt erin gaat tot aan dat hij op het depot in IJmuiden ligt. Voeren wij verschillende inspectie momenten vast en kijken we steeds naar hoe die ligger eraan toe is en dat documenteren we ook. En nu ze daar op het depot liggen, gaan we daar allerlei onderzoeken uitvoeren om aan te tonen dat die liggers ook over bepaalde kwaliteit voldoen. Dus er staat wel op tekening dat het betonkwaliteit X is, maar is dat daadwerkelijk zo of is die Misschien nog zelfs veel hoger. Omdat uiteindelijk moet je een afnemer van zo een ligger, voor deze liggers blijft RWS dan zelf eigenaar, maar daar gaan ook een aantal liggers de bruggen banken op straks en die gaan naar een nog onbekende afnemer die liggers zoveel nemen en uiteindelijk moet je Natuurlijk als leverancier van hergebruikt. De liggers kunnen garanderen dat die over een bepaalde kwaliteit voldoen. En daar voeren we die onderzoeken voor uit, dus wij moeten aantonen dat die ligger straks nog 100 jaar mee kunnen en dat die over bepaalde technische eigenschappen beschikken.

IK: Worden alle liggers getest of successievelijk een aantal?

NEBEST 3: Ja, dus wat het uitgangspunt nu inderdaad is, is dat we steeds 3 liggers per overspanning per object testen. Dus in geval van het zuidelijke kunstwerk 11. Hebben we 48 liggers geoogst, zijn 3 overspanningen, 3 keer 16 waar we er dan 9 van gaan testen. Het is niet zo dat die liggers die we beproeven dat die niet meer kunnen worden hergebruikt. Dat gaat om kleine boringen die we doen. We gaan ze niet kapot, proef belasten of iets dergelijks. Maar het is inderdaad een steekproef.

IK: Worden de liggers successievelijk uitgekozen of willekeurig in de steekproef? Als in waar ze voorheen hebben gezeten in het oude kunstwerk.

NEBEST 3: Dat zouden we doen, zij het niet dat deze liggers allemaal in best goede staat verkeren. We hebben ook 0 inspectie uitgevoerd, om te kijken of er bijvoorbeeld ergens lekkage plekken aan viaducten zaten. Dat zijn natuurlijk plekken die mogelijk meer met chloride belast zouden kunnen zijn. Dus dan wil je dat specifiek op die plek uitsluiten. In het geval van KW11 hadden we dat niet, dus hebben we tegen Strukton gezegd die de coördinatie van het hijswerk op het depot in IJmuiden heeft gedaan dat we in ieder geval 3 liggers per overspanning wilde hebben en dat dat bij voorkeur liggers zouden zijn die wat verder uit elkaar liggen in die overspanning, dus eentje aan de zuidkant, eentje in het midden, eentje aan de noordkant. Niet dat wellicht 1, 2, 3 en 4 pakken en dan de hele overspanning verder niks, Maar dat je je spreiding van je monsters uiteindelijk wat groter hebt over hoe ze in het viaduct zaten.

IK: Blijft het eigendom van de liggers in volledige handen van RWS?

NEBEST 3: Ja, dat is voor een deel van de liggers zo. Ik geloof uiteindelijk dat er in het project hergebruik liggers vanuit RWS gaan er ongeveer 250 of 260 liggers naar de A44. Dat is een project, de aanbesteding die moet nog plaats gaan vinden en worden nu alle stukken daarvoor geschreven, maar de uiteindelijke afnemer is dus nog niet bekend. Alleen in die stukken gaat opgenomen worden dat in dat project dat aantal liggers moet worden hergebruikt. Maar uiteindelijk worden die objecten weer eigendom van RWS. Dus blijven de liggers op die manier ook eigendom van RWS. Dus de aannemer die het A44 project aanneemt, die gaat die liggers toepassen, maar uiteindelijk blijven ze eigendom handen er RWS.

Er zijn dus ook nog 280 liggers die niet zijn voorzien voor hergebruik in de A44. Die wel geoogst gaan worden en daar is dus nog geen bestemming voor.

IK: Hoe zit het met die liggers qua beheer/eigendomsrecht?

NEBEST 3: Ja, ze zijn nu van plan om die liggen dus op de bruggenbank te parkeren of aan te bieden ter afname en daar zou een aannemer dus die liggers vandaan kunnen halen mits hij ze kan toepassen in zijn project.

IK: Komen die liggers dan ook in zijn beheer?

NEBEST 3: Nou, dat hangt af van de opdrachtgever. Dat betreft een project, want als een aannemer bijvoorbeeld die liggers gaat toepassen in een provinciale weg, dan zal RWS er geen eigenaar van worden, maar dan gaat het naar de provincie bijvoorbeeld. Maar goed uiteindelijk als een aannemer die liggers afneemt van een bruggenbank, zal hij op die liggers een bepaalde garantie moeten afgeven, want hij bouwt dat object. Los van wie de uiteindelijke eigenaar wordt.

IK: Behoort de garantie van de liggers van CTL tot Nebest of RWS?

NEBEST 3: Nou, wij gaan met restlevensduur en materiaalonderzoek aantonen dat die liggers over bepaalde specificaties of materiaaleigenschappen beschikt. Op basis van carbonatitie en chloride. Dus we gebruik het onderzoek om aan te tonen dat ze over een minimaal aantal of over een minimale materiaaleigenschappen beschikken en dat ze die restlevensduur halen van 100 jaar. Dat kunnen we gewoon aantonen. En volgens mij is uiteindelijk SGS, dat is een andere partij, die zal daar een certificaat op verstrekken. Uiteindelijk blijven de liggers eigendom van RWS. Volgens mij kun je ze niet eens onder een ander certificaat verstrekken. Hier zijn nog allerlei discussies over gegaan. Dit is nog niet helemaal uitgedrukt. Dit is best wel een lastig topic. Ik weet, we hebben hem twee maanden geleden hebben we ook een expertmeeting voor gehad. Waar onder andere een aantal partijen vanuit CTL en liggers 2.0 was aangeschoven en ook RWS bij betrokken is. Maar dit is gewoon best wel een lastig punt. Omdat enerzijds die liggers ooit onder certificaten zijn uitgegeven, geleverd door spanbeton. Dus de vraag is, kun je dat dan 1 op 1 doorleggen of moet je nu toch nog een bepaald comfort kweken bij de afnemer door middel van een extra onderbouwing aan de hand van onderzoek.

IK: Zijn er in uw ogen nog bepaalde belemmeringen die ervoor zorgen dat circulaire innovatie is eigenlijk nog gehinderd worden op de markt?

NEBEST 3: Dat is een goede vraag. Ik denk dat uiteindelijk geld een hele grote rol gaat spelen. Circulaire innovaties kosten nu vooral veel geld. Het is de vraag of daarvoor de markt. We hebben daar vorige week ook nog een PSU over gehad met RWS en alle partijen uit de consortia. Dat je zowel voor de markt een aantrekkelijke business case moet hebben, maar dat RWS ook een aantrekkelijke maatschappelijke business case moet hebben. Kijk, als een her te gebruiken ligger straks 3 4 keer zo duur is dan een nieuwe. Ja dan moeten we met zijn allen beslissen, vinden we het dat waard? En daar is het laatste eind nog niet over gelegd. Dus ik denk dat dat een hele grote belemmering zou kunnen zijn. Ik denk ook dat het nu nog in de kinderschoenen staat en dat het Misschien straks wel een stuk makkelijker kan. Nu wil je Misschien voor alle liggers die je oogst nog door middel van een onderzoek aantonen dat ze voldoen. Maar straks heb je zoveel data verzameld dat je Misschien op basis van de leverancier en het jaartal wel gewoon durft te roepen van nou, die liggers zijn goed. We zien er niks aan en we weten dit soort liggers die voldoen gewoon over aan die specificaties. En die halen die restlevensduur altijd. Dus dan kunnen er een heleboel partijen die er nu in zitten en een heleboel stappen die we nu nemen. Die kunnen er Misschien wel tussenuit, waardoor het dus uiteindelijk goedkoper wordt. Maar welke kant het exact opgaat, dat weet ik niet. Daarvoor is nu gewoon nog te vroeg, denk ik.

IK: Wie bedoel je met we, consortium, hele markt of opdrachtgever? Opdrachtgever, bepaalt nu min of meer de prijsclassificering van een project bij de uitvraag.

NEBEST 3: Ja, dat ligt vooral bij RWS Natuurlijk. Er wordt nu steeds geroepen, eerlijk werk voor eerlijk geld, dat is Natuurlijk ook om alle partners aan boord te houden. Want we vinden het allemaal belangrijk om circulair bezig te zijn. Maar als iedereen twee keer zoveel geld moet inleggen als dat we ermee verdienen, door aan deze ontwikkelingen mee te werken, ja, dan zal uit die. Uiteindelijk zal iedereen afhaken. Kijk, uiteindelijk doen we mee Omdat we dit belangrijk vinden, Maar we doen ook mee Omdat Het is Natuurlijk een mooie kans om. Commercieel gezien op de voorgrond te treden, want Dit is Natuurlijk hot topic en je wilt Natuurlijk niet achterraken op de concurrentie die er wel aan meewerkt. Laten we eerlijk blijven. Dat is Natuurlijk zijn ook redenen voor partijen om aan te haken.

IK: Kennis en expertise die je opdoet door deelname?

NEBEST 3: Ja precies. Laat mij even terug te komen over die barrières. Ik noemde net barrière geld. Kijk, dat hoeft uiteindelijk geen rol te spelen als. Stel dat we nu liggers aanbieden op de bruggen bank en die liggers, die hebben een bepaalde prijs om te worden overgenomen, zodat een aannemer die opnieuw kan inzetten in zijn project. Dat moet ergens anders. Die liggers zijn nu nog duurder dan nieuwe liggers en dat blijven ze In de toekomst Misschien ook wel. Ergens moet dan aan de opdrachtgevers kant, zij het vanuit de provincie of RWS, wel een stuk erkenning komen zij het op het gebied van de EMVI-scores, als een aannemer die liggers gaat toepassen in zijn project, want anders gaat Niemand het doen. Dan stagneert het daar, dan kunnen we zoveel liggers oogsten Als we willen. Maar dan wil Niemand ze hebben, want dan scoren ze geen projecten mee. Dan zijn ze te duur. Dat soort ontwikkelingen moeten wel mee, want anders kunnen we namelijk niet opschalen. Dan hebben we dadelijk 1200 liggers liggen op een depot en dan kunnen we ze niet kwijt dus. Er zijn op meerdere vlakken ontwikkeling nodig om die vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen.

IK: Dat kan met de criteria die vanuit de opdrachtgever wordt opgesteld?

NEBEST 3: Ja, dat moet gewoon in aanbestedingen worden verweven.

IK: Is prijs dan de enige belemmering? Of de meest hoofdzakelijke.

NEBEST 3: Ja, Ik denk dat het hoofdzakelijk is ik. Ik zou me geen andere belemmering kunnen bedenken die deze ontwikkeling In de weg zou mogen staan.

IK: Zijn er aan de andere kant juist bepaalde drijfveren die circulaire innovaties, in de huidige markt, bedrijven helpen te innoveren?

NEBEST 3: Nou, kijk de drijfveren die zijn voornamelijk dat we met zijn allen zien dat we nu af en toe dingen gesloopt worden. Waarbij onderdelen verloren gaan, en die nog een levenscyclus minstens zo lang als die ze nu gehad, hebben mee zouden kunnen. En, dat vinden we met zijn allen gewoon doodzonde. Dat is Natuurlijk het hele ding Waarom we dit nu aan het doen zijn Als je met een relatief. Kleine inspanning die liggers kunt oogsten en kunt hergebruiken. Dan maak je daar best een grote. MKI-impact mee en Milieu reductie Als je ziet wat er aan het cement in zo een ligger zit. Dan maak je best wel grote impact met dit soort met dit soort onderdelen.

IK: Heeft Nebest verlies gedraaid in geld/werk/uren in het consortium zelf met het geld dan ze vanuit RWS hebben gekregen?

NEBEST 3: Nee, dat denk ik niet.

IK: Dus alles is volledig gefinancierd door RWS?

NEBEST 3: Dat zeg ik nu. Ik weet ook dat Wouter van den Berg. Heeft nooit uren geschreven, dus die hebben wij bij nebest niet inzichtelijk als kosten. Wouter die valt bij ons onder de AK, algemene kosten, Omdat hij. Manager is van onze marketing en innovatie afdeling. Dus die schrijft geen uren op, het s heeft geen uren geschreven op de SBIR-project, maar als hij dat wel gedaan had, dan denk ik nog dat we er niet op hebben toe hoeven leggen.

IK: Hoe kan er In de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan het hergebruik van onderdelen of elementen?

NEBEST 3: In de gunningsfase van een tender, dus voor een nieuw object? Ik denk dat dat Alleen maar kan door. Heel, heel hoog te Laten scoren op EMVI-scores haalt. Als je hergebruikte onderdelen toepast in een nieuw object. En, die zullen niet per se goedkoper zijn, dus uiteindelijk ben je dan duurder en dan mag RWS beoordelen in hoeverre ze het dat waard vinden. Kijk uiteindelijk heeft RWS de doelstelling om in 2030 circulair te werken en in 2050 co2 neutraal te zijn. Ja, dan zal het toch die kant op moeten.

IK: Vanuit de ontwerpfase, hoe kan er om worden gegaan met de risico's van hergebruikte onderdelen?

NEBEST 3: Ja, Wij zijn Natuurlijk geen ontwerpende partij. Daar spelen wij Natuurlijk wel een rol in. Uiteindelijk de risico's zijn denk ik onzekerheid of dat hergebruikte onderdeel over de juiste materiaaleigenschappen beschikt en de restlevensduur gaat behalen van een soortgelijk nieuw onderdeel. Want uiteindelijk wordt een aannemer gevraagd om een viaduct voor 100 jaar met een levensduur van 100 jaar te realiseren. Vervolgens moet hij wel de zekerheid hebben dat hij dat hij hergebruikte liggers, kunnen ook leuningwerken of geleiderails zijn, maar ook die onderdelen moeten die levensduur halen. Ik snap dat daar onzekerheid. Over kan heersen bij een aannemer die die onderdelen weer moet gaan inpassen. Dan komen wij Natuurlijk wel weer om de hoek kijken. Dan is het aan ons zaak dat wij op een bepaalde manier toch aan de hand van onderzoek. Gaan aantonen en voldoende comfort bieden richting een afnemer. Dat we dat we onderbouwen en dat we hem zekerheid geven dat die onderdelen dat ook doen.

IK: Wordt dat allemaal vastgelegd dan in een materiaalpaspoort van de elementen zelf?

NEBEST 3: Ja, Dat is uiteindelijk wel de bedoeling eigenlijk wat we bij de herbruikbaarheidsscan ook doen, dan maken we eigenlijk ook een soort materialen paspoort. Maar dat zou je dan hier ook doen. Die is nog niet gemaakt. We zijn Natuurlijk eigenlijk een beetje aan het pionieren, dus We zijn nog een beetje zoekende. Wat moet er nou allemaal voor informatie in zo'n paspoort zitten? Maar wat mij betreft is dat gewoon een a4'tje met de belangrijkste technische eigenschappen. En het restlevensduur onderzoek zelf is een rapport op zich. Dat ga ik niet bij doen en Dat is op zich ook gek. Want voor de liggers van kW11 gaan we maar 9 liggers onderzoeken, Maar de informatie uit dat onderzoek gebruiken we wel om de rest levensduur van al die 48 liggers eigenlijk aan te tonen, dus dat wordt gewoon een separaat document, maar daar gaan we die restlevensduur die daaruit komt wel gewoon keihard inzetten. Het scheelt Natuurlijk dat we van deze liggers hebben we alle archiefgegevens, dus dat maakt. Het onderzoek ook vrij makkelijk, we hoeven Alleen maar materiaaleigenschappen aan te tonen, zoals betonkwaliteit. Ze willen volgens mij zelfs onderzoek naar ASR. Dat is, puur om iets uit te sluiten waarvan we eigenlijk al weten dat het er niet in zit. En Het gaat om onderzoek naar betondekking, carbonatatie en chloride. De uitkomsten uit die onderzoeken gebruiken we om een restlevensduur berekening te maken. Het lastige daaraan is dat daar rolt wel een jaartal uit. Kloppen die waardes en er rolt bijvoorbeeld 250 jaar uit. Dat zou dan de duur vanaf nu zijn, waarop corrosie zich gaat ontwikkelen. Alleen die restlevensduur berekeningen

die we maken, doen we op basis van de keur 121. Op basis van de uitkomst van die is levensduur berekening mag je 3 klassen hanteren en de. De hoogste klasse is onderdeel X, heeft een rest levensduur van meer dan 15 jaar. Meer mag je dus eigenlijk gewoon niet aantonen op basis van die methodiek. Terwijl je berekent zelf op Misschien wel 300 jaar Alleen uiteindelijk de uitkomst is dit onderdeel heeft de rest levensduur van 15 jaar of meer. Dus daar kan nog wel een bepaalde onzekerheid zitten. 15 jaar is ook een hele lange tijd. Niemand kan garanderen dat dat ding daadwerkelijk nog 100 jaar meegaat.

IK: 15 jaar is eigenlijk gewoon een soort slimmigheidje om niet al te veel prijs te geven

NEBEST 3: Nee, anders staan ze over 50 jaar staan ze ineens op de stoep.

Einde algemene/overige vragen

Afsluitend gesprek

NEBEST 3: Ik denk dat we nog wel wat stappen te maken hebben. Ik ben ook wel heel benieuwd naar de uitkomsten van je onderzoek en ook naar hoe andere partijen hiernaar kijken. Ik kijk hiernaar met een bepaalde blik, maar het kan zeker vanuit andere rollen. Wij vervullen natuurlijk meer een adviesrol, maar vanuit de rol van een van een sloper of een aannemer of vanuit RWS zelf kun je misschien wel eens hele andere antwoorden krijgen. Dus daar ben ik wel benieuwd waar wat daaruit komt. Ja en we zeggen wel dat we allemaal hetzelfde belang hebben, maar daar heb ik soms mijn twijfels bij of dat echt zo is.

Einde interview

9.6.7 Strukton

Interview Strukton – 18-04-2024

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsvragen

Ik: Wat is uw functie binnen het bedrijf?

Strukton: Hoofd uitvoerder

Ik: Welke rol heeft Strukton gehad in het consortium?

Strukton: GBN heeft vooral de kar getrokken aan de hand van de prijsvraag binnen CTL. Vanuit ons was mijn collega actief. Ik heb met die prijsvraag eens meegedaan aan de hand van de verschillende lagen van dat je steeds een stapje verder kon dat je door mocht, zeg maar naar de volgende ronde. Daar heb ik toentertijd, maar dat is al een jaren terug. Met mijn collega, zijn we gaan kijken van nou ja, hoeveel geld, wat kun je dan bouwen, als je dat gaat overzetten dan. Nou, daar zijn we doorgekomen. Strukton heeft daar voornamelijk de rol in gehad om die liggers her te gebruiken op een werk, zoals het nu ook bedacht is op de Daalderweg op de A76 bij Nut. Dat wordt het zo meteen toegepast, na het testen. En de rol van Strukton is min of meer faciliterend geweest van GBN met Oscar als projectmanager om die verbinding gracht tussen RWS en waar we ze gingen oogsten, bij de A9. En ik ben daarin betrokken geraakt, denk ik februari vorig jaar ergens. Toen het contractuele

stukje een beetje stakte, dus CTL en de A9 waar ze vandaan kwamen. RWS had de pot met geld. Voor zoveel liggers, 52 toen nog. En nou, dat werd bij de A9 als project Veenix was dat een VTW geworden dat ze niet alle stukken gingen slopen, maar wat gingen doen dat ze eruit gehaald konden worden. Toen ben ik ingestapt. Toen ben ik mijn collega gaan ondersteunen dat wij op papier en in de gesprekken en ik ging nou ja, met de buiten pet op hoofduitvoerder is vooral projecten sturen, dus zijn we daar samen opgetrokken. Toen gingen ze van 52 naar 19 en dat uiteindelijk 34. En 1 is er stuk gegaan, want die kregen ze niet los, maar alsnog 33 oogst en dus Strukton ging eigenlijk met poppetjes faciliteren in het geheel. Projectmanagement en die realisatie om het eruit te krijgen.

