Bachelor Thesis

Circular design strategies in the construction of wastewater treatment plants

UNIVERSITEIT TWENTE.

mobilis | TBI

Brinkman, J.J. (Jurre, Student B-CE),

BSc Civil Enginering

Mobilis

30-6-2022

Preface

I hereby provide to you my bachelor thesis 'Circular design strategies in the construction of wastewater treatment plants' which is conducted at the contracting company Mobilis. This thesis concludes my bachelor period at the University of Twente, completing the study Civil Engineering. By using relevant literature and expert input, I have investigated the use of design strategies, which contribute to construction in a circular manner, by the construction of wastewater treatment plants.

This research was conducted in a 10-week period, from April 25th, 2022, to the 1st of July 2022. During this period, I was able to get my first experiences in the work field thanks to Mobilis. Mobilis made it possible for me to work at the office as well as visiting interesting projects Mobilis is working on. The office provided a great working environment, and I was pleased to meet other colleagues and got to blend in the working atmosphere. During this period, I also noticed that my personal skills in setting up and conducting a research as well as my communicating in a formal and informal have been improved considerably.

I would like to thank everyone at Mobilis for treating me like a colleague and for openly providing insights and information of the work field in the construction industry. I would especially like to thank my external supervisors Josefine Rook and Leo Gielbert, who guided and helped me during this research. I would also like to thank the colleagues who were available for me to conduct the interviews needed for my research. My internal supervisor during this period was Marc van den Berg, I would like to thank him for his guidance as well. Throughout the whole period, but definitely in the last phase, I could use his expertise to improve my research and thesis.

I hope you will enjoy reading my bachelor thesis. Feel free to contact me if further questions or comments arise regarding my research

Jurre Brinkman
July 2022, Apeldoorn

Colophon

Student

- Name: Jurre Brinkman
- Student number: s2308800
- E-mail address: j.j.brinkman-1@student.utwente.nl
- Course: Bachelor Civil Engineering

University

- University: University of Twente
- Address: Drienerlolaan 5
- Postal code: 7522 NB, Enschede
- Faculty: Faculty of Engineering Technology (ET)

Internal supervisor

- Name: dr.ir. M.C. Van Den Berg (Marc)
- E-mail: m.c.vandenberg@utwente.nl

Host Company

- Host company: Mobilis B.V.
- Address: Fauststraat 3
- Postal code: 7323 BA, Apeldoorn
- Telephone number: 055-538 22 22
- E-mail address: info@mobilis.nl

Address: Marten Meesweg 25
Postal code: 3068 AV, Rotterdam

External Supervisors

- Name: Josefine Rook
- Function: Duurzaamheidscoördinator
- E-mail address: jr.rook@mobilis.nl

Name: Leo Gielbert
Function: Technisch adviseur / Specialist Bekistingen
E-mail address: l.gielbert@mobilis.nl

Table of contents

Preface 1
Colophon 2
Executive summary 4
Glossary 5
1. Introduction 6
1.1 Context 6
1.2 Research Questions 7
1.3 Relevance of the research 8
2. Methodology 8
2.1 Research context 8
2.2 Research methods 8
2.2.1 Pattern matching 9
2.2.2 Case study 10
3. Theoretical pattern: Literature review on circular design strategies in construction 13
3.1 Literature review 13
4. Empirical pattern: Case study wastewater treatment plants 25
4.1 Cases 25
4.1.1 WWTP Weert 25
4.1.2 WWTP Panheel 28
4.1.3 WWTP Tilburg 29
5. Pattern matching 32
6. Discussion 36
6.1 Contributions 36
6.2 Recommendations Mobilis 37
6.3 Limitations 37
6.4 Suggestions for future research 37
7. Conclusion 38
Bibliography 39
Appendices 43
Appendix A 43
Appendix B 45

Executive summary

Currently, the construction industry is responsible for over 30% of the extraction of raw materials (Benachio, Freitas, & Tavares , 2020). This happens because most of the construction sector uses the current culture of disposal and replacement, also known as Linear Economy. This has a huge effect on the earth and its climate. Because of this a change in thinking has been occurring in the construction industry, the adoption of a Circular economy model. The Circular economy model aims at keeping the materials in a closed loop to retain their maximum value. Mobilis is a major contractor in the construction industry in the Netherlands. In the Netherlands there are many wastewater treatment plants that are in need of renovation or need a capacity increase. Mobilis is a key player in realizing these plants. When realizing the plants, Mobilis wants to build them as circularly and sustainably as possible. This study was conducted in order to gain insight of which circular measures were taken in the construction and design of the wastewater treatment plants. For this research three wastewater treatment plants have been selected, WWTP Weert, Panheel and Tilburg. First a literature review was performed to gain insight which design strategies are mentioned in relevant literature in order to construct in a circular manner. Based on this literature review a theoretical pattern was formed. Next, an empirical pattern needed to be formed. To do this, a case study was conducted. For this case study the three wastewater treatment plants in Weert, Panheel and Tilburg were studied. To gather information, three sources of data had been selected, documentation, interviews, and observations. The documentation was gathered from documents Mobilis had internally stored regarding the projects. The interviews were conducted with relevant persons that had been involved in the realization of the wastewater treatment plants. For this empirical pattern, observations have been made. Both the WWTP in Weert and Tilburg have been visited and a tour on the site of the wastewater treatment plants was given. When both the theoretical pattern and the empirical pattern had been established, they were compared to each other. Based on this comparison conclusions were drawn, and recommendations were given.