Ik: Heeft Strukton destijds zelf de link gelegd met het project A9.

Strukton: Nee, dat is samengegaan, omdat CTL het consortium is waar RWS in zit met GBN, Nebest, Antea en Strukton. Is dat binnen het consortium zijn ze gezamenlijk opgetrokken naar de A9. Van het consortium CTL is Antea de penvoerder altijd geweest. Eigenlijk had de penvoerder daar aan tafel moeten zitten en die rol heeft mijn collega vertolkt voor het consortium. Ja, die heeft wel een Strukton pet op.

Ik: Wat was de connectie? Want u zei, mijn collega was eigenlijk de link tussen RWS en de A9.

Strukton: Hij was de verbinder, projectmanager om het project tussen aanhalingstekens, het oogsten van die liggers voor elkaar te krijgen, want daar hadden wij een belang in, omdat wij als CTL de prijsvraag zo is geworden dat we door mochten gaan, dus moest het daadwerkelijk gerealiseerd worden.

Ik: Wat had uw collega voor connectie met de A9? Dat was geen project?

Strukton: Het was gewoon meer dat RWS dit bedacht had aan de hand van de onderzoeken. Vooral ten tijde dat de A9 nog helemaal in het verkeer stond, heeft Nebest 's nachts allerlei onderzoeken gedaan naar de rapportages met Antea als tweede partij. Die hebben gekeken hoeveel liggen ze er echt uitgehaald konden worden. Dat werd dan weer op papier gezet, zodat die liggers in de A9 ook echt geschikt waren. Dat is eigenlijk op aanwijzing van RWS.

Ik: Was u ook al betrokken in het voortraject?

Strukton: Alleen met de prijsvraag, met dat wij een begroting en een plan gingen maken met hoe je wat kan bouwen op de Daalderweg. Aan de hand van dat je x liggers kreeg en hoe krijg je ze dan in je werk gepast dat je er weer ene nieuw viaduct van kan maken.

Ik: Had u voor dit project enige kennis of ervaring met circulariteit of met het hergebruik van materialen?

Strukton: Niet hoogwaardig, wel met hergebruik van materialen. Dat je puin sloopt en dat je er weer mee kunt bouwen of als puingranulaat, maar niet zozeer in hoogwaardigheid/ circulariteit dat je het echt een stukje eraf haalt en weer toepasbaar maakt. Dat was nieuw in de markt ook in die tijd en veel overgesproken. Er werd wel veel van alles nog wat verteld, ook wel eens bij ons binnen Strukton. Je leest wel eens wat, maar niet dat je daadwerkelijk er zelf mee gaat werken. Nee, Dat is wel leuk.

Einde persoonlijke/bedrijfsvragen

Start algemene vragen

Ik: Wat was het doel voor Strukton voor het gehele project? Kunt u daar iets over vertellen?

Strukton: Het doel was om nou ja, die 52 liggers, die toen nog als getal stond, om die liggers te oogsten, zodat we ook de vervolgstap konden zetten om daadwerkelijk met de hoeveelheid liggers, die benodigd waren om het nieuwe viaduct te kunnen bouwen, dat wij die liggers zo eruit konden halen, zodat we als Strukton ook op de A76 konden gaan samenwerken we RWS om dat viaduct over de A76 te bouwen. Dat was, Dat was eigenlijk het hogere doel.

Ik: Dat doel is past vastgesteld na het doen van het haalbaarheidsonderzoek?

Strukton: Qua doel, zoveel liggers komen eruit en die kunnen we dan modificeren in een bepaalde afmeting zodat die hergebruikt kunnen worden, mits ze goed door de test heen komen. Status nu: In maart hebben we er 16/17 gedaan en in april hebben we er 17 gedaan. Die zijn geogst en die zijn uiteindelijk naar een tussenopslag gegaan, want RWS had een eigen terrein en daar moesten ze gelijk heen brengen in Limburg in Maasbracht. Terrein was niet beschikbaar en voldeed ook niet. Dus toen werd er een tussenopslag gezocht maar RWS ging daar niet mee uit. Toen hebben wij, CTL, daar de lead in genomen. Oké, dan gaan we RWS helpen. Dan trekken wij op om te kijken waar ruimte beschikbaar is, zodat we de liggers daar niet hoeven te laten liggen, maar dat we ze echt op kunnen halen en ergens op een locatie brengen. Daar hebben we samenwerking gezocht met de markt, waar is een terrein en is het beschikbaar om daar van die lange grote liggers neer te leggen. Die zijn toen eigenlijk in de tussenopslag in Almere geparkeerd. Het zou maar voor twee maanden zijn. In de maand mei zouden ze dan naar Limburg gaan, naar de definitieve opslag. Ik kan je vertellen, net voor de kerst vorig jaar hebben we ze naar Limburg, naar andere locatie gebracht. Een commerciële locatie.

Ik: De kosten van die commerciële locatie zijn voor RWS?

Strukton: Ja, ook daar is heel veel gedoe van. Volgens mij nog steeds een beetje.

Ik: Wat, in eerste instantie, het doel was van Strukton voor CTL, daar kunt u niet zoveel over vertellen?

Strukton: Nee, dat is aan de hand van de prijsvraag tot stand gekomen en Strukton zat daar voor een deel in om ook te kijken, omdat Antea ook soort van bij Strukton hoort. Voordat het begon had je de ontwerppartij, Antea, die komt als ontwerper aan de hand van wat er vrijkwam en dan ook weer het ontwerpen te maken voor de A76 zodat je dat project kan realiseren. De ketting met de kraaltjes binnen Strukton: GBN, Antea en Strukton. Nebest is dus puur extern, dat is een onderzoeksbureau en die had je er wel bij nodig.

Ik: Is Antea een portfolio bedrijf van Strukton?

Strukton: Naja, het was een bedrijf van de voormalig eigenaar van Strukton. Wij hebben binnen Strukton Infra Specials, Civiel toentertijd nog, deden wij wel werk realiseren. Maar het ontwerp kwam soms, als Antea niet bij de opdrachtgevers of in het voortraject zat/geen ruimte, deed Antea voor ons ontwerpen. Net zoals nu op project Dijkgracht heeft Antea de ontwerpen gedaan, Delft/Rijswijk, Amsterdam C11 waar we in zitten, doet Antea ook het ontwerp. Het is eigenlijk zo tot stand gekomen, dat je een ontwerppartij weer een beetje binnen de deur hebt. Vroeger hadden we onze eigen ontwerpers op papier. 80 man, tekenaars, constructeurs, hydrologen, alles. Maar dat is in 2012/13/14 eruit geknikkerd. Dus had je geen ontwerp club meer zelf, helaas.

Ik: Waren de liggers dan ook de doelstellingen van Strukton? (van het ene project naar het andere)

Strukton: Ja, het project te realiseren. Er is nog een ander consortium, daar zit Dura ook in, liggers 2.0, dat is met andere. Die hadden al geoogst en getest en alles wat ervoor nodig was. Zij waren de ene partij die iets mocht gaan bouwen en Strukton de andere.

Ik: Naast de liggers waren er geen andere doelstellingen vanuit Strukton?

Strukton: Niet dat ik weet. Ik weet alleen: We gaan liggers oogsten en die moeten we gaan testen, zodat we als Strukton weer liggers kunnen gebruiken op de A76. Dat zouden we ook zelf gaan realiseren.

Ik: Wie gaat dat nu doen dan?

Strukton: Nou, die is overgenomen door Strukton Beton & Wegen. Die hebben vorig jaar na de zomervakantie, toen ze nog steeds in Almere lagen, september/oktober is het eigenlijk verhuisd. Eerst was SIS onderdeel van CTL en nu is het verhuisd naar Strukton Beton & Wegen. Daar is Guido Priem nu de projectmanager van. Die heeft nu de taak om de liggers te modificeren en te testen, zodat ze hergebruikt kunnen worden. Na de interne verhuizing binnen Strukton. Het leent zich ook voor de PMC-club Beton & Wegen, betonnen brug bouwen, helemaal aansluiten, asfalteren.

Ik: Waren de doelstellingen meetbaar?

Strukton: Ja, het eruit halen van de liggers en het opnieuw toepassen ervan. Dat was het voornaamste doel. Ja, omdat de markt zeg maar zo veranderd. Op de A9 is er 4 weken geleden weer een batch met liggers geoogst. Daar zit GBN ook in en die zijn dan op de opslag in IJmuiden gelegd. Ooit was de doelstelling dat er rond de 600 liggers daar naartoe zouden gaan, gefragmenteerd in tijd. Niet alleen vanuit de A9, maar ook uit de A44, die gaan ook allemaal naar de opslag in IJmuiden om te testen en zagen etc.

Ik: Dat is voor een liggerbank dan?

Strukton: Ja, dat is daar weer het doel van.

Einde algemene vragen

Start onderzoek gerichte vragen

Ik: Zou je project circulaire viaducten tot op heden als succesvol kunnen omschrijven?

Strukton: Ik vind van niet. De doelstellingen waren van tevoren duidelijk. Iedereen had een rol waarin, waarvan voor RWS was het faciliteren tussen twee projecten voor RWS en dat ze eigenaar waren van een opslagterrein, waar ze dan naartoe zouden gaan, dus kosten reducerend. Als je nu kijkt met wat het gekost heeft, had je het moeten en slopen en nieuwe liggers moeten nemen. Het heeft veel geld gekost en dat geld komt uit de pot van RWS, waar wij als belastingbetaler aan mee betalen. Ze hebben gewoon aan de voorkant adviseurs die maar wat roepen, het kan wel, en dan blijkt dat je ze dus niet ergens neer kunt leggen. Die ondergrond van het opslagterrein in Maasbracht, daar zouden ze heen gaan. Ik ben daar wezen kijken aan de hand van dat het terrein nog niet vrij was in maart/april. Toen ben ik daar in april wezen kijken en toen kwam ik daar en ik dacht wat is dit joh. Een golfslagbad met asfalt, enorme verschillen. Dat was dan het opslagterrein. Die liggers wegen 1100 ton bij elkaar en RWS zij dat vul je dan wel even uit met puingranulaat en dan kan je die liggers wel neerleggen. Ik zei, ja dat kan, maar hoe komt het dat het asfalt zo ligt? Ik wil weten hoe sterk die ondergrond is. Ik zeg Als ik dit zo zie, met mijn pet op en mijn kennis die ik inbreng ben binnen CTL. Daar was RWS niet zo gecharmeerd van. Ik wil weten wat de draagkracht

van de ondergrond is, anders laat ik geen 500 puntskraan daarop bouwen om die liggers te lossen. Dat was allemaal stellig. Ik zeg, we moeten het weten. Zijn er gegevens? Die waren er niet. We moesten niet moeilijk doen, want er gaat puingranulaat op. Ik zei nou, een kraanbedrijf ga ik niet regelen. Ik zeg, want ik moet een vrijbrief hebben voor een kraanbedrijf die zegt dat de ondergrond draagkrachtig genoeg is. We kunnen daar schotten leggen en de kraan opbouwen. Niks aan de hand. Met een heleboel gedoe, discussie en verwijten, hebben we boringen gedaan van hoe ziet die ondergrond eruit. Wat eruit kwam was vuilniszakken en poetsdoeken. Toen bleek het niet te voldoen. Toen ging men weer naar andere terreinen en dan moest ik steeds maar gaan kijken. Kunnen ze hier liggen, ook weer een commercieel terrein. Ja, dat is van ons, bleek van ProRail te zijn of van de gemeente. Weer een streep erdoorheen. Uiteindelijk kwamen we bij een soort van opslagterrein waar ze puin, zand en alles hebben liggen in Brunssum na heel veel getouwtrek. Intern vanuit RWS werd er ook verweten naar CTL. Ja, maar jullie doen wat. Hallo. Jullie zijn de eigenaar van de liggers voordat ze geogost worden en jullie blijven de eigenaar totdat ze ingebouwd kunnen worden, dus dit is jullie verantwoording en jullie hebben de kar niet getrokken. Want jullie hebben geen opslagterrein, dus daar zijn we jullie bij gaan helpen en nu krijgen naderhand nog een verwijzend vingertje. Dat vind ik niet helemaal terecht. Daar is best wel gedoe over geweest. Helaas. Is het dan een succes? Nee, want het had veel beter gekund. En nog steeds vind ik dat. Dat is niet met de blik van toen, maar vind ik nog steeds. Je had ze in Almere in een opslag in maart/ april. Dus in april liggen alle liggers daar. Ga ze in Almere modificeren (testen), dus testframe bouwen, zagen, druklaag eraf halen. Ga ze daar testen. Want nou worden die liggers, die gaan van de 33 ton per stuk gaan ze naar 22 ton per stuk. Nou, dat scheelt weer aanzienlijk veel gewicht voor een opslag en dan komt wie weet wel weer een ander opslagterrein in beeld. Als je dat had doorgezet, want we hebben offertes gemaakt. Binnen CTL hebben we met een staalleverancier gezeten: hoe duur kost dan wel niet zo een testframe en wat moet je testen met wat voor vijzels. Helemaal een beetje uitgedacht en geholpen. Voor zoveel geld kun je testen. Als je nu bestelt, zijn ze voor de zomervakantie (vorig jaar) zijn ze dus gezaagd, getest en recursie. In augustus/ september kun je ze wegbrengen. Dat scheelt dus 4 maanden aan huur van een terrein, wat maar éven ingericht zou moeten worden voor twee maanden. Dus hoe doen we dat nou: rijplaten, schotten, etc. neerleggen. Uiteindelijk heeft dat er 4 maanden langer gelegen door niet te kiezen, geen besluiten te nemen door RWS, want die is degene die betaalt. Wij hebben de afspraak binnen CTL met RWS, we krijgen alleen de directe kosten betaald. We krijgen er geen winst over of wat dan ook, helemaal niks. Alleen de kosten van mij een uurtarief. En als wij een bedrijf in huren, die maken een offerte. Voor zoveel geld gaan wij het eruit hijsen, transport en brengen we het weg. En hetgeen van die bedrijven gaan wij niet nog een keer overheen stapelen. Ik vond die hele discussie al heel slecht verlopen, persoonlijk. Vanuit mijn rol, maar ook als belastingbetaler denk ik joh ja heel flauw, jullie doen maar wat. Je laat een proefballonnetje op en dat komt wel goed en uiteindelijk kwam het niet goed. En, dat gaan we toch een beetje de kont van RWS redden hè. Dus die zien wat in de markt, want ja de liggers worden geogost. Dan kom je met verwijten aan. Ja, dat vond ik, ik ben daar ook persoonlijk op aangesproken, van ja jullie doen maar wat. Hallo. Jullie zijn hier de lead, waar zijn jullie dan? Gewoon helemaal niks. Dat vind ik echt. Ja, is het een succes geworden? Nee, maar het had voor de helft van het geld bijna gekund. Als je tegen mij zegt, jij gaat daar liggers oogsten, modificeren, testen, etc. Maak een begroting, alles doe je zelf. Dan had ik veel goedkoper geweest, misschien wel voor de helft van de prijs. Dat had ik die liggers misschien al wel in Limburg gehad. Alles bij elkaar is het met €5/6 ton overgeschreden. En dat moeten wij, mensen die een blauwe envelop in mijn mogen vullen en ontvangen, wel betalen. Ik vind het slechte zaak.

Ik: Wie bepaalt het succes?

Strukton: Dat zou je gezamenlijk moeten doen, want je stelt van tevoren doelen vast en hoe we het gaan doen, plan de campagne. Plan de campagne hebben ze gemaakt, alleen de opslag was nog niet vrij en bleek dat tie nog niet geschikt was. En oh ja, die 52 liggers uit de A9, daar krijgt de VTW van RWS GPO waar RWS de directie voert op de A9, kregen ze 52 liggers niet voor elkaar. Daar heb ik ook nog sloop les, zaag les en alles gegeven aan de hele kamer. Stond ik daar alleen voor 20 man. Je kan het ook zus en zo doen. Uiteindelijk hadden we 34 liggers, want we gingen van 52 naar 0 naar 17, 29, 21, 23, 19 uiteindelijk naar 34. Ja, het komt niet binnen het consortium door RWS. Gewoon puur, het klinkt heel flauw, maar het komt door mij. Ik voelde me er verantwoordelijk voor om te zeggen, van joh, maar zo kun je wel slopen en daar een ondersteuning zetten en dan kun je dat eruit laten hijsen als je dat vrij hebt, want dat zit allemaal bij de A9. En toen bleek dat er een evaluatie kwam nadat de liggers geoogst waren. VTW bij de A9 was €652.000, dus dat ze extra kregen om de liggers niet te slopen, maar netjes eruit te zagen in de fasering met wegafzettingen. Met alles erop en eraan, voor 52 liggers. Evaluatie: we hebben er 34, ging er nog 1 stuk dus 33 liggers. Toen werd tegen mij gezegd door RWS: Wij hebben nu evaluatie en jij gaat nu de kritische vragen stellen aan de aannemer van de A9. Toen zei ik, dat ga ik niet doen. Ik ga niet de concullega de les lezen of wat dan ook. Je hebt een RWS A9 en je hebt een RWS CTL. RWS CTL gaat dan naar RWS A9 toezeggen van: nou we hadden op een ander succes gehoopt en verwacht dan wat er niet uitgekomen is. Hoe ga jij die aannemer op de A9 toespreken en hoe ga je dat op afrekenen. En met mij in een overleg waar de hoge heren in zaten zeggen, ja, maar zo werkt het niet. Ik zei nee, hoe werkt het dan. Ik zeg, kun jij aan mij verkopen dat je voor €652.000 uit gaat geven voor 52 liggers en dat je dadelijk €65.000 gaat betalen voor 33 liggers. Dat is gek, want ik kan wel een sommetje maken. €652.000 gedeeld door 52, daar komt een bedrag uit keer 33 en dat ga je betalen. Nou zo werkt het niet meneer van Dalen. Ik zeg nee hoe werkt het dan? Wel mij de hete kastanjes voor jou uit het vuur halen om die aannemer op de A9 de les te lezen wat ze allemaal fout doen en dat al de schuld bij hen ligt zodat jij achterover kan zitten. RWS is daarin gewoon niet daadkrachtig genoeg. Mooie managers, mooie contract lettertjes opschrijven en nou moet je het nog doen met elkaar en is er te weinig kennis van. Vroeger had je opzichters/toezichthouders. Hoor je mij praten, dan moet je overleggen met hoe je wat kan doen. Is er helemaal niet meer. Alles voert directie op afstand. Dus waar zitten kennis dan? Bij RWS, nul. Als er kennis is, wordt hij ingehuurd. Allemaal ZZP'ers, voor tarieven... Daar mag je zelf wat van vinden.

Ik: Is het duidelijk welke stakeholders er zijn binnen het consortium?

Strukton: Wij waren de stakeholders zelf om het een succes te maken.

Ik: Waren er ook nog partijen die er indirect een belang bij hadden of betrokken waren?

Strukton: De partij en stakeholder die zo meteen de lead heeft is de provincie Limburg met het project wat daar gebouwd gaat worden. Dat ze kunnen zeggen, wij hebben een hoogwaardige circulaire viaduct gebouwd. Dat is een hele goede PR. Ja, Ik denk dat dat de enige stakeholder is buiten het CTL-deel die daar zo meteen de vruchten van plukt.

Ik: Zijn ernaast de opslag van liggers nog andere leer/knelpunten ondervonden in het samenwerkingsproces?

Strukton: Nou ja. Wat ik me afvraag aan de hand van het andere consortium, liggers 2.0, dat voorliep op het consortium CTL, waar is de kennis en kunde vanuit liggers 2.0 geborgd binnen RWS, zodat we het als CTL wat gemakkelijker hadden kunnen hebben. Ja, ik zal je een voorbeeld geven. De liggers worden gezaagd in de lengte op naden die zitten een druk laag erop. Die moet later verwijderd worden. Er is een opslag, daar wordt die druklaag eraf gehaald. RWS, met heel veel constructeurs, heel veel rekenkundige mensen. Als je de druk laag eraf gaat slopen, dan zitten er in

de liggers beugels ingestort. Die worden weer in de nieuwe druklaag opgenomen. Als een sloper gaat slopen, wat ze met sloophamers doen, dan denken ze: slopen is slopen, dus ja de druklaag is dan klaar. Maar als er zo'n beugel in zit of haarspelden, als die een scheefstand hebben dat ze eigenlijk wel recht staat, maar dat je de haakjes dan wel in de lengte hebt en die staat meer dan 50 graden, dan moet je er wapeningsstaven in je ligger boren, want dan voldoet hij niet meer rekenkundig. Dat weet je dus van liggers 2.0 neem ik aan. Heb je lessons learned, dat loopt voor. Was een verrassing. Ja, maar dat is dan 2%, dat je moet bij boren. Ik zeg waar komt dat getal vandaan, liggers 2.0? Ik zeg, ik heb een sloopbedrijf, die ik aan getakt heb van: joh, hoe zouden we het kunnen slopen. Als je dat gaat slopen, kost het veel duurder. Hogedruk waterstralen anders gaat de wapening niet stuk. Als je dat niet doet, ben je goedkoper met slopen dan hogedruk waterstralen, daar ben ik het mee eens. Maar dan moet er nog steeds die haarspelden recht staan en als die niet rechts staan, moet je bij boren. Het zijn voorgespannen liggers, loopt voorspanning in. Weer rekenen, dus weer stapelen met engineeringskosten om het zo maar te doen. Nou, denk je dan dat deze expertise daar voldoende is? Nee. Als ik het al kan verzinnen die niet gestudeerd heeft. Alleen veel bouwtechnische kennis, moet toch ergens geborgd zijn. Dus dat weet je toch, want op het moment dat je gaat slopen en ze zien de wapening en ze zijn al gezaagd en getest, zegt zo meteen, ik zeg maar wat, Limburg Daalderweg A76: ja het voldoet niet. Wat denk je dat er dan gebeurt? Enfin, Beton & Wegen die zegt: ja moet ik nieuwe liggers bestellen voor het viaduct? Is prima, kijk maar waar. Ik vind dat ja, ik zeg het even op mijn eigen taal nu, hè? Ik vind dat echt van God los. Krankjorum Dat kun je allemaal aan de voorkant dat we zeggen: we gaan ze daaruit halen, hoe beschermen we de wapening is natuurlijk groot, wat kost dat. Allemaal ramen. Hebben we een begroting die klinkt als een klok. Dan heb je een bandbreedte, het kan meevallen, dan is het zoveel procent goedkoper of het wordt duurder. En hoeveel? Nou dat ligt weer aan het risico dat het opbrengt. Oké, dan kun je zeggen, nou moet ik het daarover hebben. Aan de voorkant. En niet laten zeggen: ja, daar zijn we niet van.

Ik: Is de voorkant dan ook het punt geweest waar het in uw ogen beter had gekund?

Strukton: Jazeker, dat ik ingestapt ben, heb ik puur gedaan op persoonlijke titel omdat Oscar een fijne collega van mij is. Hij zei: wat wil je meekijken, wil je me helpen, want er is strijd en ik heb nou niet allemaal nodig. Samen veel projecten gedaan, zijn heel graag Samen. Van zo maar bij elkaar 8 uurtjes in de week naar wat meer.

Ik: Waren er naast de knelpunten ook bepaalde drijfveren die het proces stimuleerde?

Strukton: Naja, dat iedereen natuurlijk wel het besef heeft dat grondstoffen een keer op zijn en wist dat we die wereld moeten veranderen. Dat besef is er wel en het is natuurlijk een prachtig idee in heel Nederland dat we het zo kunnen doen. Maar het komt niet uit, Nederland denk ik, maar hè. Dat het duurzaam moet enz., daar ben ik groot voorstander van, want ik heb ook kinderen die moeten zo meteen ook, op jouw leeftijd of wat ouder, in een mooie wereld kunnen leven en niet alleen maar alles opmaken. Alleen men moet wel realistisch zijn, wat kan? En wat kan voor dit moment? Wat moet je verder ontwikkelen over 5 jaar of over 10 jaar? De techniek stopt niet. Alleen, dan moet je er wel, ja, ik zeg: onvoorwaardelijkheid in hebben, zowel aan opdrachtgevers kant als opdrachtnemers kant. En vaak wordt er opgelegd vanuit de opdrachtgevers kant. Terwijl het niet realistisch is dat je je doelstellingen kunt halen.

Ik: Was er een gedeelde visie?

Strukton: Geen idee. Sprak ik niet. Ik heb met mijn collega en de verantwoordelijke persoon van GBN, contact gehad. De laatste nadrukkelijk, omdat ik wel de drive had van we moeten het wel tot het einde brengen en all the way gaan. Opgeven is geen optie.

Ik: Beschikt het consortium over alle benodigde expertises of rollen?

Strukton: Ik vind van niet.

Ik: Welke zouden er dan nog missen?

Strukton: Een beter opdrachtgever. Geen RWS? Mensen met kennis om tafel vanuit een opdrachtgever als RWS. Dat er echte RWS'ers zitten, geen inhuur. Inhuren voor €150 per uur. Prima. Daar gaan we naar kijken. Eigenaarschap, ik voel me verantwoordelijk als RWS. Eigen mensen. Dat is de doelstelling vanuit RWS. Spreken ze ook gewoon uit, hè. Dat gaan we doen. Vaak vind ik dat een wassen neus. Ik ben ook niet een lieger bovendien voor die spelletjes met de opdrachtgever. Dan word ik heel ongelukkig.

Einde onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

Ik: Wat belemmert er volgens u zoal de verdere implementatie van circulaire innovaties?

Strukton: Ik denk, omdat de klant, in dit geval RWS, iets in de markt zet wat toekomst biedt voor het bedrijfsleven hè. Dus we moeten ook ontwikkelen, dus we gaan erin. Maar krijg je dan het beste eruit? Ik vind zoals een consortium zoals CTL of liggers 2.0 of whatever. Alle grote en nieuwe ontwikkelingen moet je in een vorm van een bouwteam stoppen, waarin expertise van ieders partij die meedoet, ontwerper, opdrachtgever, aannemer, wat dan ook. Ik vind niet dat je een consortium moet hebben. In mijn optiek met een aannemer binnen CTL, Strukton, of een rol voor Strukton en bij liggers 2.0 is dat Dura. Ik vind, als ik kijk in duurzaamheid wat je op LinkedIn ziet, zie ik onderdelen waar Dura Vermeer heel ver in is of Mobilis. Dus dan moet je kijken van joh, wat hebben we nodig om dit als succes, welke partijen, zijn we al zover of zitten we er tegenaan dat dat het is. Die krachten moet je bundelen. Ik vind, er moeten twee aannemers in zitten op zijn minst en niet Strukton. Als je dan zegt, joh, dat is een bouwteam, dan krijg je best of project eruit. Als ik een risico kan lopen als aannemen dat als ik wat doe, dat ik zo meteen een verlies ga pakken. Wat dan ook. Dan laat ik het achterste van mijn tong niet zien, hè. Dus het belang moet je anders verdelen. Dus ik zeg, we hebben € 100 voor de taart. We zijn met zijn tien. Iedereen krijgt een tientje. Dat gebeurt hier helemaal, want uiteindelijk wil RWS, als overheidsinstelling, die probeert ook de vinger op de portemonnee te houden. Dat is helemaal goed, maar dat moet niet alleen doen. Dat moet je met iedereen doen. Dan moet je zeggen, joh. We hebben € 100 te verdelen met zijn tien. € 100 is het eindbedrag. Als we het voor € 8 per partij kunnen doen, maken we daar een incentive op, want alles wordt gemaakt of gedaan op basis van verweten waarheid zonder wrak over de werkzaamheden, winst risico, algemene kosten. Dus puur de directe kosten worden betaald. Kun je zeggen van joh, ik ga jou triggeren als jij beter je best doet als wat onze uitvraag is, dan moet je slimmer, sneller anders. Dan zit er een soort van incentive aan. Dat is de prikkel die jij ook weer nodig hebt om verder te ontwikkelen, want die ene die €8 de markt en je krijgt toch een tientje, ga jij die €2 in duurzaamheid stoppen. Als je dat niet doet, ga je weer wachten. Er komt weer wat, oké we doen weer mee. Ja, ik denk dat dat een soort van vliegwiel moet zijn om je hele wereld in beweging te brengen.

Ik: U noemt net een incentive. Zijn er nog andere drijfveren binnen de markt die verdere implementatie zouden versterken?

Strukton: Kennisdeling. Dus niet alleen de kennisdeling die door CTL wordt gedaan, die geborgd wordt bij RWS CTL hè. Dat moet je dan ook delen als CTL bij liggers 2.0 en alles van liggers 2.0 moet je ook heel transparant delen met CTL. Dan krijg je kennis vergroting en verbetering.

Ik: Zijn er nog algehele veranderingen benodigd binnen de markt?

Strukton: Eigenaarschap binnen de partijen en transparantie, daar heeft iedereen de mond van vol, maar vraag me wel eens af: dat heeft een limiet.

Ik: Wie moet de regie in handen nemen bij elke verandering?

Strukton: Het bouwteam. Wie in een team zit bij CTL, allemaal evenredig, moet daar hetzelfde in zitten met dezelfde verantwoordelijkheid en alles erop en eraan. Niet als overheidsinstelling dan hè. Er wordt een budget gemaakt door de overheid om een bouwteam, lees CTL, omdat te oogsten. Daar hebben ze een raming voor gemaakt voordat het zou beginnen. Daar gaan we nu overheen, dus moet je naar Den Haag om geld te halen als overheid. Die stellingen RWS voor CTL, maar gaan daarna naar RWS toe. Joh, we gaan het niet voor het afgesproken geld halen, het wordt duurder. Hoe kan dat dan? Dat zou je anders moeten doen.

Ik: Hoe zijn eigendom en garanties gereld?

Strukton: Voor CTL is alles in beheer van RWS. Op het moment dat het viaduct in gebruik wordt genomen. Dan blijft RWS als opdrachtgever binnen CTL, maar verschuift dat naar Beton & Wegen, Daalderweg A76, totdat ze getest zijn en hergebruikt kunnen worden. Dan liggen ze daar klaar om ingezet te worden op het viaduct. Nou het moment van dat ze getest zijn en gezaagd en noem maar op. Daarna worden ze eigendom van RWS. Strukton als project bouwer, dan zijn ze en dat zal ook als site letter in het contract zitten, dat geloof ik wel, dan zijn ze van het project. Die gaat dan weer garantie geven nadat project klaar is en RWS gebouwd. Die zijn de garanties.

Ik: Wat nu als er wat gebeurt met de liggers ten tijden dat ze worden ingezet in het nieuwe viaduct?

Strukton: Ik weet niet hoe het contract zit tussen RWS en Beton & Wegen voor de A76. Dat is ook gestapeld, hè? Eerst testen, testframe, dat is nu aan de gang, hè, tot derde kwartaal. Dan wordt het ontwerp afgerond. Daarna wordt alles erop en eraan in kaart gebracht. Dan wordt het afgekruist. Dat is weer een soort van bouwteam. Dat was het plan. Hoe dat zo meteen in werkelijkheid gaat? Geen idee, want ze zijn nog niet getest.

Ik: Hoe kan er in de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?

Strukton: Dat is een moeilijke vraag. Ik denk dat als je als opdrachtgever een werk begroot met een raming van zo duur zou een werk zijn en hoe duur zou het zijn met duurzaamheid. Dan heb je twee bedragen. Daar kun je je gunningscriteria naar de markt toe geven van joh je kan een traditioneel bouwen of heel duurzaam. Daar zit een verschil tussen en daar een vorm van die centen voor gebruiken, prikkel. En niet alleen met de blik op geld, maar ook een blik voor ontwikkeling. Dat is van belang denk ik.

Ik: Hoe kan erin de ontwerpfase omgegaan worden met de risico's van het gebruik van herbruikbare onderdelen?

Strukton: Ja, dat is een soort van pers opbouw. Dit is zeg maar de eerste keer, CTL. Nou, je maakt je hier een evaluatie van, mag ik hopen als CTL. Geen idee. Wat ging goed, wat kan beter. Tips en tops omschrijven die je meeneemt naar een volgend project. Zo, kun je dat beschouwen dat als ik weer mee mag doen, of jij gaat dat doen, zo meteen, dan hebben we een stuk geschreven. Dan eerst de evaluatie van CTL lezen. Oké, daar en daar moeten we op letten. Geen idee. Hoe kan dat dan? Nou, dan ga je bellen. Wie hebben er meegedaan, kunnen we gesprekken hebben. Joh, hoe is dat verlopen? Wat kan daarin beter? Ik lees dit, maar is dat zo of moet ik dat anders lezen? Dan kom je op een soort van kennisplatform, wat je steeds meer verder omhoog ligt.

Ik: Dus de risico's liggen voornamelijk in de onwetendheid van de kennis van herbruikbare onderdelen?

Strukton: Ja, maar ook van: ik kan deze balk wel onderzoeken. Zitten er scheuren, etc. Maar ik kan niet zeggen dat als ze ingezaagd en de druklaag eraf, dan zijn die liggers 100%. Dan zou je het methodes moeten verzinnen hoe je dat wel kan doen, hè? Dat kun je in onderzoek met meten en monitoren gedurende een paar jaar of whatever. En dan zeg je, oké, hoe kunnen we nou die boel zo uit mekaar pellen dat er nul schade aan is. Als je dat traditioneel gaat zagen en druklaag eraf slopen, dan komt er schade. Daar kun je op wachten. Als je dat op een andere manier gaat slopen, dan niet. Alleen is het vele malen duurder. Ja is dan de prijs van hergebruik, wat toch om geld gaat en met de visie van duurzaamheid nog steeds op hetzelfde vertrekpunt. Of ligt dat verschoven? En partijen zijn er in de markt, alleen je moet wel de stap zetten. Ik heb ze allemaal aangedragen, maar niks meer van gehoord.

Einde overige vragen

Afsluitend gesprek

Ik: Zijn er nog aspecten die u van belang vindt of die ik vergeten ben of die nog benodigd zijn om te benoemen binnen dit interview?

Strukton: Misschien een stukje te schrijven over: Wil men dit naar een hoger niveau brengen in Nederland? Je hebt platform stalen bruggen in Nederland en je hebt overal platforms voor. Moet dit ook een platform zijn waar de marktpartijen en de opdrachtgevers samen in gesprek gaan? Want ik weet niet of het er al is, maar het is denk ik op zo'n hoog niveau dat er meer op wet- en regelgeving en die kant moet komen. Dan ook heel erg de techniek in. Wat is echt haalbaar.

Ik: Wat bedoelt u met het stukje platform? Platform CTL?

Strukton: Nee. Een platform met opdrachtgevers en marktpartijen die nadenken over circulaire innovaties. Die structureel erover nadenken. Niet dat we volgend jaar weer wat gaan doen en het jaar daarop. Nee vasthouden en doorpakken. Elke keer weer die verbetering of scherpste zoeken met elkaar. Ik denk dat dat wel helpt. Dan heb je ook een open vizier. Je selecteert een consortium: er zitten partijen in die ergens aan voldoen, zodat je geselecteerd wordt. Nou, dan ben je al binnen. Dus dan moet je met die partijen het ook verder brengen. Dus nu aan de hand van de evaluatie CTL is het zo meteen van: joh, jullie hebben dit gedaan. We gaan een volgend traject doen, wij willen dat jullie een andere pet op hebben, niet als een regelende partij, maar meer als adviseur van hoe zouden we dat kunnen doen? En dat doe je met liggers 2.0, die laat je weer bij ons In de keuken kijken. Dan krijg je een soort van vliegwiél. De tips en tops van hen gaan we gebruiken? Ja, waar hebben wij nog niet over nagedacht. Nou, ik geef hem tips en tops van jou, daar heb jij nog niet over nagedacht. Zo kom je er langzaam stapje voor stapje.

Ik hoop dat duurzaamheid gaat brengen wat men inschat. Dat vraag ik me echt af aan de hand van wat het kost, andere opties en hoe men dat als investering vindt in de civiele hoek, waarin alles in de jaren 70 en 80 is gebouwd. Alles is zwaar aan vervanging toe. Kennisdeling tussen landen (Europees), dus niet alleen tussen partijen en bedrijven.

Einde interview

9.6.8 RWS

Interview RWS 1 – 18-4-24

Start interview

Start persoonlijke/bedrijfsgegevens

IK: Wat is uw functie binnen RWS?

RWS 1: Ja, Ik ben projectmanager, mijn rol. Ik ben dat hele traject destijds gestart als contractmanager.

IK: Bent u zelf ook betrokken geweest bij het SBIR-project?

RWS 1: Ik ben de projectmanager geweest van SBIR-uitvraag en van de samenwerkingsovereenkomst hergebruik viaduct zoals die er nu ligt. De SBIR is ooit gestart met een open leeromgeving en daarin hebben we een uitvraag gedaan voor oplossingen voor circulaire viaducten. En daarin zijn we getrechterd het van 32 naar 10 naar 3 viaducten. Die 3 viaducten hebben wij een prototype gegund. Dus Ik ben projectmanager geweest van die 3 prototypes.

IK: Welke rol heeft RWS uiteindelijk gehad in het consortium?

RWS 1: Wij hebben de uitvraag gedaan. Wat we met SBIR beoogd hebben. Is dat wij oplossingen voor viaducten wouden die circulair waren. En eigenlijk was de SBIR het geven van een bijdrage of een subsidie om die oplossing te laten groeien. Dat was het doel en Wij hebben gezegd, We gaan 10 partijen, een haalbaarheidsstudie laten doen en van die 10 gaan er 3 een prototype bouwen. En, nou ja, Wij hebben dus dat mogelijk gemaakt. Het bouwen van die prototypes in het areaal van RWS. Dus dat is de bijdrage geweest.

IK: Had u voor het SBIR-project al enige kennis/ervaring met circulariteit of met (hoogwaardig) hergebruik?

RWS 1: Nee, dat was dus niet nodig, want punt is toen wij daar een paar jaar geleden mee startten, wisten wij nog helemaal niet wat circulair viaduct was, dus Daarom hebben we dat gevraagd en daarop hebben we uit de markt Mensen 32 ideeën gekregen op Circulaire viaducten en zo hebben we 10 haalbaarheidsstudies laten doen en zo zijn we op die 3 gekomen. Dus We zijn niet begonnen met hergebruik als idee. We zijn daarop uitgekomen Omdat we circulaire ideeën hebben gewogen op impact, haalbaarheid en economisch perspectief. En Als je die 3 dingen weegt, dan komt daaruit dat hergebruik blijkbaar heel geschikt is. En de kijk de oplossingen van nu zijn niet de oplossingen voor de toekomst, dus wij wisten het ook niet.

Einde persoonlijke/bedrijfsgegevens

Start algemene vragen

IK: Kunt u iets vertellen over uw verantwoordelijkheden binnen het consortium?

RWS 1: Mijn rol was opdrachtgever. Dus ik was gemachtigd opdracht geven, dus. De degene die de contracten maakt, die betaalt, die de wijzigingen maakt, die verantwoordelijk is voor de beoordeling dat soort dingen.

IK: Waren de vooraf gestelde doelstelling meetbaar?