Glossary

Abiotic	Abiotic materials are nonliving materials that impact the ecosystem.
Biotic	Any material that originates from living (or once living) organisms.
Circular design strategies	Circular design strategies are strategies about finding solutions to deliver utility, while using the minimum amount of new materials possible.
Circular Economy	A circular economy is an economic system of closed loops in which raw materials, components and products lose their value as little as possible
Compatibility	Compatibility is the ability to function or be integrated with other parts of any system, whether biological or technical.
EMVI Document	EMVI is a Dutch abbreviation, it stands for Economically Most Advantageous Tender. It is an award method used by contracting authorities to assess tenders. When solutions are included in the EMVI document, and the document is accepted by the client, is the company that wrote the document obligated to implement the given solution
High-quality recycling	High-quality recycling preserves the characteristics of materials which make them most useful.
Life Cycle Assessment (LCA)	A Life Cycle Assessment (LCA) is defined as the systematic analysis of the potential environmental impacts of products or services during their entire life cycle
Linear economy	In a linear economy, natural resources are turned into products that are ultimately destined to become waste because of the way they have been designed and manufactured.
Nereda installation	Nereda is a new, sustainable purification technology in which the cleaning, activated sludge does not form flakes, but granules. As a result, this sludge settles much faster and easier. The technology has a high purification efficiency, takes up little space (no large settling tanks required) and consumes relatively little energy.
Prefabricated	Prefabricated buildings or objects are built from parts that have been made in a factory and can be put together quickly.
Raw materials	A raw material is the basic material from which a product is made.
Regeneration	Regeneration is the act of something growing or being grown again.
Renewable raw materials	Renewable raw materials are (nearly) inexhaustible natural resources, the supply of which can be restored in a relatively short period of time.
Secondary raw materials	Secondary raw materials are recycled materials that can be used in manufacturing processes instead of or alongside virgin raw materials.
Wastewater treatment plant (WWTP or RWZI in Dutch)	A wastewater treatment plant is a facility in which a combination of various processes are used to treat industrial wastewater and remove pollutants.

1. Introduction

1.1 Context

Mobilis is part of TBI (Techniek, Bouw en Infra), a group of companies that renews, furnishes, and maintains our living environment in a sustainable way. The group is characterized as an agile network organization. They are all companies that have high-quality, specialist expertise in the field of Technology, Construction, and Infrastructure. Mobilis is part of the infrastructure branch, which is formed by Mobilis, Voorbij Funderingstechniek, Voton and Struijk. As a civil contractor, Mobilis is specialized in concrete construction projects. Mobilis wants to be the sustainable advisor for its clients within the construction sector. For this, Mobilis has defined several topics to make a difference. One of these topics is circular design and construction. The sustainability department at Mobilis would like to increase its knowledge on this subject. In a world where the demand for products is increasing, the circular building design is becoming increasingly important. By building in a circular way, materials can be reused more easily, there is less waste and less new materials are needed to build new projects. Because Mobilis wants to increase their knowledge on Circular design, especially Circular design in wastewater treatment plants, this research is conducted. The main research question is: “How is circularity part of the design and construction of new wastewater treatment plants?”.

The current sewage treatment plants in the Netherlands need renovation and capacity expansion. However, the materials that will be used and the manner these wastewater treatment plants are designed for expansion and renovation is very important to fight the climate change. Mobilis is a key player in realizing these wastewater treatment plants. When designing and constructing projects, Mobilis wants to be as circular and sustainable as possible. The principal of a Circular Economy is assuming that the products of today are the raw materials of tomorrow (Rizos, Tuokko, & Behrens, 2017). To ensure that the products of today are the raw materials of tomorrow it is essential to think about how the products are constructed and how they can be deconstructed. This way, at the end of the life cycle it can easily be disassembled and reused for new projects. A Circular Economy assumes that there is no more waste or very little waste (Bonciu, 2014). The current culture of disposal and replacement, also known as Linear Economy, has a huge effect on the earth and its climate. The Dutch construction industry generates nearly one-quarter of waste in the Netherlands (Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 2019). One consequence of huge quantities of waste material is illegal dumping (Nagapan, Rahman, Asmi, Memon, & Latif, 2012). Wrongly or illegal disposal of physical waste generated on construction sites is increasing. This contributes to global pollution (Nagapan, Rahman, Asmi, Memon, & Latif, 2012). So, a Circular Economy contributes to a more sustainable world, but not all sustainability initiatives contribute to a circular economy. As mentioned before, a Circular Economy focuses on the cycles of raw materials, while sustainability has a broader relation to people, the earth, and the economy.