RWS 1: Nee, dat denk ik niet, Maar dat hoefde ook niet per se. Ja, we moesten soms wel een beetje appels en peren vergelijken, Omdat ja, hoe vergelijk je anders biobased met hergebruik. Dat is meer dan Alleen MKI waarde. Want binnen MKI zit toxiciteit bijvoorbeeld slecht. Circulariteit is nog slecht meetbaar.

IK: Is aan de doelstellingen voldaan?

RWS 1: Nou, dat weet ik niet. Vraag is ook. Kijk, Als je niet begint, dan leer je niet. En dan voldoe je sowieso niet aan je doelstellingen. En Als je nou begint en het zit tegen. Ja dan zitten zit het Misschien In de derde wel weer mee, dus Je moet ook fouten maken om te leren. Nou, wat ik wel vind van? Misschien hebben we in het begin wel een rooskleuriger beeld gehad. Van CTL dan dat in werkelijkheid aan de hand was, want Ik kan het gewoon vergelijken met liggers 2.0. Bijvoorbeeld, de hele oogst heeft nogal wat impact, meer impact dan we dachten. En ook het opslaan van die liggers heeft gewoon meer voeten In de aarde dan we dachten. Maar ja, dat hadden we niet geweten Als we niet gedaan hadden. Hè, dus Je moet wel dingen doen. Anders, blijf je maar denken.

IK: Is liggers 2.0 nu volledig afgerond?

RWS 1: Maar de opgave, de twee verschillen ook. De ambities van CTL zijn vele malen groter dan die van liggers 2.0. Alleen om dat liggers 2.0 over liggers ging CTL over alles. Kun je ook zeggen, Misschien hebben we het onszelf ook wel wat moeilijk gemaakt door die hele lego doos te vullen. Kijk, Als het Alleen over liggers gaat, dan is dat veel meer behapbaar en controleerbaar.

IK: Dus eigenlijk is het vraagstuk te complex geweest en te breed.

RWS 1: Nou, dat weet ik niet. Het vraagstuk is niet complex. Maar het was complexer. Dan liggen 2.0 en Daarom gaan we liggen 2.0 sneller Omdat die het minder complex gemaakt hebben. Dus de uiteindelijke impact van CTL kan best meer zijn dan bij liggers 2.0. Alleen, Je moet van verder weggkomen.

Einde algemene vragen

Start onderzoek gerichte vragen

IK: Zou je het project circulaire viaducten al succesvol kunnen omschrijven?

RWS 1: Ja zeker. Moet je kijken hoe het overall resoneert. Hoe je het overall terugziet.

IK: Dat we het in de media terugzien/is?

RWS 1: Ja en dat we nu op de A44, 280 hergebruikt de liggers gaan leveren. Ja, daar hadden we van tevoren nooit bedacht. Ja en Ik had van tevoren ook niet bedacht dat we bij hergebruik uit zouden

komen. Die methode van SBIR heeft er echt hartstikke goed in gewerkt. En ondanks alle tegenslagen hebben we toch gered met zijn allen. Kijken dat CTL nu nog bezig is met die HRP-liggers. Zonder Dwarskracht Wapening. Ja, Dat is de volgende innovatie. Dat moet ook gebeuren. Maar daarin hebben we wel nodig dat er ook in geloofd wordt. Want volgens mij laat RWS wel zien dat de deal flow in zit. Volgens mij is het voor een aannemer. Belangrijk om zijn plek In de keten goed te hebben Als het gaat om hergebruiken. Als je niet gepositioneerd staat om jouw deel van de dingen te doen die je goed kan, dan mis je de boot.

IK: Zou een bouwteam complementair zijn aan het consortium samen met verschillende expertises en specialisten?

RWS 1: Jawel, maar dan moet je dus je plek In de keten goed hebben. Dan moet je dus de keten goed organiseren en dan zie ik dat dat nog wel wat verschil maakt per aannemer welke ik vind bijvoorbeeld liggers 2.0 heeft het veel beter georganiseerd qua keten dan CTL voor mij als klant zijnde laat maar zeggen hè, ik op de raakvlakken In de keten. Heb ik met CTL elke keer. Moet moesten we daarmee aan de slag, terwijl de Liggers 2.0 ging dat veel automatischer. Daarin zag je dat die dat dat beter georganiseerd is, dus Als je het over een bouwteam hebt, dan moet je het ook goed kunnen organiseren. Dan moet je niet zeggen van Ik ben Alleen maar van het bouwen. Ik ben Alleen maar van dit, Ik ben aan het nee, dat moet je ook zeggen van, Ik kan deze verantwoordelijkheid dragen Ik kan je daarmee helpen. Je verleent ook een dienst. Je moet ook goed de samenwerking begrijpen, Je moet er goed processen van de klant snappen. Wat zijn de problemen van de klant? Je moet met elkaar die tafel van belangen Helder hebben, hè. Dus ik moet begrijpen dat een aannemer een beetje winst wil maken. En de aannemer moet begrijpen dat wij bepaalde flow willen en een bepaalde manier van rapporteren hebben. Dus. Daarin past dus niet meer. Jezus, Wat zijn die ambtenaren traag. Nee, dat past daarin van. Nou wat heeft de ambtelijke organisatie nodig om verder te kunnen en Hoe kan ik ze helpen? En wat heeft de aannemer nodig om verder te kunnen? Dat heeft een ander abstractieniveau dan Alleen werk maken en zeggen van: doen wij deal flow? Wij zijn geen fan van bouwteams, niet Omdat ze het resultaat niet halen, want Ik ben echt wel In de samenwerking. Wel fan van bouwteams. Maar bouwteams kosten veel capaciteit.

IK: Capaciteit in welken vorm in?

RWS 1: Mensen. Als wij een bouwteam doen, moeten we daar veel Mensen van ons in. Want anders is er geen controle, is daar geen echte samenwerking?

IK: Hoezo moeten er dan specifiek van RWS een heleboel mensen in het bouwteam?

RWS 1: Omdat wij Samen gaan ontwerpen met met jullie. Daar komen ontwerpen, die moeten we toetsen, daar moeten we mee heen en weer. Dat is anders dan wij zetten een eisen setje op de markt. En dan zeg je, Als je deze eisen haalt en je maakt het werk en dit zijn jullie risico's. UAV-GC en DBFM hebben relatief weinig begeleidingscapaciteit in vergeleken met. Bouwteams, allianties, samenwerkingsvormen dus Dat is onze grote struggle daarin en dan kan de aannemer wel zeggen, wij vullen die plekken wel. Maar aan de andere kunnen ze nooit jouw belang behartigen en die kan onze interne organisatie ook niet besturen. Wij moeten zelf onze interne organisatie doen. Dus We moeten meer naar een flow toe Van een soort standaard aanvalsplan. Voor viaducten, Het eerste viaduct kan ik me best voorstellen dat we dat in een bouwteam gaan maken? Maar Als we 20 of 30 of 50 viaducten gaan doen. Dan moet dat in een portfolio achtig aanpak. Waarin een structuur komt die flow geeft, systeem heeft die waarin je met elkaar leert en die weet je wel dat je, dan kun je niet elk viaduct vanaf scratch beginnen.

IK: Nee, Het is een leerproces waarbij alle tips worden meegenomen naar het volgende en alle tops aan kan worden gewerkt, zeg maar.

RWS 1: Ja, dat je groeit met elkaar ergens in. Ik heb veel liever dat het aannemer een portfolio aanneemt van 20 of 25 viaducten waarin we een flow hebben. In plaats van een bouwteam en elke keer one off.

IK: Vanuit de theorie is het juist. Wordt het juist andersom verteld dat de klant zeg maar vaak moeite heeft dat een aannemer dat zou willen, want dat zou de markt ten goede komen, Maar dat dat er bepaalde redenen zijn dat de klant het nog niet ziet zitten om een portfolio uitvraag te doen.

RWS 1: Ja, Ik ben gewoon nu heel erg bezig met portfolio's. Ik ben gewoon samenwerkingsovereenkomst te maken, Raamovereenkomsten. Ik wil eigenlijk wel alle zoveel mogelijk in. Ik ben ook coördinator van de contractuele portfolio aanpak geworden. Wij kunnen niet anders dan portfolio denken. Er zijn te weinig Mensen en er is te veel te doen om het allemaal niet in een portfolio te doen.

IK: Wie bepaalde het succes van een project circulaire viaducten?

RWS 1: De Mensen. Die erin zitten.

IK: Dus alle bedrijven tezamen?

RWS 1: Ja. En opdrachtgever. Innovatie is in de civiele techniek. Voor mij heb je twee soorten innovaties inspelen, techniek. De makkelijke innovatie zijn. Alles waardoor het bouwen goedkoper wordt. Dat zijn de makkelijke innovaties die doet er aannemer zelf wel gaat vanzelf goed. Stroomt, zit flow. Dan heb je de innovaties die een keten wijzigen of die een proces veranderen, of een aanpak etc. Als die niet die ten dienste zijn van een betere maatschappij of een betere wereld, die gaan niet vanzelf. En dan heeft de opdrachtgever gewoon een belangrijke rol. Die moet een ambassadeur zijn, die moet zeggen, dit gaan we doen, zo wil ik het en die moet dat ondersteunen met deal flow, zodat aannemers erop kunnen gaan investeren en erop kunnen rekenen. Nou, en dan moet de keten zich ook nog eens organiseren. De first movers In de keten en die zullen toch ook wel naast Kans op marge zullen ze toch ook wel iets van intrinsieke motivatie moeten hebben om dat doen. Dat zie je bij dura. Die hebben dat die hebben dat wat meer, ook Omdat ze een familiebedrijf zijn. En dan zie je bijvoorbeeld bij Strukton ja, die worstelen wat meer. Wij merken als opdrachtgever. Gewoon heel erg dat Strukton onder druk staat. Dat merk je gewoon aan alles en daarnaast is het dus des te mooier dat ze er nog steeds in zitten. Mooi dat je dat dan nog steeds doet en dat je daar nog steeds in participeert. Maar het begint wel met intrinsieke motivatie. Kans ben ik hier goed in. Zie ik dat het goed komt Want Het is niet je standaard manier van bedrijfsvoering.

IK: Waar zou de druk vandaan komen bij Strukton?

RWS 1: Ja, Strukton heeft gewoon marge nodig en omzet, en dat moet gewoon gebeuren dat en dat snappen wij ook, Maar de win-win is dat je dat met elkaar uitruilt.

IK: Is het duidelijk welke stakeholders er zijn binnen project/innovatie/algemeen?

RWS 1: Ja, Ik heb denk ik wel een goed beeld van alle stakeholders, zeker met een CTL. Ja en ik, Ik heb ook wel denk ik wel een goed beeld van de tafel van belangen. En hoe die anders is? Nou bijvoorbeeld bij liggers 2.0 of bij vici de andere partij van boskalis. Ze zijn allemaal een beetje anders. Het is wel raar hè? We hebben 3 dezelfde contracten en Iedereen verhoudt zich anders tot elkaar in die contracten. Dus blijkbaar zijn die contracten niet heilig daarin.

IK: Zijn er naast de partijen in het consortium nog ander stakeholders?

RWS 1: Nee, de stakeholders zijn breed en veel. Dus binnen RWS heb ik stakeholders. Ik heb binnen het ministerie van verkeer en Waterstaat heb ik stakeholders. De rest van de markt is een stakeholder. Het speelveld is heel breed.

IK: Hoe is het samenwerkingsproces verlopen/zijn er bepaalde leerpunten/knelpunten?

RWS 1: Nou, Knelpunt is eerder de tafel van belangen. En dus gestart met te veel opportunisme. Als we dat eerder hadden, dan hadden we. Dingen vroegtijdiger kunnen beslechten. Ik ben denk ik ook wel wat naïef geweest In de het woord bijdragen in en je ziet toch dat het teveel als een traditioneel werk is aangenomen. Terwijl we echt wel veel geïnvesteerd hebben in bijdrage en. De manier en hoe we de wereld zagen en het beoordelen dat we de keten zelf wouden Laten werken. Ik had Misschien wat te veel verwacht. Dat de ketens dat CTL meer zelf zou kunnen doen. En daarin heb ik me vergist, denk ik.

IK: En, hoe wordt het beter gekund?

RWS 1: Ja, dat weet ik niet precies. Kijk, je zou kunnen zeggen, hé. We hadden van tevoren op dag één al een prototype locatie moeten hebben. Maar dan had ik oplossingen gekregen voor die locatie. En een oplossing voor een locatie is niet een oplossing meteen voor het probleem. Dus we wouden Mensen vrijhouden, In de zin van. Circulaire viaduct, daar zoeken we later wel een locatie en dan hadden we Misschien niet zo moeten doen.

IK: Is de locatie het enige knelpunt?

RWS 1: Nee, zo zijn er wel meer, Maar het is die samenwerking. Eventjes. Ik denk dat het daar allemaal een beetje op terecht komt en die verwachtingen. Tafel van belangen.

IK: Waren de belangen niet eenduidig?

RWS 1: Ik had ze als opdrachtgever niet scherp wat de belangen waren van de partijen In de keten. Van Nebest wel, die wou gewoon die hergebruikscan pitch en wij wouden een oplossing voor een heel viaduct. Misschien is Strukton er wel een beetje bij gezocht dan. Dus is, er was een echte keten bij CTL, of niet? Hè, of was die keten Alleen op papier?

IK: Hoe zou je het dan omschrijven als het geen keten was?

RWS 1: Nou, Je kunt je afvragen? Volgens mij is dit gewoon per fase gekeken en is er geen visie geweest op het hele deel vanaf het begin af aan.

IK: Per fase was er 1 verantwoordelijke en als die fase klaar was, werd het doorgegeven naar de volgende met de volgende fase. De keten was op papier, maar in werkelijkheid was het een doorgeefluik

RWS 1: Ja, er zaten knippen in. En, dat hebben de andere de partijen die wat succesvoller zijn geweest of minder hard hebben moeten werken, waarbij het wat gemakkelijker ging, die hadden dat minder of niet. Die hadden meer invloed in hun eigen cirkel.

IK: Wat hebben die anders gedaan in vergelijking met Closing the Loop?

RWS 1: Ja bijvoorbeeld, die hebben zelf een prototype project gezocht. Die hadden al iets In de in, die hadden iets in hun eigen portefeuille gekeken van wat werkt en wat helpt en waar kan ik? Dus bijvoorbeeld, die hadden al werk van RWS en toen hebben ze hebben we met de wijziging daar een

circulair viaduct aan toegevoegd, konden we veel sneller en dat hoeft niet uit CTL niet hoeven doen, Maar het zat ze gewoon een beetje tegen, dus dan weet je en. En eigenlijk kun je ook zeggen, daardoor kun je ook zeggen, we leren meer. Het duurt wat langer. We weten meer komt allemaal wel goed, het kost ons allemaal wat meer. Het is niet per se, Het is ook niet negatief. .

IK: Gingen de partijen van het consortium dan te snel terug naar een traditionele rol?

RWS 1: It takes 2 to tango, wij waren er ook bij. Misschien waren we wel niet genoeg bij macht te om de traditionele rollen te doorbreken, ondanks dat alle ingrediënten daarvoor aanwezig waren door de financiële druk. Dus, Als je wil dat traditionele rollen doorbroken worden, Dat kan Alleen als er geen financiële druk is. Ik kan wel zeggen van dat dat mag niet zo zijn tegen een bedrijf, maar zo werkt dat niet. Hè, dus Ik heb makkelijk praten bij de overheid, Wij hebben altijd wel geld. Of nou, We hebben niet altijd geld, maar uiteindelijk Als het puntje bij paaltje komt. Dan is het er wel al voldoen we niet, Wij hebben geen aandeelhouders. Als je bij een bedrijf werkt, dan moet je als projectmanager gewoon zwarte cijfers schrijven Als je gewoon je werk Ja, dat maakt ook deel uit van het avontuur wat jij gaat met de aannemer. Maar het maakt het ook lastiger om geïnteresseerd, intrinsiek, gemotiveerde keuzes te maken. Kijk eigenlijk ruilen wij geld voor intrinsiek gemotiveerde keuzes. Zo'n plat is. Behalve dan bij sommige familiebedrijven. Hè? Maar ook die hebben geld opzijgezet. We hebben ergens winst gemaakt, zodat ze dat kunnen doen. Ik heb ook wel kleine familiebedrijven gehad die mee mochten doen In de planstudie. En die zei Van ja, dit was de mooiste opdracht of dit was een van de meest fantastische dingen die we ooit gedaan hebben. Doordat jullie ons de haalbaarheidsstudie Laten doen, betaald, konden wij dit doen.

IK: Zijn er ook bepaalde drijfveren geweest die het project/consortium stimuleerde?

RWS 1: Ja, we wilden altijd door. We zijn hier nu wel Omdat we altijd door zijn gegaan. We zijn aan het praten bij de 67, Omdat we door zijn

IK: Er was dus wel een gedeeld belang?

RWS 1: Misschien op de raakvlakken heeft het soms niet gestroomd, maar Mensen hebben altijd wel gedaan waarvoor ze besteld worden. Kijk, dat kun je aannemer. Kun je altijd wel vragen doen waarvoor je besteld wordt? Kijk dat ze die raakvlakken voor en achteraf moeilijk vinden, maar in hun eigen cirkel van invloed zijn ze wel sterk. Dat zie je bij Strukton ook, die kunnen gewoon goed bouwen. Het zijn gewoon bouwers niet lullen maar poetsen. Maar een holistische visie? Ja, daar moeten wij gewoon zelf doen.

IK: Dat ontbreekt bij een aannemer?

RWS 1: Dat is niet waarvoor zij op aarde zijn. Daarvan hebben wij Misschien nog wel hebben ingenieursbureaus of adviesbureaus. Aannemer heeft doeners aan het werk en ijzer, staal op de weg. Vrachtwagens asfalteermachines.

Wat voor jou dan ook even op belangrijkste gehad? Kijk, die keten organiseren is belangrijk. Die plekken In de keten weten. De opdrachtgever moet zeker sturen. De technische en inhoudelijke Mensen moeten gewoon geïnspireerd raken. Iedereen in een keten moet doen waarvoor die besteld wordt, maar uiteindelijk gaat het wel om de totaalaanpak. Je moet als elkaars belangen kennen en weten. Maar ook. De onzekerheid erkennen? En dat vinden, doeners lastig de onzekerheid herkennen. Als je vooraf 1 grote visie hebt of een visionaire doelstelling, dan kun je daar. Naar terug ook al? Zitten tussendoor even tegen? Aandeelhouders zeggen weleens, Je moet een Big Hairy Audacious goal hebben dan kun je elke keer terug naar dat doel wat je had met zijn allen. Hè bij

aandeelhouders is dat vaak groei en omzet en ik wil de grootste worden dat ik wil de beste zijn. En wij wouden een circulair viaduct.

IK: Maar die onzekerheid is toch ook een speelveld tussen opdrachtgever en opdrachtnemer?

RWS 1: Ja, maar je moet je elkaar niet aanwrijven dat die onzekerheid er is, moet je oplossen met elkaar. Ik wil niet zeggen, ja, je bent zo onzeker of je bent onbetrouwbaarder. Nee, we zitten in die innovatie, als je daar niet mee om kunt gaan, dan moet je de volgende keer zo'n idee, niet pakken, dat moet je niet meedoen, dus niet met onzekerheid kan omgaan. Onzekerheid een beetje kunnen dragen?

IK: Beschikt het consortium over alle benodigde expertises/rollen?

RWS 1: Ik denk dat we onvoldoende begrip hebben gehad van elkaars organisatie, dus als je zegt, wat heeft er gemist? Dan heeft dat gemist. Dus dat wij begrip hadden van CTL en dan. Maar het rare is. Waren we dan verder geweest? Nou misschien wel niet. We zijn nu ook gewoon een viaduct aan het bouwen. We gaan het nu ook gewoon doen. Maar misschien had het wel wat minder stress gekost, allemaal. Misschien had het wel wat minder pijn gekost misschien. Had het allemaal wat lekkerder gelopen op de raakvlakken. Misschien was de menselijke maat dan wel wat meer aanwezig geweest. En gewoon zoals mensen met elkaar horen om te gaan. In plaats van elkaar maar blijven aandrijven van jij moet dit, en jij zal dat en zo. En, je kunt ook zeggen. Misschien heeft CTL wel een te positief beeld gehad van de bijdrage. En hebben wij een te positief beeld gehad van de intrinsieke motivatie. Maar het ik ben nu aan het zoeken, want het resultaat is er gewoon. Weet je, het is soms ook gewoon.