For this research, the focus is on the use of materials in the construction industry. The demand for materials continues to increase. The current circular economy only focuses on a small part of the global resource cycle and does not focus on reducing the ever-growing demand for new materials and products. As a result, the system never becomes completely circular. Looking at the construction sector, it is difficult for the following reasons: cost price, making new products is often cheaper, custom work. In order to achieve circular construction, a guideline with six design strategies has been made by Platform CB ’23.

These strategies are:

Strategy A: Design for prevention;
Strategy B: Design for reduced life cycle impact;
Strategy C: Design with reused objects;
Strategy D: Design for future-proofing;
Strategy E: Design with secondary raw materials;
Strategy F: Design with renewable raw materials.

These six design strategies will be the focus for this research and will eventually function as the theoretical pattern. This theoretical pattern will eventually be compared to the empirical pattern.

1.2 Research Questions

To provide an answer to the research question: "How is circularity part of the design and construction of new wastewater treatment plants?", the following sub-questions are formulated:

- **What are the current circular design strategies presented in relevant literature?**

Stated in the introduction, raw materials are depleting. Therefore, the "Circular Economy"-concept was introduced. Literature provides various design strategies in order to construct wastewater treatment plants in a circular way. With this question, relevant circular design strategies will be highlighted and elaborated in order to achieve a theoretical pattern. Collecting this data will be further elaborated in 2.2.1 Pattern matching

- **What circular design strategies have been used during the construction of the selected wastewater treatment plants constructed by Mobilis?**

Mobilis is a company that wants to be the sustainable advisor for their clients. Mobilis wants to make a difference in circular design and construction. Because Mobilis already constructed several wastewater treatment plants in a circular way, an empirical pattern can be defined by collecting the data of these selected wastewater treatment plants. The selected wastewater treatment plants for this case study are the WWTPs in Weert, Panheel and Tilburg.

- **What can be concluded by comparing the theoretical pattern to the empirical pattern?**

Two patterns will be analysed, theoretical and empirical, for this research. These two patterns will be compared to each other. By comparing these patterns recommendations can be given and conclusions can be made. Figure 1 gives a more complete overview of the framework that will be used for this research.

1.3 Relevance of the research

Constructing buildings has considerable environmental impacts, it contributes to resource consumption and waste generation. These impacts are a cause of great concern and political attention (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). To address these and other sustainability issues, the idea of creating a circular economy is gaining importance (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2016). The interest in slowing, narrowing, and closing material loops by using circular economy strategies has grown in recent years. With this growing interest, unresolved issues that result from the construction industry can be decreased (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). There are already circular economy initiatives in the construction industry. However, there is not yet a wide-scale adoption of circular economy initiatives and the current developments and implementations of circular economy building design strategies are fragmented (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). This research maps which design strategies are being linked to the concept of circular economy concerning construction and what design strategies are already being implemented in the real-world construction. Thereafter comparing them and see where improvements can be made.

2. Methodology

This chapter will elaborate on the methods and techniques that are used in order to perform the research. It introduces the methodology 'Case study' and the technique of 'Pattern Matching'. With the use of this methodology and technique the research questions will be answered.

2.1 Research context

The objective of this research is analysing the use of circular design strategies in theory and the use of circular design strategies in the physical construction. The circular design strategies, which are used in construction projects of wastewater treatment plants, are provided by the company Mobilis. This research will look at the strategies Mobilis applied and used during the realization of selected wastewater treatment plants. Data will be gathered by performing a literature study and multiple case studies (Yin, 2009). The literature study provides a theoretical pattern, and the case study will provide an empirical pattern. By comparing the theoretical pattern to the empirical pattern, recommendations and improvements can be given and conclusion can be drawn.

2.2 Research methods

This paragraph describes the method which will be used to answer the research questions stated in 1.2 Research Questions. The methodology that will be used is a case study, the technique of pattern matching is used to compare the theoretical pattern to the empirical pattern.

Pattern matching consists of three parts, a theoretical part, an empirical part, and the comparison part. To start this research, it is important to first know what the theory and literature mentions about circular design strategies. Therefore, a literature study will be performed. Next, the empirical data needs to be collected. This will be done by using the selected cases in the case study. After both sets of data, theory and empirical, are collected comparisons can be made and conclusions can be drawn, or recommendations could be given. First, the framework of pattern matching will be explained, and the gathering of theoretical data will be discussed. Then the use of the case study method will be explained and discussed.