Nou, ik heb van de winter de alternatieve Elfstedentocht geschaatst. Ja, je schaatst 200 km. Aan het eind heb je het gehaald? Maar was het mooi was het lekker? Weet je is, ja, nee, stap je, het is een beetje zoals het met topsport is. Je doet iets speciaals, je doet iets bijzonders. En, ondertussen zie je af? En toch is het mooi en heb je resultaat? Nou, dat is dit ook. En dan kunnen we zeiken over van alles en nog wat. Dit en dat had beter moeten. We hebben milieu impact, want we gaan liggers hergebruiken en hergebruiken is een hartstikke goed idee, want je hoeft geen materialen over de rest van de wereld aan te slepen. Je hoeft daar geen natuurgebieden voor naar de klote te helpen. Je hoeft geen hoogovens aan te zetten, je hoeft geen dingen te doen. Je bouwt dingen met spullen die je hier op dit moment al hebt. Hoe goed idee is dat? Supergoed idee. Je kan mij niet vertellen dat dat geen goed idee is, dus iedereen kan meten en doen wat hij wil, maar ik geloof het niet als iemand zegt, het is anders. Ja dus nou goed plan en gewoon naast de A76 bouwen.

Einde onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

IK: Wat belemmert er volgens u zoal verdere implementatie van circulaire innovaties?

RWS 1: Deal flow.

IK: Is dat het enige kenmerk wat een belemmering is?

RWS 1: Ik denk dat daar als er deal flow op zit, dus omzet en marge komt. Dat de rest van de ontwikkeling heel snel kan gaan. Er zijn er natuurlijk allemaal nog andere dingen. Maar. En dan norm. En regelgeving.

IK: Wat zijn die andere dingen?

RWS 1: Ja norm en regelgeving had ik? En die deal flow, die komt dan Natuurlijk die moet komen van een sturende opdrachtgever en ambassadeurschap. Beter organiseren van de keten. Uitvoerbare oplossingen hebben, Maar dat is voor de markt. Maar dat soort dingetjes, ja? Als je het geld laat stromen, dan komt de oplossing ook wel, denk ik.

IK: Zijn er ook bepaalde drijfveren die de implementatie juist stimuleren?

RWS 1: Ja MKI. korte grondstoffen. Energieprijzen.

IK: En, ja nee, maar Daarom is het ook van belang voor mijn onderzoek dat ik de andere kant ook. Ja dat dat RWS In de in dit geval en dat u en collega's met u ook bepaalde inzichten kunnen geven. Want anders dan blijven de soort dezelfde manier van denken.

RWS 1: Ja door ontwikkelen dus weten dat de eerste keer nooit perfect is dat je daarin leert en faalt dat je dat moet aanpassen, dat je dat moet terugpakken. Het heeft Alleen maar nut Als het effect buiten heeft Wat je doet? Ze kunnen heel mooi plan of een idee hebben, maar Als je het buiten niet uitvoert of niet doen, dan heeft het geen zin.

IK: Als het geen haalbaarheid heeft?

RWS 1: Daarom hadden we ook haalbaarheid, impact en economisch perspectief. Want er moest impact hebben, Maar het moet wel economisch perspectief hebben. Je moet eraan kunnen verdienen.

IK: Zijn er nog veranderingen benodigd binnen de markt?

RWS 1: Beetje eerlijker zijn In de zin van wat je wel en niet kunt. Waar ik wel chagrijnig van word is. Dat je dan 10 jaar geleden zegt Van ja, We gaan naar de geïntegreerde contracten toe, dan kunnen risico's dragen en We kunnen zelf al ontwerpen. En Als we zelf kunnen ontwerpen, dan kunnen we beter bouwen. Ja en dan nu zeggen ja. RWS duwt grotere risico's In de markt, dan kan dat maar zeggen. En weet je dus. Ook Erop kunnen vertrouwen. Dus niet te opportunistisch zijn, Redelijkheid met elkaar zeggen wat je wel en niet kan. Roepen dat je een bouwteam wil en dan snap ik en dat er dan heel veel marge in zit, dat snap ik ook wel, tafel van belangen beter begrijpen en dan zou je zeggen van nou, dan kom je dus eerder bij die portfolio's uit. Want Wij hebben een vervangings- en renovatie opgave, waarin heel veel werk gedaan moet worden. Dus Laten we dat dan doen? Hoe help ik dan de aan de opdrachtgever om dat beheersbaar uit te voeren?

IK: Ligt de regie bij de opdrachtnemer of de opdrachtgever?

RWS 1: De regie ligt meer opdrachtgever. Maar de verantwoordelijkheid om niet opportunistisch te zijn ligt Natuurlijk bij het bedrijfsleven zelf

IK: Hoe wordt er vanuit de klant gekeken naar het ontwerpen/toepassen van gebruikte onderdelen?

RWS 1: Vinden we het spannend, Maar we gaan het wel doen.

IK: Hoe kan er In de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?

RWS 1: Gewoon voorschrijven materialen toekennen. Dat voorschrijven. De gunstige waardering, in MKI en BBKV, dat soort dingen. De annex, vrijgekomen materialen, beter omschrijven. Dus dat de vrijgekomen materialen niet verpulverd worden, Maar dat liggers gedemonteerd worden.

IK: Hoe kan er In de ontwerpfase omgegaan worden met risico's van het gebruik van hergebruikte onderdelen?

RWS 1: Ja, want Waarom heeft dat risico's? De liggers zijn harder en beter. Zijn betere nieuw. Een uitgehard als er al huidige ontwerprichtlijnen voldoen met dwarskrachten, dan voldoen zo goed. Nou ja, dan zijn er nog liggen Zonder dwarskrachten. Nou, die moeten we beproeven. Sommige wapening is erin gekomen als angst wapening. Nou ja, dan is het, dan is het risico op niet beschikbaar zijn van de materialen, Misschien wel de grootste. Volgens mij heeft een ligger die ergens uithaalt zich bewezen. En een nieuwe liggen, niet? Dus voor mij is het ook gewoon even een omdenken.

IK: Hoe zit het met de risico's in het steekproefsgewijs testen van de liggers? Niet alle liggers worden getoetst, dus als het viaduct dan faalt, hoe zit het dan?

RWS 1: Alle liggers die we oogsten die zijn allemaal belast geweest. Ze hebben allemaal 30 of 40 jaar lang in een viaduct gelegen en ze hebben het allemaal 30 of 40 jaar lang gedaan, dus ze zijn 30 of 40 jaar lang beproefd en bewezen. Dus Als ik ze dan toets op scheurvorming en chloride indringing. Dan zijn ze beter. Getoetst dan welke de getest dan, welke nieuwe dan ook. Een nieuwe liggen moet je normaal wachten. Die worden ook steeds proeverijen komt uit de fabriek, laat ze hard worden. 24 dagen later ligt hij in een ligger in een viaduct.

IK: En de effecten van vermoeiing?

RWS 1: Dat is het enige. Alleen wat je wat je weer wint is dat je die ligger geen falende productiefout heeft en een nieuwe liggen kan wel een falende productiefout hebben die je niet weet je wel, dus dan komt dat niet voor of niet veel voor maar. Het idee dat een hergebruikte liggen zoveel slechter is, Daar wil ik wel die discussie voor aangaan. De interieurs verlagen zich een beetje tot vermoeiing. Nou is dat dan? Het laatste is nog wat je dan nog uit je mouw kan schudden. Nou, dan zijn we goed bezig. Hè, dus Laten we dan eerst alle stalen objecten maar zo opruimen Als we het hebben over vermoeiing.

IK: Hoe zijn eigendom en garanties geregeld?

RWS 1: Ja, dat vind ik moeilijk. Daarvoor moet je dus een visie hebben op het nieuwe marktmodel van die liggers. Oogsten aannemers slaan ze op en gaan de aannemers ze dan weer verkopen in het nieuwe contract of Oogsten Aannemers ze, Sla ze op bij RWS en wijzen wij ze als directie leverancier weer aan in een volgend werk, zoals op de A44, dat zijn verschillende marktmodellen. Wie er over gaat, draagt het risico, dus daar hoort ook het garantie model dan bij. Als ze van ons zijn, dan hebben we een leveren. Wij garantie. Als de aannemer ze levert, levert de aannemer garantie. Nou dat garantie leveren, dat moet toch een moet toch kunnen? Je moet ze toch op een gegeven moment kunnen certificeren?

IK: Hoe zit het bij een liggerbank?

RWS 1: Ja wie de eigenaar is, is verantwoordelijk, vind ik. We gaan niet verantwoordelijkheid en eigenaarschap dat allemaal een beetje moeilijk. Ik moet even nadenken over auto's. Of de ligger is van ons gaat door de garage. Een aannemer doet er wat aan die keurt hem geven ter stickertje en ik neem de liggen weer mee. Of de aannemer is dé leasemaatschappij van ligger of de verkoper van liggers en die doet zelf wat aan die liggers en die slaat die liggers op en die levert ze weer de volgende keer als die besteld. Ik denk dat we In de toekomst moeten naar een dat de markt organiseert. Maar dat we eerst iets moment moeten hebben dat wij als RWS daar risico dragen.

Want Je kunt van de marktpartijen niet verwachten dat ze een goedkope verzekeringsmaatschappij zijn. Het is wel onze ambitie.

Einde overige vragen

Einde interview

9.6.9 Antea 2

Interview – Antea 2 – 19-4-2024

Start interview

Persoonlijke/bedrijfsvragen

IK: Oké, wat is uw functie binnen het bedrijf?

ANTEA 2: Ja, ik ben adviesgroep manager van de adviesgroep kunstwerken. Dat betekent dat ik eindverantwoordelijk ben voor alles wat wij doen op het gebied van droge en natte kunstwerken en dan vooral ontwerp van vervanging, renovaties, dat soort zaken. Daarnaast heb ik ook de rol als projectmanager voor een aantal nou noem het wat bijzondere projecten, waaronder de SBIR. Dus daar was ik vanuit Antea de eindverantwoordelijke.

IK: Stond u dan nog boven uw andere betrokken collega?

ANTANTEA 2A 2: Ja.

IK: Had u al enige kennis/ervaring met circulariteit/hergebruik?

ANTEA 2: Nou niet ervaring. Ik zag wel, nou noem het wat meer marktsignalen dat circulariteit een steeds belangrijker thema begint te worden. Nou, dat was voor ons ook wel de reden om te aan deze SBIR mee te doen en in te schrijven, omdat we wel zien dat dit gewoon echt een van de belangrijke thema's de komende jaren is.

IK: Binnen welke fase bent u zelf betrokken geraakt bij het project?

ANTEA 2: Helemaal in het begin. Ja al bij het nou noem het vormen van de combinatie heb ik het eerste gesprek gevoerd.

IK: Hoe is de combinatie zo gevormd/ontstaan?

ANTEA 2: De betrokken persoon vanuit Nebest kwam met het idee. Die heeft met iemand van GBN gesproken, die kennen elkaar, die relatie uit het verleden. En toen heeft de persoon van GBN ook wat met een bekende binnen Strukton gesproken. Die persoon van Strukton en ik gaan ook al jaren terug, wij doen ook best veel samen, dus toen kwam die persoon van Strukton bij mij uit van: hé, we hebben dan ook wel een constructief bureau nodig. Is dat interessant om daar eens van gedachten over te wisselen? Nou, dus, dat waren de eerste contacten, daar hebben we wat gesprekken over gevoerd en hebben we uiteindelijk besloten om hier samen voor te gaan.

Einde persoonlijke/bedrijfsvragen

Start algemene vragen

IK: Kunt u iets vertellen over uw positie en verantwoordelijkheden binnen het consortium?

ANTEA 2: Ja in de beginfase was Nebest meer in de lead. Heb ik bij ons intern verzorgd dat de juiste mensen aangehaakt zijn. Die wat meer naar voren geschoven. Nebest in de lead en eigenlijk vanaf de tweede fase, toen we naar de haalbaarheidsfase gingen, toen werden wij als Antea group verantwoordelijk. Toen was ik uiteindelijk ook gewoon eindverantwoordelijk/contract verantwoordelijk voor de SBIR, dus ook de projectmanager aan de kant van RWS daar een aantal keer over gesproken en uiteindelijk ook gewoon richting de combinatie daar eindverantwoordelijk in.

IK: Wat was het doel van Antea voor het project?

ANTEA 2: Ja, helemaal in het begin ook best een beetje zoeken van nou ja circulariteit dat neemt toe. Het wordt een belangrijk thema. Dat wij er in onze ontwerpen rekening mee moeten gaan houden. Nou, dat wisten we wel een beetje. Maar wat dat exact betekende? We wisten we niet, dus nou ja, wij wilden eigenlijk gewoon daar meer gegevens en data over. Wat betekent dit nou uiteindelijk voor ons? Dus het was eigenlijk nog heel verkennend in het begin.

IK: Waren daar ook bepaalde doelstellingen aan verbonden?

ANTEA 2: Nee, Dat is het wel. Het was echt nog wel verkennend in het begin van nou ja, wat eruit gaat komen, gaan we wel zien, Maar het is wel belangrijk om mee te gaan.

IK: Waren de doelstelling meetbaar?

ANTEA 2: Nee, dat geloof ik niet.

IK: Is er tot op heden aan deze doelstellingen voldaan?

ANTEA 2: Nou, laat ik zo zeggen, kijk, We hebben volgens mij echt heel veel kennis opgedaan in het proces. We weten nou echt wel wat rekenen met circulaire onderdelen of met bestaande onderdelen betekent. Wat het anders maakt dan reguliere ontwerpen. Nou ja, die ervaringen hebben we ook inmiddels wel door kunnen vertalen in een ander project, voor het brug Weesp. We zijn ook aan het kijken voor een brug die gaat helaas niet circulair uitgevoerd worden, maar daar hebben we wel haalbaarheidsstudie naar gedaan voor een brug in Leeuwarden. Dus je merkt dat nou ja, de kennis die We hebben opgedaan, ja, daar hebben we echt wel wat aan en daar heb ik echt gewoon toegevoegde waarde voor onze organisatie dus. Ja, wat dat betreft, Wij zijn wel blij met die inzichten en uitkomsten.

Einde algemene vragen

Start onderzoek gerichte vragen

IK: Zou je project circulaire viaducten als succesvol omschrijven?

ANTEA 2: Ja, Ik denk zeker ook om het heeft al een spin-off gekregen. Ik weet niet of je dat meegekregen hebt in de A 9 waar we liggend aan het oogsten zijn. Die straks op de werf komen in IJmuiden. Nou ja, ook dat soort dingen. Dat soort spin-off betekent wel, Dat is wel de aftrap van een nou ja, van een transitie geweest, zeg Maar het is wel daar. De initiator geweest om dit soort dingen te doen en dat vind ik het succes. Er zit wel een klein bijsmaakje aan. Nou, Het is nog steeds niet

gelukt om het project circulair viaduct A76 om daar de handtekening te krijgen voor de volgende fase en dat? Nou ja, dat moet wel gebeuren, vind ik eigenlijk om het echte succes te noemen. Maar nou het feit dat we echt de start zijn van zo'n circulaire transitie. Ja, dat vind ik wel een mooi succes. Dus wat mij betreft is het succes.

IK: Wie bepaalt uiteindelijk het succes?

ANTEA 2: Goeie vraag. Nou ja, kijk, Ik denk deels bepaalt elke organisatie voor zich, denk ik het succes hè? Maar uiteindelijk is het Natuurlijk wel gewoon de klant en de bredere markt die het succes bepaalt, hè? Als RWS /het niet verder komt en het houdt op, dan is het uiteindelijk geen succes en dan zal RWS ook vooral zeggen dat geen succes is. En dan denk ik nog steeds dat wij best vinden dat we hier veel in geleerd hebben, dat we een mooie nou het eerste stapje hebben genomen. Ja, dan vind ik het nog steeds een succes. Nou, Ik denk dat Iedereen ook een beetje voor zich moet bepalen of dit een succes vindt.

IK: Dus het hangt er eigenlijk een beetje vanaf welke petje op zet.

ANTEA 2: Ja.

IK: Als het circulaire kunstwerk gerealiseerd wordt, maar er wordt vervolgens geen opschaling gemaakt. Is het dan nog steeds een succes?

ANTEA 2: Nou laat ik het zo, dan hangt er wel vanaf wat de reden is dat er geen opschaling gemaakt wordt. Als de reden is dat er technisch gezien moeilijk is of dat er te weinig aanbod is, want dat vind ik nog wel een zorg, is er straks voldoende aanbod van materialen. Dan denk ik van ja dan dat kan. Als de reden is van nou, het kost allemaal nog net wat meer. We hebben het er niet voor over. We gaan het niet doen. Nou dan vind ik het geen succes meer, dan zou ik het echt heel zonde vinden. En dan heb ik het eigenlijk meer over is de transitie is succes? Dan is het project een succes.

IK: Die twee zijn verbonden met elkaar?

ANTEA 2: Ja, dat vind ik wel. Project is de eerste aanzet voor de transitie. Transitie is groter en breder.

IK: Is het duidelijk welke stakeholders er zijn?

ANTEA 2: Als je bij de SBIR kijkt. Dat heeft zich ook gaandeweg wel wat ontwikkeld, hè? We zijn ooit begonnen met een haalbaarheidsstudie voor nou ja, eigenlijk gewoon een blanco scratch kunstwerk. En dat heeft zich op een gegeven moment wat vertaalt naar een kunstwerk in de A76, waarmee je ook weer andere stakeholders krijgt, dus binnen een project ontwikkeld de stakeholders zich zeg maar. En sterker nog, ervan uitgaande dat het project echt vlot getrokken gaat worden, zul je ook in dat project nog weer zien dat er weer nieuwe stakeholders bijkomen dat er andere stakeholders zijn. Dus nou dat ontwikkelt zich. Als ik kijk voor een hele transitie en dan niet Alleen. Kijk naar RWS. Merk ik best dat stakeholders, Het is eigenlijk wel een hele brede groep Dat is ook wel een risico. Als wij nou een aantal projecten kijken, project wat ik net in Leeuwarden noem gaat om een beweegbare brug waar we het vol wilden hergebruiken. En uiteindelijk heeft de beheerder daar, die accepteert het niet. Die wil gewoon een nieuw kunstwerk. Technisch is het mogelijk. Maar in dit geval beheerder/stakeholder daar intern, die wil het gewoon niet. Dus beheer is een stakeholder, maar Als ik kijk in Amsterdam voor de brug Weesp. We zijn klaar met DO. We zijn bezig met UO. Vergunningsprocedure loopt voor het DO en uiteindelijk steekt Welstand er waarschijnlijk een stokje voor, omdat de brug zoals we die kunnen bouwen met de liggers, niet past In de omgeving, vinden zij. Ja dan is Welstand en dat wisten we dat welstand een stakeholder was, was ook een stakeholder

die bij Amsterdam belegd was. Dan is het dus uiteindelijk Welstand hier die dit tegenhoudt. Dus de stakeholders voor de hele transitie zijn best breed.

IK: Wie is welstand?

ANTEA 2: In de gemeente Amsterdam hebben ze een welstandscommissie die bepaald hoe een brug eruit komt te zien. Ja en in dit geval, nou ja, Het is gebied in Weesp en zij zeggen ja, Het is een historisch gebied. Blablabla. Wij willen hier een ander type brug.

IK: Ja daar is wat van te vinden.

ANTEA 2: Nou, dat vind ik ook. Klopt.