2.2.1 Pattern matching

Pattern matching is a research technique that compares two patterns to determine whether the patterns are the same or that they differ. Hak and Dul (2009) states that pattern matching is the core procedure of theory-testing with cases. This testing consists of two patterns, the theoretical pattern and the empirical or observed pattern. After both patterns are determined they can be compared and based on this comparison, conclusions and/or recommendations can be made and given. A schematic overview of the principle of pattern matching is giving in Figure 1.

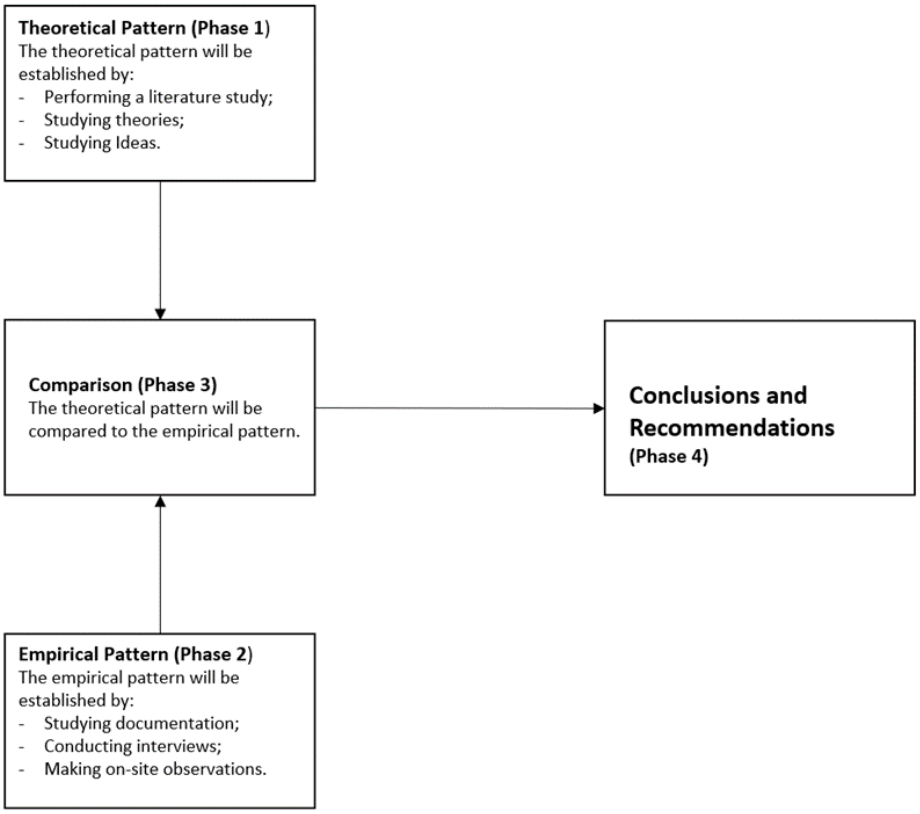

Figure 1 - Overview of pattern matching

Figure 1 also provides an overview the way this research is structured. The first phase is collecting theoretical data from literature, theories, and ideas. Based on this data a pattern will be generated. In phase 2 the empirical data needs to be collected by performing a case study (2.2.2 Case study), and this pattern will be generated. Phase 3 compares the patterns to each other, and in phase 4 conclusions will be drawn and recommendations will be given.

The theoretical realm consists of a literature review. Here the current design strategies regarding circular economy will be discussed. Based on these theoretical observations a theoretical “pattern” will occur. The purpose of this theoretical realm is to supply information and context of the existing circular design strategies. This theoretical framework is formed by performing a literature study. A literature study is a method to collect the existing knowledge about circular design strategies. This knowledge was found in journal articles. To come up with relevant documents a search strategy needs to be formulated. The search engines that were used to find relevant journal articles were Google scholar, Scopus, and Web of Science. The search terms that are used to find articles that may be related for this research are (‘Built environment’ OR ‘Construction’ OR ‘Infrastructure’ OR ‘Civil engineering’) and (‘Design strategy’ OR ‘Method’ OR ‘principle’). In addition, the search term "circ* " will be used. By placing an asterisk after a word, you search for all endings of a word (such as plurals and variants of a word). The search string was search while applying the following criteria:

- The publications must at least contain one design or construction strategy that is explicitly related to the Circular economy concept.
- The strategies/ strategy or concept in the publications focusses only on the construction of new buildings.
- The publication must provide a sufficient level of information about the design or construction strategy/strategies and their application.