IK: Hoe is het proces tot op heden verlopen? En dan met name zijn er leer/knelpunten die werden ondervonden in het samenwerkingsproces?

ANTEA 2: Zeker Als je ook Alleen al kijkt naar onze eigen combinatie. Hebben we best wel wat knelpunten/hobbeltjes gehad die We hebben moeten nemen. Zelfs Ik ben wel een keer met Wouter wezen eten om enigszins Een goede relatie met hem op te bouwen. We hebben best vaak gezeur gehad in dit traject. En, dat heeft ook gewoon met belangen te maken. Kijk, op gegeven moment was ik verantwoordelijk voor de pot geld? Ja en daarmee ook van ja, wat ga je daarvoor doen? En de één vindt dat je heel veel moet testen en de ander vindt juist dat de focus moet liggen op. Nou, Laten we vooral zorgen dat we wat kunnen realiseren en het belang van Nebest is testen, want Dat is ook hun propositie. Onderzoeken doen aan de materialen. Terwijl bij mij veel meer de focus ligt op, hè? We moeten ontwerpen en we moeten zorgen dat we... Nou dat soort belangen bij elkaar brengen. En nou ja, ook gewoon daar goed over communiceren. Daar hebben we in het begin best wel wat gesteggel over gehad. Dus dat zijn hobbels, belangen A en belangen B. Nou ja, zeker in een onderzoeksproject is dat best complex om de belangen daar goed op elkaar af te stemmen.

IK: Had het beter geweest als de belangen van alle partijen vooraf waren vastgesteld/ in kaart gebracht?

ANTEA 2: Ja, Ik denk dat dat zeker beter had gekund. Ja,

IK: Ontbrak dat nu?

ANTEA 2: Uiteindelijk, Als we kijken, We hebben het best aangepakt als een. Nou een beetje een adaptief ontwikkelproces. Maar een beetje kijken waar we heen komen terwijl we nooit echt een duidelijke stip op de Horizon hebben gehad. Nou, intrinsiek Misschien wel. Maar ook van hé. We hebben €1,2 miljoen, Iedereen had altijd wel zo'n beetje de gedachte van nou, Maar dat Dat is een behoorlijke pot geld, daar komen we er wel mee. Maar eigenlijk nooit gezegd, wat gaan we nou echt doen voor die €1,2 miljoen?

IK: Dat geen duidelijke stip aan de horizon was. Kwam dat door het iteratieve proces?

ANTEA 2: Ja.

IK: Heeft de rol van de partij te maken met het belang wat er in het project voorop wordt gesteld, dus onderzoek, ontwerp of realisatie?

ANTEA 2: Zeker. En nou ja ook wel met een bepaalde visie, hè? Ik had een visie en heb nog steeds een visie. Natuurlijk moet je onderzoek doen naar de constructie delen, maar ook niet te veel. Zij wilden wel heel veel onderzoek aan constructie delen doen. Nou dat ja dat inzicht kan verschillen. Nou ja, daar moet je dan over hebben.

IK: Waren er bepaalde drijfveren die het project of het consortium stimuleerde?

ANTEA 2: De belangrijkste stimulans hierin is de intrinsieke drive bij iedereen om hier wat van te maken.

IK: Intrinsieke drive om her te gebruiken of de wil om het tot een succes te leiden?

ANTEA 2: Nee hergebruik. De intrinsieke drive op duurzaamheid en vanuit duurzaamheid naar hergebruik van dit soort spullen.

IK: Beschikt het consortium over alle benodigde expertises en op rollen?

ANTEA 2: Ja dat denk ik wel. Ik denk dat dat ook wel. Nou ja, dat zie je nou ook hè? We hebben het voor elkaar gekregen om liggers te oogsten. In principe ligt er een schetsontwerp wat echt haalbaar is, waarbij we ook RWS wel een beetje nodig hebben gehad. Echte expert van RWS van wat willen we wel? Wat kan wel, wat kan niet. Maar nou die expertise hebben we echt wel in huis ook. Nou ook het oogsten of het bouwen van een kunstwerk, hebben we gewoon in huis. Nou ja, ook daar naartoe komen en uiteindelijk dat hele traject begeleiden hebben we in huis. Dus nee, volgens mij heeft dit consortium echt wel alle vaardigheden, kennis en kunde, die je nodig hebt voor dit soort proposities hebben we gewoon in huis ja.

Einde onderzoek gerichte vragen

Start overige vragen

IK: Wat belemmert er volgens u zoal de verdere implementatie van circulaire innovaties?

ANTEA 2: Je moet uiteindelijk voldoende aanbod gaan creëren en nog een beetje werk aan de rolverdelingen. Wat is nou de rolverdeling van alle partijen binnen zoets als circulair hergebruiken van liggers of andere onderdelen? En die zoektocht dat loopt nog een beetje nou, daar zie je zo een pilot Als de A9 Het oogsten van liggers. Die naar een werf gaan en vanuit daar onder andere A44, maar ook de N201 geloof ik. Nou, iedereen is daar echt nog wel een beetje zoeken in. Wat is nou mijn rol in dit geheel? Dat belemmert. Tot nu toe lijkt het ook nog wel of de business case financieel niet helemaal rond te krijgen is. Nou, dat helpt ook niet mee. We zijn nu afhankelijk van liggers die in een contract zitten wat niet is aanbesteed om te oogsten, maar wat aanbesteed is om te slopen. Maakt het complex. En de club die er echt mee bezig is dus eigenlijk gewoon nog te klein. Je ziet RWS Natuurlijk echt wel dit doen. Je ziet een aantal bureaus dit doen. Maar voor echte opschaling moet de markt uiteindelijk gewoon nog meer en nog groter worden. Zowel aan de kant van meer overheid als meer marktpartijen. Maar ik denk dat belangrijkste belemmering is beschikbaarheid van materialen de prijs, ja, en toch ook gewoon de zoektocht naar rolverdeling, nieuwe propositie, andere samenwerkingen, ja.

IK: Was de business case ook een belemmering binnen het SBIR-project?

ANTEA 2: Beperkt. Kijk In de SBIR hebben we vooropgesteld. We willen impact maken. Ja, en Natuurlijk, geld is wel belangrijk, maar is wel een afgeleide uiteindelijk. Wij hebben liggers uit Amstelveen. Die hebben we naar Almere gebracht. Die hebben we een tijd in Almere gelegen. Veel te lang. Nou, daar blijkt ook uit. Het is heel belangrijk om een goed geschikt terrein te hebben om je liggers te op te slaan, want opslag kost geld. Daar zijn de leerervaringen belangrijker dan de business case rond krijgen. Ook het verplaatsen van liggers naar Zuid-Limburg. Ja, heel eerlijk, Het is Natuurlijk niet ideaal. Het was mooier geweest Als je de liggers, gewoon in Almere of in Amstelveen

had kunnen hergebruiken ergens, want dan heb je veel minder transport dus. Ja maar voor de SBIR hebben we dat niet zo centraal thema neergezet. Het moet een sluitende business case zijn. Nee, We willen impact maken. We willen leerervaring opdoen. Dat is belangrijkste geweest.

IK: Zijn de verplaatsing van de liggers, de steeds veranderende opslaglocatie en het ontbreken van een pilotproject knelpunten?

ANTEA 2: Kijk, We hadden twee dingen. We hadden een SBIR daarin gingen we geen kunstwerk bouwen en daarin hadden we ook geen liggers die we konden oogsten. Dus In de SBIR was echt een onderzoeksproject, dus We hebben moeten zoeken naar een project waar komen liggers vrij. Nou, die zoektocht hadden we op zich Vrij snel rond. D A9 hadden we vrij snel in beeld, daar komen heel veel liggers vrij. Alleen vervolgens loop je er tegenaan dat bij de A9 een contract met een aannemer loopt. DBFM maakt het heel complex, want de aannemer krijgt boetes als die niet op tijd is en nou allemaal dat soort zaken, maar ook gewoon een contract waarin de aannemer blik heeft op slopen in plaats van oogsten. Nou, dat betekent wat aan alle kanten, dus Dat is echt wel een zoektocht geweest. Hebben we best veel gesprekken. We moeten plaatsvinden met die aannemer en met RWS. Plus de zoektocht naar een project waar we juist die liggers kunnen hergebruiken. Nou, dat heeft wel even geduurd, maar op een gegeven moment ook A76 in beeld. Daar hebben we ook Samen met het SBIR-team wel wat gesprekken gevoerd, maar ook daarin, ja, er zit een projectteam met een projectopdracht en een projectopdracht is bouw een kunstwerk voor dit geld. Daar paste dit ook niet helemaal tussen, dus Het is wel allemaal. Nou ja, je weet het overal anders doen dan. Aan de voorkant bedacht in dat soort dingen en dat maakt het wel moeilijk.

IK: Kan het ontbreken van mogelijke pilotprojecten gelinkt worden aan de onzekerheid of de volgende stap gemaakt kon worden?

ANTEA 2: Ja wat je wel zag is dat RWS had 2 grote projecten wel gelabeld vanuit daar kunnen we mogelijk naartoe met circulaire pilots. Dat waren de N33 en de A58 en nou ja, de A58 is inmiddels helemaal van de baan en N33 is flink uitgesteld. Nou dat heeft consequenties en dat geeft onzekerheid. Ja, dat helpt niet mee om dit soort dingen te doen. En wij hebben uiteindelijk, en daar staat ook wel wat frustratie af en toe, echt zelf de zoektocht gedaan naar andere projecten. Nou daar had het SBIR-team van RWS wel nog wat actiever in kunnen staan, vinden wij. Nou.

IK: Zijn er andere kant in de huidige markt ook drijfveren die implementatie van circulaire innovaties stimuleren?

ANTEA 2: Kijk, wat dit echt stimuleert, is het feit dat steeds meer opdrachtgevers dit als EMVI-aspect meenemen en waarde toekennen aan het circulaire hergebruik. Dat helpt wel gewoon stimuleren. Dat is wel de beste stimulans, als opdrachtgevers het waarderen dan wel verplichten gaat de markt ook gewoon vanzelf wel komen. En, gelukkig heb je een aantal koplopers waarbij wij inzitten, maar ook op partijen Als het dura Vermeer die hier echt het verschil en impact willen maken. Ja, die heb je wel nodig. Die koplopers. En uiteindelijk het lef dat RWS heeft om bij A9 gewoon liggers te gaan oogsten, waarvan nog niet bekend is waar ze naartoe gaan. Dat is wel stimulerend.

IK: Zowel het consortium van Dura als dit consortium kan worden gezien als koploper?

ANTEA 2: Ja, consortium CTL en Liggers 2.0 zijn wel echt de koplopers hierin.

IK: Zijn er nog bepaalde veranderingen nodig voor de huidige markt?

ANTEA 2: Ik denk zeker. Dat zit onder andere in. Nou ja, hoe ga je om met contracten richting de markt? Ga je daar liggen hergebruik van liggers in verplichten nou met een altijd een tenzij er

achteraan, hè? Want Je kunt niet altijd circulaire liggers toepassen. Maar ook aan de marktkant is nog wel wat. Nou ja, ook, Wij hebben binnen CTL nog wel de zoektocht van wat is onze propositie worden? Wij ligger leverancier of worden wij dienstverlener om nou ja te oogsten liggers weer klaar te maken, maar worden wij niet de eigenaar van een ligger? Ja dat dat soort dingen. Daar is nog gewoon een zoektocht in en dat dat heeft nog wel veranderingen nodig. En je ziet nu bijvoorbeeld ook het terrein waar nu liggers naar geplaatst worden, in IJmuiden, is een terrein van RWS. Nou, daar zeggen zij ook, worden wij nou degene die inderdaad dat soort terreinen gaat inrichten en zorgen dat dat komt? Of moet de markt dat doen?

IK: Waarbij de markt dan fungeert als tussenpartij voor het beheer/opslaan van liggers?

ANTEA 2: Nou, dat kan of het kan GBN zijn ergens nog een terrein heeft en zegt Van nou, ik word én dienstverlener, maar ik ook de terreinen doen, of misschien word ik wel echt ligger leverancier. Nou, je ziet In de andere combinatie, daar zit Haitsma bij in en die heeft de leverancier van nieuwe betonnen liggers. Nou ook, die zullen zich wel aan het beraden zijn wat hun positie is in de circulaire liggers. Dit moeten allemaal echt nog wel ergens een keer op zijn plek gaan terecht komen en wat er vooral nodig is, is volume. We moeten met alle volume gaan creëren.

IK: Wie moet er bij elke verandering de regie in handen nemen?

ANTEA 2: Ik denk dat je nu ziet dat het een samenwerking van de koplopers en RWS is. Volgens mij moeten we dat ook echt samendoen. En op een gegeven moment moet RWS de regie overnemen. Want RWS als overheid is ook gewoon degene die de regie heeft over Nou ja, dit soort opgaves. Dus Ik denk nu vooral Samen vormgeven, maar RWS is daar uiteindelijk wel ja. Ik denk de belangrijkste regisseur of de overheid eigenlijk. Het is breder dan RWS, maar die zie je wel altijd daarin vooroplopen.

IK: Heb je een overheid nodig om volume te creëren?

ANTEA 2: Ja, Ik denk dat je de overheid nodig hebt wat zij moeten, a) zij hebben straks de kunstwerken waar liggers uitkomen en daar moeten ze in verplichten dat die geoogst wordt. Zij hebben een nieuwe kunstwerken te bouwen. Ja, daar moet je eigenlijk in verplicht worden dat die hergebruikte liggers daarin gebruikt worden. Nou, dat kan Alleen de overheid. Dat kunnen wij niet.

IK: Hoe zijn eigendommen en garanties geregeld?

ANTEA 2: Ja, Dat is wel een goede vraag. Dat is eigenlijk ook nog niet helemaal duidelijk. Ook hierover zijn we wel over in gesprek met RWS. Hoe zou je dat nou moeten doen? Wij zijn voorlopig van mening. Wij zijn dienstverlener en als dienstverlener gaan wij geen garanties geven op liggers die wij bij RWS daar uit een kunstwerk halen en bij RWS dan weer toepassen in een kunstwerk. Nou, dan vinden wij het heel logisch dat RWS daar zelf de garanties levert of de garantie is eigenlijk.

IK: Hoe kan er In de gunningsfase een positieve waardering gegeven worden aan hergebruikte onderdelen?

ANTEA 2: Nou, er zit sowieso altijd al iets in van MKI, vaak hè in gunning van opdrachten. MKI helpt hierbij want hier kun je, Als je circulair rekent, wat winnen. De vraag is nu of MKI genoeg gewaardeerd wordt? Maar ik vind het wel een goede methode om dit toe te passen. En anderzijds denk ik ook dat er een regeltje verplicht in hergebruik tenzij, hier wel in gaat helpen.

IK: Wat bedoelt u met dat of MKI wel genoeg gewaardeerd wordt?

ANTEA 2: Ja, het echte verschil zeg maar in waarde van MKI is nog eigenlijk te klein om het verschil ten opzichte van waarde in €'s, wat je meer gaat betalen met circulaire liggers, om dat gat te dichten.

IK: Indirect is de prijs/economisch aspect nog steeds van belang?

ANTEA 2: Ja.

IK: Hoe kan er in de ontwerpfase omgegaan worden met de risico's van het gebruik van hergebruikte onderdelen?

ANTEA 2: Kijk uiteindelijk wat je wil, je wil goed weten waar je mee rekent. Dus Je moet weten hoe zitten deze liggers in elkaar, wat is de conditie. Dus een stukje onderzoek zou je zeker moeten doen, maar je hebt ook wel goede archiefgegevens nodig van waar rekening mee waar rekening ik aan. Datzelfde basis, zoals wij niet weten wat de toestand is of waar we aan rekenen, of hoe een ligger is opgebouwd? Dan is het gewoon heel moeilijk rekenen

IK: Hoe kan dit het beste worden opgenomen in het project?

ANTEA 2: Kijk waar we nou vaak mee beginnen, is archief. Wat zit er in het archief? Wat kunnen we eruit halen? Hebben we daarmee voldoende informatie? Mooi, Dat is het meest prettige. Hebben we te weinig informatie. Ja, daar moet je kijken. Kunnen we daar onderzoek naar doen? En dat bij voorkeur niet destructief, maar in het slechtste geval kun je ook zeggen van, nou, We gaan er liggers wel oogsten, Maar we gaan er één testen, kijken wat erin zit. Wat is de voorspanning die erin zit? Nou ja, dan kun je nu dus destructief onderzoek aan doen. Ben je wel één ligger kwijt. Maar goed, Dat is op zich prima Als je de rest wel kunt hergebruiken. Dus op die manier kun je wel zekerheid gaan creëren waarmee je aan het rekenen bent.

IK: De risico's zijn voornamelijk dan de onwetendheid van de ligger specificaties?

ANTEA 2: Ja feitelijk, Als je het ontwerp bekijkt dan zijn dat wel de dingen waar het risico aan zit.

Einde overige vragen

Afsluitend gesprek

9.7 Appendix G: Coding list interviews

9.8 Appendix H: Transcripts client interviews

9.8.1 RWS 2

Expertinterview RWS 2 – 14-06-2024

Start interview

Introductie geïnterviewde

RWS 2: Ik werk binnen RWS als programma manager Duurzame Infrastructuur bij Grote Projecten en Onderhoud (GPO). Dat doe ik nu zo'n vier jaar en daarvoor werkte ik ook al aan duurzaamheid binnen Waterverkeer en Leefomgeving. Daar was ik programma manager circulaire economie. Uit die hoedanigheid ben ik betrokken geraakt bij SBIR Circulaire Viaducten, de ontwikkeling van het circulaire viaduct en de open leeromgeving.

Ik: Kunt u iets meer vertellen over uw verantwoordelijkheden van uw functies?

RWS 2: In deze functie ben ik eindverantwoordelijk voor het programma die duurzame infrastructuur moet opleveren. Dat gaat over het ontwikkelen van routekaarten richting 2030 in welke tussen stappen die ambities gaan bereiken. Het gaat om samenwerking met partijen in de sector, ontwikkelen van innovaties en maatregelen, verankeren van maatregelen in de organisatie op zo'n manier dat ze standaard kunnen worden toegepast, de advisering aan onze projecten in de organisatie, de financiële verantwoording van het programma en de capaciteitsinzet. Bij circulaire viaducten was ik de opdrachtgever voor de innovatieve uitvraag en de open leeromgeving en was ik verantwoordelijk voor de budgetten daarbinnen.

Ik: Vanuit de resultaten zijn er verschillende antwoorden gegeven over de budgetten die zijn toegekend vanuit RWS en bij welke fase ze horen. Naar mijn veronderstelling is het €90.000 voor het haalbaarheidsonderzoek en €1,5 miljoen voor het maken van een prototype, klopt dit?

RWS 2: Ja. Het bedrag voor de prototypes is in de loop van tijd nog wel hoger geworden door onder andere indexatie. Dat is alleen de innovatieve uitvraag, de SBIR geweest. Het circulaire viaduct dat in Kampen is gebouwd is een andere 1-op-1 aanbesteding.

Ik: Vanuit de literatuur zijn er verscheidene drijfveren naar voren gekomen die zowel de ontwikkeling als implementatie van circulaire innovaties stimuleren. Vanuit de interviews daarentegen zijn er twee expliciete drijfveren naar voren gekomen en dit zijn eigenlijk voornamelijk het stukje financiële middelen en de intrinsieke drive. Zijn er naast financiële middelen, een intrinsieke drive en steun van het bedrijf nog andere aspecten nodig om circulaire innovaties te stimuleren?

RWS 2: En dan innovaties stimuleren bij bedrijven en marktpartijen?

Ik: Intrinsieke drive vanuit de bedrijven, in het geval van circulaire viaducten was dat dan CCTL en de betrokken mensen. De financiële middelen zijn dan de budgetten die RWS beschikbaar maakte. Oftewel, wij geven jullie geld en jullie geven ons een haalbaarheidsstudie, en uiteindelijk een prototype in de vorm van een circulair viaduct.

RWS 2: Wat er ook nog wel nodig is dat bedrijven ook zelf echt ambities of doelstellingen hebben op het gebied van duurzaamheid. Dat hadden ze volgens mij ook allemaal. Anders doe je hier niet aan mee. Dat is volgens mij ook wel een voorwaarde. En wat ook wel een voorwaarde is dat er al kennis en innovaties zijn binnen bedrijven waardoor er voldoende inhoudelijke voeding en bodem is om überhaupt zo'n voorstel te schrijven.

Ik: Dus eigenlijk voor kennis?

RWS 2: Ja, je moet wel al kennis in huis hebben anders kan je zo'n voorstel niet schrijven. Dus je zag ook dat de voorstellen die wij kregen, daar zaten/waren al dingen die al speelde of waar al op werd geïnnoveerd of waar al op werd gewerkt in die organisaties. Die organisaties begonnen niet op nul. Dat is denk wel een basis, dat je ook wel zelf als bedrijf, al die kennis moet hebben en al innovatieprocessen of -tak moet hebben en dat je zelf ambities of doelstellingen moet hebben, want alleen met de intrinsieke motivatie van je eigen bedrijf en medewerkers kom je er niet.

Ik: Intrinsieke drive was ook mede gericht op het feit dat er in eerste instantie vijf mensen betrokken waren, van elk bedrijf één, en die waren elk gemotiveerd om er iets moois van te maken, maar uiteindelijk zag je dat bedrijven erachter nog niet helemaal de belangrijkheid van wat er nu aan het gebeuren was dat ze dat in de gaten hadden. Je had de mensen die toegewijd waren, maar nog niet het bedrijf. En de belangen kwam sterk naar voren, maar dat dat nog niet altijd een gezamenlijk doel was. Er was wel een doel, maar daarnaast speelden er eigenlijk ook nog een heleboel andere dingen.

Vanuit de barrières zijn er eigenlijk voornamelijk het stukje opslagterrein waar je de liggers of überhaupt herbruikbare onderdelen opslaat. De onzekerheid die heerst rondom materiaalspecificaties en hoe je daar een garantie aan verbindt. En de huidige wet- en regelgeving. Zijn er naast die drie aspecten nog andere aspecten die circulaire innovatie belemmeren?

Dus je hebt barrières in regelgeving, opslaan van de liggers en de onzekerheid van als je ze eruit oogst dat je eigenlijk niet zo heel goed weet wat er nu precies in zit en hoe je daar straks garantie op gaat geven om ze uiteindelijk weer opnieuw te kunnen toepassen.

RWS 2: Wat er denk ik ook nog speelt is de onzekerheid over de afzetmarkt. Voor deze innovatie specifiek niet, maar wel in de opschaling ervan. Ja je kan er wel heel veel als partij/bedrijf/consortium van gaan oogsten, maar je wil dan eigenlijk ook wat meer zekerheid hebben of opdrachtgevers er wel om gaan vragen. Dus zijn vraag en aanbod in balans? Wordt het voldoende uitgevraagd en wordt het voldoende beloond? En op welke termijn gebeurt dat dan?

Ik: De antwoorden hoeven niet gerelateerd te zijn aan het project circulaire viaducten, want de insteek van de expertinterviews is meer gefocust op het grotere geheel. Ik heb een casestudie uitgevoerd voor project circulaire viaducten en via deze interviews tracht ik te achterhalen of de bevindingen vanuit de interviews van de casestudie ook kunnen worden gebruikt voor circulaire innovaties in het algemeen in de infrastructuur sector.

RWS 2: Dan is wat ik net zei een hele belangrijke en die zie je overal terug. Dus dat is een hele grote belemmering dat er onvoldoende als men met de innovatie bezig is en ook zeg maar wat meer richting opschaling gaat, dus investeringen plegen om het breder toe te passen dat dan vaak de vraag komt van gaan de opdrachtgevers dit wel voldoende vragen hè. Hergebruikte liggers bijvoorbeeld, maar kan ook duurzamer asfalt of wat dan ook. En wordt dat dan ook dusdanig beloond dat je daarmee je investeringen terug kan verdienen. Dat is echt één belemmering die overal terugkomen, dus dat is een hele belangrijke. Ik denk ook een stukje planning of uitvoeringstijd. Dus in hoeverre wordt er voldoende ruimte gegeven in projecten om daadwerkelijk

ook innovatief te werken of met oplossingen, want die vragen soms wat meer tijd. Of andere uitvoeringsmethode. Vanuit ons als opdrachtgever wordt dat altijd best strak gezegd, je krijgt maar deze weekenden om werk te doen of binnen deze krappe tijd moet het project afgerond zijn.

Ik: Wordt dat al toegepast in de uitvragen van RWS? Dus als je hergebruikte onderdelen wilt toepassen dat je dat dan eerst moet oogsten en daarvoor krijg je specifiek deze weekenden omdat te doen, maar je krijgt uiteindelijk wel de mogelijkheid om onderdelen her te gebruiken.

RWS 2: Nee, ik had het nu meer over belemmeringen. Het is niet zo zeer dat het nu al gebeurt, maar meer dat dit belemmeringen zijn. Want je krijgt niet bepaalde tijd om dingen te oogsten, maar je zult dat binnen het project moeten doen hè. Dus je hebt bijvoorbeeld de A9. Daar zijn ook afspraken gemaakt voor wanneer de A9 dicht is, zodat je die viaducten kunt slopen en nieuw kunt bouwen. Nu moet je in plaats van slopen gaan oogsten en ja dat kost soms meer tijd. Die afsluiting is die afsluiting en die kan niet opeens verruimd worden, dus als wij bijvoorbeeld zeggen van je mag het weekend van 14-16 juni mag je werken, dan mag je iet opeens tot en met maandag, want maandag om 9 of 6 uur moet die weg gewoon weer open zijn. En als je al je werkzaamheden zo hebt gepland dat het net past, dan lukt dat niet. In de opschaling van innovaties hè, als we straks zeggen hergebruikte liggers kunnen we meer gaan toepassen, dan zal dit een belemmering zijn om het zo maar breed overal toe te passen, want je zit nog steeds met de uitvoeringstijd.

Ik: Vanuit dat perspectief heb ik ook een vraag opgesteld. Is de opdrachtgever bereid meer te betalen en wat meer ruimte in de planning te bieden om een transitie richting een gesloten materiaal cyclus te bewerkstelligen?

RWS 2: Ja. Die eerste vraag, ja, daar belonen we nu ook al voor en daar trekken we ook al extra budget voor uit, dus als het goed is ervaren partijen dat nu ook al zo. We besteden aan met MKI, maar we vergoeden soms ook meer kosten. Er zijn ook subsidieregelingen, dus daarin zijn we zeker bereid om te betalen. Die tweede, de planning, dat is wat ingewikkelder want daar spelen meer belangen dan alleen maar duurzaamheid. En vaak wordt ook gezegd ja, de CO2 die het omrijden van auto's en vrachtverkeer veroorzaakt ten opzichte van wat het oplevert, zeg maar, om dingen her te gebruiken, ja dat staat dan al snel niet meer in verhouding tot elkaar. Daarin moeten we wel zeker meer ruimte gaan geven in die planning maar dat ja, daar moeten we nog de goede afweging in maken, hoeveel extra ruimte dan, en is het ook zo dat we vanuit andere redenen de uitvoeringstijd al wat langer moeten maken en kunnen we dan ook meteen dit aspect daarin meenemen.

Ik: In hoeverre is de afweging van de impact van hergebruik ten opzichte van het omrijden van de auto's al niet voordelig in het voordeel van de impact van hergebruikt materiaal?

RWS 2: Nou, niet altijd maar op die manier kijken we daar nu niet altijd naar, dus dat soort sommetjes worden soms wel eens gemaakt, maar dat zijn niet dat we die sommetjes echt eisen om de afweging te maken, want je kunt CO2 en circulariteit ook niet op die manier met elkaar altijd vergelijken, hè. Dus grondstoffen, schaarste of uitputting, beschermen van het milieu is niet alleen maar CO2. Dus daarom maken we niet, zeggen we niet expliciet, we rekenen dat altijd uit en als het nadelig uitvalt voor de CO2 van het omrijden dan doen we het niet. Zo kijken we er niet naar. Maar je merkt wel dat als iets dusdanig veel extra uitvoeringstijd vraagt alleen maar om het her te gebruiken en niet om andere redenen dat het werk langer duurt, dan komen dat soort argumenten natuurlijk wel meer naar boven. En die zullen dan ook wat zwaarder gaan wegen.

Ik: Is MKI de juiste methode om circulariteit eigenlijk te testen?

RWS 2: Nou, MKI is nu is niet zaligmakend voor circulariteit. Het neemt niet alles mee. Tegelijkertijd is het wel nu het beste wat we hebben. Er zijn ook andere indicatoren, MCI en nog een hoop andere indicatoren om circulariteit te meten en te belonen, alleen wat daar ontbreekt is vaak dat je de data niet hebt. Dus de referenties niet of de informatie niet hebt en dan kan je wel zo'n indicator opnemen maar dan kan je er eigenlijk niet mee sturen of dan weet je niet wat het betekent als erop wordt aangeboden. Dus daarom gebruiken we nu nog wel vaak MKI. En zijn we de MKI natuurlijk ook aan het verbeteren. Maar daarnaast willen we ook met andere dingen sturen. Dus MKI is meer een middel om te belonen op duurzaamheid. Wat we ook steeds meer doen is dat we eisen stellen. Dus je zou bijvoorbeeld ook kunnen zeggen dat we een demontage-eis gaan stellen, nette demontage. Dus dat we zeggen dat alle onderdelen netjes gedemonteerd moeten worden en niet gesloopt. Dat is ook een vorm van stimuleren of vragen, maar dat niet via de MKI.

Ik: Wordt zo'n demonterings-eis dan in het plan van eisen gevoegd van de uitvraag?

RWS 2: Ja, demontage-eis. Ja, en zo kan je nog meer eisen stellen. Je kan ook zeggen van nou vervallen alle vrijkomende materialen aan de aannemer. Dat is nu een standaard contractbepaling. Ja, misschien willen we dat in de toekomst wel anders doen. Of gaan we eisen stellen aan wat er dan met de materialen moet gebeuren, of dat soort type dingen. Uhm Ja, en voor sommige circulaire oplossingen werkt de MKI al best wel goed. Voor anderen niet zo. Je kijkt bijvoorbeeld bij asfalt, dan zie je dat het stimuleren van duurzaam asfalt met MKI voornamelijk eh dat we daar voornamelijk zien dat daar heel veel meer hergebruik percentages omhooggaan. Dus voor circulariteit in asfalt is het goed. Maar niet voor alles. Nee, zeker niet.

Ik: Welke aspecten zijn er dan juist die nog niet goed werken?

RWS 2: Uhm Nou, ik denk uhm het hergebruik van onderdelen dat is denk ik wat lastiger. En ja, dat kan je wel stimuleren met MKI, maar de vraag is of dat in de MKI echt voldoende positief beoordeeld wordt of gewicht heeft zeg maar. En vaak uhm moeten er ook nog andere randwaarden op orde zijn. Dus er moeten al liggers beschikbaar zijn of onderdelen. Er moet een opslaglocatie zijn. Er moet meer ruimte zijn in de planning. Dus die MKI, die stimuleert natuurlijk wel wat, maar als je dan niet die andere randwaarden op orde maakt in zo'n uitvraag of zo'n contract, dan werkt het alsnog niet.

Ik: Wat bedoel je met het ontbreken van de data? Is dat gericht op de onzekerheid rondom de specificatie van de liggers of van het materiaal wat je gaat hergebruiken?

RWS 2: Uhm nou, nog wel breder dan dat. Het gaat daar in een brede zin om van wat is nou eigenlijk de staat van een object of infrastructuur? Wat is nou de daadwerkelijke restlevensduur, zeg maar? Dat weten we vaak al niet goed. Hoe is het gebouwd? Welk onderhoud is er in de tijd gepleegd? Dus wat tref je dan eigenlijk aan in het werk? Van welke kwaliteit is dat? Wat zit er dan in? Uhm de data over waar je het dan weer toegepast krijgt, de materialen die vrijkomt. Dus de matching van vraag en aanbod. Ja, al dat soort type vragen.

Ik: Eigenlijk is een groot deel een soort loop waarbij je elke keer op dezelfde aspecten terugkomt. Wie moet uiteindelijk de rol van het opslaan van gebruikte onderdelen op zich nemen? Is dat dan de opdrachtgever of de markt?

RWS 2: Uhm daar zijn we nog niet uit. Dat verschilt echt per object of per materiaalstroom. We zien dat voor de materiaalstromen op zichzelf, dus asfalt, beton, grond, dat soort dingen, dat wordt dan natuurlijk al door de markt helemaal goed geregeld. Of goed geregeld, geregeld. Ik zie niet dat wij opeens dat allemaal zelf gaan doen. Dat zou ook niet zo zinvol zijn. Voor geleiderail zie je dat dat ook door de marktpartijen zelf wordt gedaan. Uhm, maar voor liggers slaan wij nu zelf ook wel liggers op.

Voor grote stalen bruggen zijn we ook aan het kijken of we die zelf op moeten slaan. Uhm maar het zou ook kunnen zijn dat we op termijn zeggen van nou dat is iets wat ook de bedrijven zelf kunnen gaan organiseren. Dus voor de wat grotere objecten en onderdelen, daar zie je wel dat we daar nu zelf meer naar kijken. Uhm in het verleden sloegen we ook wel veel reserveonderdelen van installaties op. Dus van sluiscomplexen of beweegbare bruggen, verschillende kleinere onderdelen, zodat we nog wat reserve hadden. Dat doen we nu niet meer. Nou misschien moeten we dat ook wel weer gaan doen. Dat soort vragen zijn we nog niet helemaal uit.

Ik: Hoe wordt er gekeken naar: stel een partij haalt het uit de brug, slaat het dan bijvoorbeeld op, of op zijn eigen terrein of op het stukje Rijkswaterstaat. En als het dan vervolgens weer opnieuw wordt gebruikt in een ander project wie is dan uiteindelijk de eigenaar van die ligger en wie geeft uiteindelijk de bepaalde garantie op?

RWS 2: Uhm ja, dat zou ik nu zo niet kunnen beantwoorden. Mijn collega's misschien wel maar ik denk dat wij daar niet de eigenaar van zijn, maar dat verschilt een beetje volgens mij nu daar zijn we nog verschillende scenario's in aan het ontdekken. Dus dat weten we nog niet. Oké.

Ik: Mijn laatste vraag is wat meer gericht op de verschillende soorten samenwerkingsverbanden tussen bijvoorbeeld Rijkswaterstaat als opdrachtgever met de rest van de markt. Geeft de opdrachtgever meer een voorkeur aan een projectteam, consortium of aan een keten?

RWS 2: In het ontwikkelen van circulaire innovaties of we dan voorkeur geven aan een projectteam, een consortium of een keten?

Ik: Ja, ook mede. Zowel in de ontwikkeling als in de uitvoering. Dat als er straks circulair gebouwd zou worden, is dat dan een keten die er in verschillende projecten elke keer bijkomt van wij weten dat jullie deze mate van werk aanleveren, of dat jullie capabel genoeg zijn om het met elkaar te doen in de vorm van een keten dus dat er verschillende expertises in zitten of juist in een projectteam dat nou ja ja, of in een consortium zeg maar hoe wordt.

RWS 2: Ja, daar hebben we nu denk ik nog niet een hele sterke voorkeur voor uitgesproken. Ik zie wel zo'n keten en zo'n consortium een beetje als hetzelfde, want in veel van die consortia zit ook dan vaak de keten wel vertegenwoordigd maar het hoeft natuurlijk niet. Uhm ja, en in een projectteam ook. Ik weet niet of we daar ook eisen aan gaan stellen. Voorkeur kunnen we natuurlijk wel uitspreken, maar dat weet ik nu nog niet. Kijk, per definitie heb je de hele keten nodig en samenwerking vanuit verschillende hoeken. Dat is gewoon een feit of een basis, maar hoe je dat dan contractueel organiseert. Dat weet ik niet wat daarin slim is.

Ik: Is er al een keten in de markt? Of een geschikte?

RWS 2: Die keten moet zich op sommige onderdelen nog wel ontwikkelen, maar op sommige onderdelen is die er al. Dus bijvoorbeeld voor uhm hoogwaardig hergebruik en recyclen van asfalt en beton zie je dat al wat meer uhm ontstaan. Voor liggers moet die keten natuurlijk nog opgezet worden. Voor geleiderail is die keten er al. In mijn beleving. Want daar hebben we ook partijen, Renorail die ook echt weer hergebruikte geleiderails aanbieden. Uhm dus deels is die er al deels niet. En soms zie je dat dat redelijk in dezelfde met dezelfde partijen in dezelfde verhoudingen kan als dat het nu georganiseerd is. Maar voor andere onderdelen zal dat misschien wel anders worden. Zullen wij misschien ook wel een partner in die keten worden. Dat is juist de fase waar we nu in zitten om dat te ontdekken met elkaar.

Ik: Welke onderdelen van de keten missen er dan nog voor bijvoorbeeld liggers?

RWS 2: Uhm ja, nu denk ik partijen die meer gespecialiseerd zijn in oogst, in certificering, in opslag en het aanleveren. Dus dat stukje.

Ik: Het aanleveren van de ligger zelf?

RWS 2: Ja, maar daar zijn natuurlijk verschillende varianten in. Je er zijn verschillende modellen die je daarin kunt voorstellen. Je zou kunnen zeggen dat wij zelf daarin een grotere rol pakken door zelf op te slaan, ze zelf vragen om eruit te halen en zelf weer als directielevering laten toepassen. Dan gaan wij een grotere rol nemen. Je zou ook kunnen bedenken dat elke partij die nu al in die keten zit voor zichzelf een voorraadje liggers gaat aanleggen en daarmee ook weer de projecten die ze krijgen ook weer in kunnen toepassen. Je zou ook kunnen bedenken dat daar nieuwe partijen komen die echt gespecialiseerd raken in het oogsten van liggers en in het aanleveren aan aannemers. En nog een vierde vorm waarbij partijen gezamenlijk investeren in opslaglocaties en oogst. In mijn beleving zijn daar wel 4 of 5 modellen voor te bedenken. Waarbij we nu bij het project bij de A9, dat consortium hè, daar zijn we nu met de VOF groene liggers aan het kijken en werken we naar 4 modellen met wat zijn daarin nu de voor- en nadelen en hoe werkt dat.

Ik: Is het dan voordelig om 1 partij als een soort van moment van oogsten, opslaan en uitgeven naar de markt om daar 1 partij van te maken? Want uiteindelijk als je een heleboel partijen in die keten maakt, dan komt elke keer steeds een marge op waardoor hergebruikte onderdelen in een project überhaupt veel duurder zouden zijn dan dat ze überhaupt al zijn.

RWS 2: Ja, dat zou kunnen dat dat verstandig is. Aan de andere kant krijg je dan misschien weer een monopolist die dan ook weer hogere marges kan vragen, dus dat moet je dan helemaal gaan bekijken en doorrekenen en doorspreken met de sector. Dat ligt ook aan wat voor CO2-heffingen er gaan komen. Wat voor eisen er komen op het gebied van duurzaamheid. Daarmee worden dit soort materialen of toepassingen ook weer goedkoper. Dus dat is een samenspel van verschillende stimuleringsprikkelers zeg maar. Wat is dan het handigste. Wat is het meest wenselijk. Vanuit de opdrachtgever wil je niet zoveel monopolisten hebben omdat het daarmee ook duurder wordt en kwetsbaarder. Er zijn voors en tegens van die verschillende scenario's en dat is ook wel heel erg het onderwerp van gesprek juist.