Then the time horizon for the article search needs to be set. To get relevant and up-to-date articles, this time horizon is set from 2013 to 2022. The first set of articles that come up will be judged for relevance for this research on their titles and abstract. To further limit the size of the found articles, the full contents of the documents will be read and analysed. At least four good journal articles have been found per design strategy. In total twenty-two relevant journal articles have been found for this literature study.

2.2.2 Case study

The next part is the empirical realm, here the data gathering when performing the case study will be discussed. The purpose of this empirical realm is to gather relevant information and data that is necessary for this research into circular construction to compare it to the theoretical realm. The patterns found in the theoretical realm, which are found based on the performed literature study, will be compared to the patterns found in the empirical realm. Based on these comparisons’ conclusions are drawn, and recommendations given. Case studies are used to explain, describe, or explore events or phenomena in the everyday context which they occur. These can, for example help to understand and explain causal links and pathways resulting from a new policy initiative or service development (Yin, 2009). A case study approach emphasizes the capturing of information on more explanatory ‘how’, ‘what and ‘why’ questions. The approach can offer additional insights into what gaps exist in its delivery or why one implementation strategy might be chosen over another. This in turn can help develop or refine a theory (Crowe, et al., 2011). The crucial stages to conduct a case study are defining the case, selecting the cases, collecting, and analysing the data, interpreting data, and reporting the findings.

Defining the case

Carefully formulated research question(s), informed by the existing literature and a prior appreciation of the theoretical issues and setting(s), are all important in appropriately and succinctly defining the case (George & Bennet, 2005) & (Stake, 1995) Crucially, each case should have a pre-defined boundary which clarifies the nature and time period covered by the case study (i.e. its scope, beginning and end), the relevant social group, organisation or geographical area of interest to the investigator, the types of evidence to be collected, and the priorities for data collection and analysis (Yin, 2009). The case that is looked at for this research are wastewater treatment plants constructed by the company Mobilis. The selected plants will be discussed in "selecting the cases", the other crucial parts of performing a case study, stated above, will discussed later in this section.

Selecting the cases

The decision on how to select the case(s) to study is a very important one that merits some reflection (Yin, 2009). There are three types of case studies:

1. Intrinsic case study;
2. Instrumental case study;
3. Collective or multiple case studies.

To make comparisons, which is the intention of this research, the research the collective or multiple case studies are used (Yin, 2009). This will also be used in this research. There will be looked at 3 wastewater treatment plants, WWTP Weert, WWTP Panheel and WWTP Tilburg. It is suggested to have two or three literal replications in order to predict equivalent results, since the theory discussed is straight forward (Yin, 2009). Therefore, two plants are selected that are built in similar style and one that deflects. The plants in Weert and Panheel are built in an equivalent way and the plant in Tilburg is different to these two. This has been chosen so that it is also possible to look at how different water boards approach the construction of WWTPs. Because Weert and Panheel are commissioned by the Limburg water board and Tilburg by the De Dommel water board.

Collecting and analysing data

To develop a thorough understanding of the case, the case study approach usually involves the collection of multiple sources of evidence, using a range of quantitative and more commonly qualitative techniques (Crowe, et al., 2011). The use of multiple sources of data has been advocated as a way of increasing the internal validity of a study, the extent to which the method is appropriate to answer the research question (Stake, 1995; Mason, 2002; Barbour, 2001). Yin states several sources of collecting evidence. For this research, the following three sources will be used in the case study:

1. Documentation;
2. Interviews;
3. Direct observations.

The documentation provides an exact overview of the details of events and has a broad coverage. Various documents were investigated. The management plans of each WWTP, the invitation to tender and preliminary design reports have been studied. The management plans are documents that outlines the aims and objectives of the plants, what are they trying to achieve? It also describes the strategies used to meet the objectives. The invitation to tender is a document prepared by the customer. This document provides insight into what needs to be built, into the requirements that the project must meet and where the emphasis lies for the project.

At last, the preliminary design reports, this document is a detailed, precise plan that conveys information about how an object is constructed. This also gives an insight in which design strategies were used to come up with this design. Based on these documents and prior theoretical knowledge question will be formulated which will be asked during the interviews to the person of interest on the concerning subject. The interviewee will be presented Table 1 - Overview of the design strategies and their principles. Based on this table it is asked which principles have been applied to the treatment in question, and in what way.

By performing interviews, a targeted insight is provided. The interviews are held with project leaders who have the knowledge of the design processes and material selection. The leader of the design group will be interviewed as well as various project leaders and site managers. At least one design expert, one project leader and one site managers are interviewed. These key players are of interest since the design expert provided the knowledge on why certain design choices are made and in what form. The project leader provided insights on the preparation, execution, and delivery of the project of wastewater treatment plants. At last, the site manager, this key player has the responsibility on the construction site. The site manager provided insights on activities and quality on the construction site. In total five interviews are held concerning all the wastewater treatment plant, so not five per plant. These interviews are held in a semi-structured way. This way the outlines of the topic are set by me, the researcher, but the responses the interviewee's give, determines the way which the interview is directed (Stucky, 2013). The interviews are recorded and transcribed in Dutch. The transcriptions can be found in Appendix A.

During the research direct observations are done, on-site, of the selected wastewater treatment plants. This way the construction can be seen in real time, and it covers the context of the performed research. It will also give an idea on how the surrounding area contributed to the design of the plant, how a wastewater treatment plant is constructed from the drawing to the final product, what difficulties there were in executing and designing the plant.

Interpreting data and reporting the findings

Making sense and offering a coherent interpretation of the typically disparate sources of data is far from easy and straightforward. In collective case studies, such as this one, it is helpful to analyse the data relating to the individual component cases first, before making comparisons across cases. Attention needs to be paid to variations within each case and, where relevant, the relationship between different causes, effects, and outcomes (Miles & Huberman, 1994). To make comparisons across cases and linking it back to the theory, pattern matching will be used.

3. Theoretical pattern: Literature review on circular design strategies in construction

To gain insights into how the theory describes circular design strategies and how different principles could be applied in the construction industry, a literature review was performed. The idea behind this literature review is to create a theoretical pattern of the different strategies and their principles, in order to compare the theory to practice.

3.1 Literature review

A guideline for circular design in construction has been made by Platform CB ’23. This guideline discusses six design strategies to achieve circular construction. These six design strategies will be the focus for this research and will eventually function as the theoretical pattern when the literature will be compared to the real-world situation. These strategies are:

Strategy A: Design for prevention;
Strategy B: Design for reduced life cycle impact;
Strategy C: Design with reused objects;
Strategy D: Design for future-proofing;
Strategy E: Design with secondary raw materials;
Strategy F: Design with renewable raw materials.

From these six strategies a specific composition can be made for the project that will be built. They are six building blocks that a design team has at its disposal to use at your own discretion to make the design as circular as possible (Platform CB'23, 2021). The design strategies and their principles are displayed in Table 1.

Design strategy	Principles	Description
Strategy A: Design for prevention	**1.** Build only the bare necessary facilities. **2.** Choose the most efficient design. I. Use a low material design. II. Use optimized dimensions and shapes. III. Use prefabricated components. IV. Optimize the amount of components. **3.** Combine functions or objects.	The strategy 'Design for prevention' focuses on prevention of the use of products, elements or materials (Platform CB'23, 2021).
Strategy B: Design for reduced life cycle impact	**1.** Perform an LCA. **2.** Determine the service life of a facility. **3.** Consider the amount of materials. **4.** Consider the type of materials.	When designing for reduced life cycle impact, the impact of circular material use is weighed up by the consequences for the environmental impact and to provide insight into environmental performance in the use phase and at the end of its life cycle (Platform CB'23, 2021).
Strategy C: Design with reused objects	**1.** Determine the service life of a component. **2.** Use durable components. **3.** Design for disassembly. I. Reuse components. II. Consider the type of connections. *a)* Consider the number of connections. *b)* Use easy reversible connections. *c)* Make connections easy accessible. III. Use compatible components. IV. Use standardized dimensions for components. **4.** Use a modular design.	The strategy 'Designing with recycled objects' is about reusing construction products or construction components/-elements (Platform CB'23, 2021).
Strategy D: Design for future-proofing	**1.** Design for layer independence. **2.** Use durable components. **3.** Design for adaptability/ flexibility. I. Use a modular design. II. Consider the type of connections. *a)* Consider the number of connections. *b)* Use easy reversible connections. *c)* Make connections easy accessible.	With the strategy designing for future-proofing, it is stated that the design should be adaptable to future wishes and requirements (Platform CB'23, 2021).
Strategy E: Design with secondary raw materials	**1.** Design for layer independence. **2.** Use pure materials. **3.** Use a material passport. **4.** Use standardized components. **5.** Reuse primary materials.	When the strategy designing with secondary materials is used, it states that the design should implement raw materials that have been used before or with residual flows from another product system (Platform CB'23, 2021).
Strategy F: Design with renewable raw materials	**1.** Use renewable raw materials. **2.** Use biobased materials. **3.** Use biodegradable materials.	Design with renewable raw materials is about designing, with as much as possible or exclusively from, renewable resources of construction materials (Platform CB'23, 2021).

Table 1 - Overview of the design strategies and their principles.