Einde interview

9.8.2 RWS 3

Expertinterview RWS 3 – 20-06-2024

Start interview

Introductie

RWS 3: Ik werk sinds augustus 2023 bij RWS als innovatiemanager en onder andere zit ik op het project hergebruik liggers. Ik zorg dat de innovatie kan plaatsvinden en daarnaast kan worden opgeschaald. En met opschaling bedoelen we. Hoe kan het ook worden geüniformeerd. RWS richt zich heel erg op uniformeren en produceren, zodat het kan worden meegenomen in alle andere projecten. En daar zijn we mee bezig. En, Ik heb hiervoor altijd in de circulaire economie en innovatie gewerkt. Ik werk al 6 jaar lang in deze projecten wereld. Eerst in de bouw, nu in de infrasector, dus ik ben vooral specialist op innovatie en transitie theorie, maar niet op de infra.

Ik: Nou ik verwacht zo maar eens dat de infra en die andere takken van sport enigszins. Raakvlak hebben. Vanuit de literatuur, maar ook van de interviews zijn er 3 aspecten naar voren gekomen. Financiële middelen als in financiering, de intrinsieke drive, als in de motivatie van mensen om eraan te werken en ermee bezig te zijn, en de steun van het bedrijf, dus dat niet alleen de mensen toegewijd zijn, maar dat het bedrijf erachter staat. Dat zijn voornamelijk mijn bevindingen. Zijn er vanuit het perspectief van de opdrachtgever nog andere drijfveren?

RWS 3: Het eerste wat me te binnen schiet is ook strategische keuzes maken, want ik merk dat, gedurende de periode dat ik werk, vaak willen Mensen wel en Er zijn wel extra gelden. Alleen is het soms een keuze van bovenaf die niet wordt gemaakt of wordt uitgesteld, waardoor projecten niet doorgang kunnen vinden. En bij RWS heb je zeker wel Mensen die dat wel doen, zoals onze hoofd inkoop vind ik daar heel goed in. Maar dat vind ik wel echt heel erg nodig om te stimuleren en dat dus ook iets wat je hebt heel veel pilotprojecten namelijk. Dat zie je ook bij RWS en dat zie je bij gemeentes veel. Een keertje iets proberen, dat kan. Een keertje de regels een beetje buigen zodat het allemaal mag. Maar echt opschalen, dat is vaak lastiger. Of echt keuzes maken van ik doe dit wel, want dan is het duurzamer, maar daar kan ik dit niet doen. Dat is denk ik nog wel iets wat kan worden toegevoegd.

Ik: Hoe bedoel je met de keuze vanuit het bedrijf?

RWS 3: In dit geval is het RWS als bedrijf natuurlijk. Ik werk er nog niet zo lang, dus Ik kan er nog niet zo heel veel over zeggen. Maar over het algemeen zie je wel dat het bovenaf keuzes zijn. Kijk, heel veel bedrijven werken top down en niet bottom up. Dus als ervan af boven wordt gezegd. Alles moet nu echt hergebruik, tenzij. En dat wordt écht doorleeft in alle projecten, dan heeft dat best wel veel consequenties In de keuzes die worden gemaakt. Want dan ga je Misschien materialen gebruiken die niet al helemaal alle testen hebben doorstaan of iets. Ik zeg niet dat het op die manier altijd moet, ik zeg Alleen dat daar wel heel veel kansen liggen.

Ik: Zou de strategische keuze in verband kunnen worden gebracht met de business case?

RWS 3: Dat kan. Kijk. Het is niet Alleen de transitie van de overheid, dus Het is ook niet eerlijk van Alleen burgers of bedrijven om Alleen maar naar de overheid te kijken van jij moet alle wet- en regelgeving aanpassen. De overheid moet meer investeren, de overheid... Uiteindelijk zijn we allemaal de overheid en is het allemaal gemeenschapsgeld en is het een transitie die we met iedereen moeten maken. Dus Ik denk dat het echt wel heel veel kan schelen als er veel bedrijven zijn die je ook wel ziet, hè? Die echt duurzaamheid ademen en een hele business case doorvoeren. Het is wel een wisselwerking Natuurlijk, want duurzame producten niet worden gekocht, wat je ook vaak ziet, hè, in andere industrieën, bijvoorbeeld. Ik heb hiervoor veel onderzoek gedaan In de duurzame modewereld. Daar had je dan Mensen die een hele brandnetel plantage hadden neergezet in Flevoland. Super duurzaam, heel goede duurzame propositie. Maar ja, Niemand kocht die brandnetel stof, want je kan veel goedkoper stof kopen aan de andere kant van de wereld en daar je kleding Laten maken. Dus Hij heeft het uiteindelijk niet gered. Dus Het is een wisselwerking.

Ik: Onder aan de streep is het ook een stukje vraag en aanbod.

RWS 3: Ja sowieso. Het is wel gek, want vraag en aanbod is echt nog de lineaire markt. We gaan naar een circulaire economie, maar dus Misschien zal die wet wel iets anders zijn straks dat weet ik niet. Maar uiteindelijk wel, want als Niemand je producten koopt. Als er een bedrijf is die al helemaal een circulaire ligger kan aanbieden, maar Niemand neemt het op in hun contracten, dus Niemand koopt het in, want Het is Misschien duurder. Ja, dan heeft het inderdaad ook geen zin. Dat gaat niet.

Ik: En vanuit de andere kant. Zijn er dan ook nog belemmeringen? De aspecten die in mijn onderzoek vooral naar voren zijn gekomen zijn de opslag van herbruikbare materialen, de onzekerheid die er heerst in het stukje specificatie van de materialen, maar ook wie wordt straks de eigenaar? Wie gaat straks garantie leveren en daarnaast ook het stukje van de huidige wet- en regelgeving die zijn ook nog niet helemaal voorbereid. Zijn er vanuit de opdrachtgever dan nog andere belemmeringen die voor ogen worden geschat voor circulaire innovaties?

RWS 3: Je hebt heel veel belemmeringen. Het is Natuurlijk een hele wisselwerking. Het is niet alleen maar de aspecten die je net noemde. Ja in het verlengde daarvan heb je ook Natuurlijk vraag en aanbod die op elkaar moet worden afgestemd, want dan is het Natuurlijk veel interessanter, maar als een ligger 8 jaar lang ergens op een veldje moet liggen is het Natuurlijk eigenlijk heel erg zonde, Maar het gaat er dus om dat er heel goed inzicht moet worden gecreëerd in wanneer iets vrijkomt, in het geval van liggers en hergebruik materialen, en waar iets weer nodig is. En, in het verlengde daarvan is het ook zo dat er bij het ontwerpen ook rekening moet worden gehouden met de materialen die al beschikbaar zijn, in plaats van helemaal van scratch bedenken. Wat voor ontwerp wil ik hier neerleggen? Daar zijn ze ook wel mee bezig, hoor bij techniek. Maar dat is ook al een hele verandering van hoe het altijd is gegaan. Eigenlijk is het ook wel heel simpel, want je hebt. Of simpel Het is we concurreren met de markt die al. Ik weet niet hoe oud de markt van liggers is, Maar dat zal zo 60 jaar kunnen zijn. Die is in die 60 jaar helemaal geoptimaliseerd en Het is helemaal duidelijk. Oh, die doet dat en dat en die doet altijd dat en Iedereen is naar binnen gekeerd, want dat zijn we gewend In de huidige markt. Bedrijven die gaan niet alles transparant en open delen. En nu gaan we naar een circulaire economie waar we elkaar juist nodig hebben, waar we transparant over oplossingen moeten zijn. Want dan kunnen meer Mensen het doen. Kan je meer impact maken. Daarnaast concurreer je dus ook met een circulaire ligger met de markt. Die al helemaal is geoptimaliseerd, dus Natuurlijk is het dan nog duurder in het begin, want We zijn het ook maar aan het testen en aan het proberen en Het gaat allemaal nog veel langzamer, want Je moet alles nog 3 keer checken en die modificatie heb je nog niet heel vaak gedaan. Ja, dat zijn allemaal dingen die je uiteindelijk wel kan optimaliseren.

Ik: Het heeft dus gewoon tijd nodig en de markt moet ervoor openstaan.

RWS 3: Het gaat heel vaak om ja maar een circulaire ligger is duurder ofzo, of een circulair product is duurder. Ja Maar het uiteindelijk wordt het Natuurlijk wel. Niet is het niet duurder, want Het gaat dus. Ten eerste wordt het in monetaire termen geoptimaliseerd, dus de prijs zal sowieso omlaaggaan, denk ik. Ik weet niet of dat voor alles een geval is, want je hebt Natuurlijk altijd dingen die de prijs kan verhogen, maar. Het is ook zo, Misschien is een normale ligger wel te goedkoop, want daar wordt helemaal geen rekening gehouden met CO2 uitstoot, MKI, wat een schade het aanricht aan onze samenleving, de opwarming van de aarde. Dus eigenlijk is het veel duurder om een normale ligger te kopen. Maar goed, zo hebben we dat niet geschat op waarde.

Ik: Het proces om de normale ligger te produceren wordt nog niet volledig meegenomen in de vergelijking met de circulaire ligger.

RWS 3: Ja, bijvoorbeeld Liggers 2.0 heeft gepubliceerd. Daar zie je met één circulaire ligger ten opzichte van een gewone ligger, heb je, Volgens mij was het 97% minder CO2 uitstoot. Dat is toch echt gigantisch groot. Je zit dan wel weer met de opslag en zo. Ruimte wordt echt een heel groot probleem in Nederland, want We hebben niet veel ruimte en We willen meer gaan hergebruiken. Niet Alleen In de infrasector, ook In de bouw. En nou overall is hergebruik een item om een circulaire economie mogelijk te maken. Maar ja, wat hebben we weinig in Nederland, ruimte? Dat is wel een ding.

Ik: Is de opdrachtgever straks bereid meer te betalen om wat meer ruimte in de planning te bieden om en transitie richting een geschoten materiaal cyclus te bewerkstelligen? Het stukje meer betalen is dan voor het hergebruik van circulaire onderdelen. En het stukje planning is wat meer gericht op aanbod en beschikbaarheid dat als er een viaduct wordt opgenomen van deze, moet uiteindelijk worden gesloopt. Dan was het voorheen, dan wordt ie gesloopt en dan wordt er een heel nieuw viaduct gemaakt. Maar nu kan het zo zijn dat de opdrachtgever straks gaat zeggen van ja. Het viaduct moet niet meer worden gesloopt, maar die moet uit elkaar worden gehaald. Alle materialen die vrijkomen die moeten worden hergebruikt in dit project of een andere. Hoe kijkt de opdrachtgever daar tegenaan in op het gebied van planning en dus ook kosten?

RWS 3: RWS als opdrachtgever. Het is wel zo dat er in de Project Opdracht Formulier (POF) als een regio een opdracht uitzet van ik moet die en die brug vervangen of renoveren is duurzaamheid daar altijd een Verplicht onderdeel van. Dus er moet sowieso in elke opdracht worden gekeken. Hoe kunnen we dit duurzaam uitvoeren? En MKI Natuurlijk is al een aantal jaar wat er wordt meegewogen, dus het heeft sowieso altijd al een rol en je vraagt of de opdrachtgever bereid is om de planning en de prijs daarop aan te passen. Ja, dat kan ik niet zeggen. Als ik zou Natuurlijk wel willen, maar kijk, Het is zo dat we de komende paar jaar een hele grote vernieuwingsopgave hebben. Alle bruggen en viaducten zijn zo ongeveer rondom dezelfde tijd gebouwd en ze moeten allemaal rondom dezelfde tijd weer worden vervangen en gerenoveerd. 4 keer zoveel werk met hetzelfde aantal, zelfs minder mensen. En daar zie je wel een spanningsveld ontstaan. Potentieel maar ja, RWS heeft nou eenmaal wel de doelen in 2030. Klimaatneutraal en circulair te werken, dus je zou denken. Dat dat wel overal een voorwaarde moet zijn om een vervangingsproject te laten doorgaan, maar goed. Ja vervanging moet ook gewoon gebeuren. Ik weet wel dat RWS 2% budget heeft wat projecten kunnen aanvragen. Een duurzaamheidsbudget dus stel je voor normaal project dat zegt Nou, Wij hebben een innovatie die we hier wel willen. Doorvoeren, maar Wij hebben het geld extra geld niet, dan kunnen ze 2% bij het KCI aanvragen. Dat is het duurzame infrastructuur programma.

Ik: Die 2% wordt dan uiteindelijk gefinancierd vanuit RWS?

RWS 3: Ja of het ministerie? Ja. Maar dat is dan een extra potje, hè? Zo werkt, Dat is weer een ander potje. Maar ik kan daar niet echt een antwoord op geven, want ik weet niet hoe kijkt. RWS is ook een uitvoeringsorganisatie, dus We zijn ook weer afhankelijk. Wat dat betreft van de politiek voor die keuzes.

Ik: Wie moet uiteindelijk de opslag van potentieel herbruikbare onderdelen op zich gaan nemen, de opdrachtgever zelf, de marktbedrijven of moet daar een speciaal soort bedrijf voor komen?

RWS 3: De auteur van Advies strategie hergebruik van copper 8 heeft daar onderzoek naar gedaan. Wie de opslag op zich moet nemen, de overheid of de markt. Zij hebben daar 4 producten Uitgelicht waarvan eentje liggers. Uit dat onderzoek blijkt eigenlijk ja, liggende zijn Natuurlijk zo groot zwaar log. En zij hadden geadviseerd. Om de overheid dat te laten doen. De opslag, want als overheid heb je Misschien nog ergens een terrein liggen wat je niet voor een commerciële prijs hoeft te huren. Als je daar die liggers opslaat. Nou, dat waren een aantal redenen. En, We hebben ervoor gekozen in onze opdracht om 4 scenario's te testen, waarbij de opslag. Telkens op een andere manier wordt ingevuld, dus We hebben bijvoorbeeld het scenario. De markt regelt het zelf. Daar testen we of. Wat gebeurt er Als de markt zelf de opslag moet regelen? Zelf de opslag moet betalen, zelf de matches moet doen. Maar we hebben bijvoorbeeld ook een test waarbij RWS en opslag doet. Dat is wat we doen bij de A44. We oogsten liggers uit de A9 gaan we hergebruiken op de A44 en wij slaan die liggers op IJmuiden. Het hele innovatieproject is er ook op gericht om te kijken wat is inderdaad de beste manier om liggers op te slaan? Maar dat betekent niet dat het voor elk product hetzelfde is

hè? Ik geloof voor geluidspoortalen of damwanden is het zo dat de markt het helemaal zelf geregeld, want Dat is veel handiger. Het verschilt ook per product.

Ik: Oké en die andere twee scenario's kan je kan je die ook nog toelichten.

RWS 3: Dus je hebt RWS levert aan RWS. Dat is A9 naar A44. Je hebt het scenario dat de markt het helemaal zelf regelt, dus de markt zelf. De matches doet de opslag, modificatie etc. Je hebt het scenario dat RWS aan een andere overheid levert. Want ja, gemeenten en provincies die hebben nog veel meer bruggen en viaducten in het areaal dus dan ga je pas echt impact maken, dus we leveren. Nou rond de 30 liggers aan provincie Noord-Holland voor de N201. De vierde is dat RWS optreedt als matching tussen. Dat noemen we de bruggenbank, dus dat we liggers aanbieden en dat er dan partijen komen, bedrijven, overheden, RWS zelf die zeggen, Ik wil die liggen wel hebben. Nou en dat zijn de 4 scenario's die we aan het testen zijn.

Ik: Worden die vier scenario's ook daadwerkelijk uitgevoerd in projecten?

RWS 3: Ja dus we leren echt door te doen. Dat is wel het toffe aan dit project. Het is niet dat we het eerst allemaal gaan uitzoeken en onderzoeken. We doen het en dan reflecteren we, zoeken alles uit, houden we de kosten bij.

Ik: Heeft de opdrachtgever een voorkeur voor een projectteam, consortium of een keten? Wordt er binnen RWS een voorkeur gegeven aan de samenwerkingsvorm van de bedrijven in een project?

RWS 3: Ik kan het niet zeggen voor heel RWS maar Volgens mij is het wel nu. Gebruikelijker om een projectteam te hebben. Dat is, zeg maar hoe het met de grote moot van de projecten gaat, maar gaan we wel steeds meer naar Andere samenwerkingsvormen Omdat we heel veel dingen moeten renoveren en Vervangen dus Je moet veel effectiever werken, dus ze gaan nu ook werken met productiestraten dat je in een keer veel meer opdrachten tegelijk kan doen in plaats van allemaal losse projecten apart. En, Ik denk dat je daarin veel beter met een consortium kan samenwerken dan met een projectteam, want anders heb je allemaal losse projectteams. Lijkt mij. Dus dat Ik denk dat dat wel een beetje gaat zal gaan veranderen. Omdat we wel moeten veranderen, want je kan niet voor elk project een apart projectteam meer hebben, want dat gaat hier niet lukken. Dat gaat ons niet lukken. Dus ze RWS is sowieso aan het kijken hoe ze effectiever kunnen samenwerken om die hele opgave te halen. Maar ik kan niet zeggen van RWS gaat 100% op consortium of keten of projectteam. Doen. Ik zeg Alleen dat ik vermoed Dat het een andere manier kan worden ingedeeld. Bijvoorbeeld. Wij werken met een consortium. Wij werken met groene Liggers en Dat is heel effectief. Want We hebben een aannemer. We hebben een oogster of ja, sloper, We hebben. Nou ja, GBN en Strukton erbij en daardoor heb je aan tafel gelijk al veel meer expertise. Maar ook voor bedrijven is het een hele andere manier van werken, want je zit ook met elkaar aan tafel waar je eerder gewend bent. Dingen Misschien wat meer voor jezelf te houden, moet je daar nu wat meer transparant over zijn. Dus ook voor bedrijfsleven vraagt dat een andere manier van werken.

Ik: Als je vanuit de opdrachtgever naar de keten kijkt of naar het hele systeem hoe het in elkaar zit, zijn er dan nog bepaalde aspecten die die daarin missen? Dus bijvoorbeeld de rollen die er nu zijn of de expertise is of de vormgeving van de keten of?

RWS 3: Ja oh, dat vind ik wel moeilijk om te zeggen, Omdat ik dus niet zoals ik zei, specialist ben per se In de infra. Maar wat je over het algemeen ziet met ketensamenwerking en circulariteit/innovatie. Is dat er een aantal dingen? Zijn eigen, Ik weet niet hoe dat zit bij de infrasector, maar zijn geoutsourcet naar lagelonenlanden, waardoor er een heel stuk van de keten niet meer dichtbij is. En dat maakt soms wel samenwerking en circulariteit moeilijk. Bijvoorbeeld In de ja kledingsector. Waar

ik vanuit kom heb je alle modebedrijven die zitten nu aan de andere kant van de wereld, waar Misschien ook liggers aan de andere kant van de wereld worden geproduceerd, in plaats van hier in Nederland. Dus Dat is wel echt een hele andere manier van nadenken, want we alles juist naar lagelonenlanden hebben geoutsourcet. Moeten we nu allemaal voor de circulaire economie bedenken? Oh nee, toch weer terug. Bij Biobased materialen zie je dat heel erg In de infra? We hebben, We hebben allemaal Biobased materialen die We willen ontwikkelen, ook voor de bouw. Maar daar is ons hele onze hele keten niet op ingericht. Building balance doet een heel leuk project in samenwerking met. Ministerie van Binnenlandse Zaken van land tot pand en dan zijn ze In de provincie Flevoland, stro en hout. Of nou, Ik weet niet welke producten per se maar allemaal Biobased bouwmaterialen aan het verbouwen om die dan weer in Nederland verwerken tot een bouw materiaal. Nou ja, dat zijn we helemaal niet meer gewend, dat doen we hier helemaal niet. Dus Dat is wat ik er wel over kan zeggen. En alles wat ik zei over transparant samenwerken, dat vind ik. Dat blijft terugkomen.

Einde interview

9.9 Appendix I: Coding list client interviews