It can be seen that implementing circular design strategies are a crucial factor to ensure an optimal circular economy implementation and closing resource loop (Rahla, Mateus, & Bragança, 2021). Because using design strategies for a circular economy implies designing for adaptability, flexibility, and disassembly with good reversibility of connections in order to reuse or recycle building components (Rahla, Mateus, & Bragança, 2021). Many of the above stated circular design strategies mentioned using the principle of material choice and enhancing the disassembly, and flexibility of components. Each strategy rests on a number of principles. The principles used are not necessarily unique per strategy. For example, the principle of 'Flexibility' is reflected in both Strategy A and D. Strategy A: Design for prevention uses the principle of flexibility, can building new structures be prevented from building by cleverly combining functions in an already existing building. Strategy D: Design for future-proofing also uses the principle of flexibility, can certain components be removed, using reversible connections, in order to adapt the structure to the new needs. Because these differ, it does not mean that when the principle has been demonstrated in a project, both strategies always apply. That is why several principles are requested in order to arrive at the applied strategy. The strategies and their principles will be further elaborated below.

Strategy A: Design for prevention

Strategy A: Design for prevention, focuses on prevention of the use of products, elements, or materials (Platform CB'23, 2021). This can be done by not building the construction, this means that only the essential facilities are being build. Prevention can also be achieved by preventing the use of materials by finding a material-free solution, a more efficient solution, or a solution with less impact (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS, WVL), 2020; Rahla, Mateus, & Bragança, 2021). A way to execute this can be by cleverly combining different functions or by providing an entirely different solution (Platform CB'23, 2021). Prevention solutions can often be found in combining objects or deviating from a standard solution. Another way is to optimise the different components and materials in order to reduce the number of components and materials used (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). When optimizing the use of new materials, it can be considered a low-material design. This principle states that using less material also leads to the use of less raw materials and thus causing less waste and environmental impact (RIVM, 2015). When designing a new wastewater treatment plant, reducing the amount of materials used as well as the number of different types of components, while still achieving the intended function, helps to close the loop (Devadula & Chakrabarti, 2015; Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021). By using low-material design, the amount of waste in the realization phase is less compared to the end-of-life phase (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020; RIVM, 2015) . RIVM (2015) states that the most effective way to limit on site waste production, is by using industrially prefabricated components. The advantage of prefabricated components is improving the closed-loop supply chain (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). This advantage comes from the fact that the construction of the components take place in one location, allowing for safe storage and inventory of materials (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). Moreover, it is also possible to accurately sort the created waste flows, either at the construction site or in a sorting installation, this is called source separation. This way high-quality reuse or recycling is possible for the building materials (RIVM, 2015). When exploring these alternatives, the other design strategies should not be neglected. For example, Strategy D: Designing for future-proofing, omitting things that are not needed now can affect customization options that may be needed in the future. As well as Strategy B: Design with reduced life cycle impact should not be neglected.

The described design strategy and its principles is provided in Table 2. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be 'measured'. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy A: Design for Prevention	Platform CB'23, 2021	Rijkswaterstaat, 2020	Rahla, Mateus & Bragança, 2021	Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020	RIVM, 2015	Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021	Devadula & Chakrabarti, 2015	Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling, 2018
1. Build only the bare necessary facilities.	x	x	x					
2. Choose the most efficient design								
I. Low material design					x	x		
II. Optimized number of componentens				x			x	
III. Prefabricated components			x	x	x	x		x
IV. Optimized number of materials				x			x	
3. Combine functions or objects.	x	x	x					

Table 2 - Strategy A

Strategy B: Designing for reduced life cycle impact

When considering Strategy B: designing for reduced life cycle impact, the impact of circular material use is weighed up by the consequences for the environmental impact and to provide insight into environmental performance in the use phase and at the end of its life cycle (Platform CB'23, 2021). To gain this insight, often a Life Cycle Assessment (LCA) will be made, this is an evaluation of the inputs, outputs, and potential environmental impact of materials throughout its life cycle (Cabeza, Rincón, Vilarño , Pérez, & Castell, 2013). Because of this insight the Life Cycle Assessment (LCA) have become important tools when designing future construction projects (Lawrence, 2015). By performing a LCA, the impact a project has on the environment can be assessed. Based on this assessment the most favourable project can be chosen. By the use of a LCA, alternatives can be assessed from multiple perspectives and be judged based on different criteria. The solution with the lowest environmental impact can then be considered (Alsema, Anink, Meijer, Straub, & Donze, 2016). Design choices that focus on improving environmental performance in the realization phase, use phase and end of life phase cannot be considered separately. Because the various measures and design choices are often related (Platform CB'23, 2021). For example: energy efficient measures, such as more efficient insulation and triple glazing instead of double glazing or designing an element for a life span of one hundred years. These measures can lead to a poorer environmental performance in realization. However, these measures lead to a better environmental performance in the use phase. In recap: More materials are used in the realization phase, however, the environmental impact due to energy usages during the lifespan is much lower therefore, the environmental impact within the total life cycle is reduced. Therefore, using an integral approach ensures that the impacts are assessed proportional to each other (Platform CB'23, 2021).

Because this strategy concerns the whole life cycle impact of a wastewater treatment plant it influences other design strategies. Strategy A: Designing for prevention, not building a project, results in the lowest environmental impact. When using Strategy D: Designing for future-proof, the structure has a longer use phase. Therefore, the impact made in the realization phase often will be bigger. However, if the use phase will be longer, the impact it will have on the environment will be spread over a longer period (Platform CB'23, 2021). Strategy E: Designing with secondary raw materials, lowers the impact of the project because no primary materials are being used to construct the project. But this may have consequences on the performance during the use phase because the materials have already been used and may not have the desired quality. Both durability and sustainability need to be considered.

The described design strategy and its principles is provided in Table 3. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be 'measured'. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy B: Design for reduced life cycle impact	Platform CB'23, 2021	Cabeza, Rincón, Vilarño, Pérez, & Castell, 2013	Alsema, Anink, Meijer, Straub, & Donze, 2016	Lawrence, 2015
1. Perform an LCA.	x	x	x	x
2. Determine the service life of a facility.	x	x	x	
3. Consider the amount of materials.	x		x	
4. Consider the type of materials.	x		x	x

Table 3 - Strategy B

Strategy C: Designing with reused objects

The different strategies and principles are often intertwined with each other. As demonstrated above another example is: when using the principle reduce, waste can be reduced by using prefabricated components and by recycling old components. This type of recycling is also another circular design strategy. Strategy C: Designing with reused objects describes the reuse of construction products or construction components/-elements (Platform CB'23, 2021). When designing a wastewater treatment plant, the selection of materials is important to achieve the circular construction goal. Materials for alternatives of higher quality tend to be more durable, easier to assemble and disassemble and are reusable and recyclable, which has a significant impact on the circularity of a project (Platform CB'23, 2021). Therefore, the lifespan of the material is longer so the element can handle several service lives. Also, less maintenance is often required since of the high quality of the material. This means the material can often be reused in new projects. Secondary building materials that can only be used for one life cycle are not circular building material (RIVM, 2015). In order to recycle materials, not only the recyclability of a material is important, but the material must also be able to be disassembled from other materials when the structure is demolished (RIVM, 2015). Therefore Strategy C: Design for recycling, has everything to do with design for disassembly. The reuse of disassembled components is a key step towards the circular economy of any industrial sector (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). 'Design for disassembly' is a design principle, with the intention to produce any given product in such a way that it is easy to disassemble into all its individual components (Jensen, et al., 2018). This design principle is of significant importance for a circular economy, it allows different components to fit into a closed material cycle. In order to realize useful 'Design for disassembly' various technical design features function as key factors in applying the strategy. Think of component durability, since the components can only be recovered if they remain intact during their use and end of life phase and/or longer (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020). To successfully recycle and reuse component, it is important that the materials used are robust, hard-waring, timeless and age naturally (Galle, et al., 2019). Durable components can withstand intensive use as well as repeated disassembly and reconstruction (Galle, et al., 2019). Because these components keep their value over time, it is more likely that the components will be used again in future structures (Galle, et al., 2019). Another important design feature to recover components is the reversibility of their connections without damaging the components (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020) & (Jensen, et al., 2018) & (Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021). The reversibility of the connections between the components determines the feasibility of disassembling components, without damaging them (OVAM, 2021). Only then can they become reused, and the sorting and recycling process can also run more efficiently. To optimize reuse of building components priority should be given to reversible connections, such as bolts and screws, but also Velcro or lime mortar (OVAM, 2021). Also, compatibility and standardization of dimensions is an important design feature for the reuse of disassembled components, since the components should fit into the new design of a wastewater treatment plant (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020). By applying standardized and compatible components, whose shape and size are coordinated arbitrarily chosen, building components can be selected and assembled into a unique new structure (OVAM, 2021). Because these products are easier to be reused for other/new project, Strategy C: Designing with reused objects becomes more interesting and easier to adapt to. The materials can be implemented more easily in new buildings, if the design of the new buildings allow it (Jensen, et al., 2018). If materials can be easier disassembled and assembled, it can be easier to reuse them at new construction sites (RIVM, 2015; Devadula & Chakrabarti, 2015; Attia & Al-Obaidy, 2021). Because components can easily be disassembled, it is easier to remove components that are broken and repair them or upgrade outdated technology (Jensen, et al., 2018). This makes it easier and cheaper to maintain and operate wastewater treatment plants (Jensen, et al., 2018).

The reclaimed building components can also be remanufactured or reused in order to reduce the consumption raw resources (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020). This way a second life is given to building components (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). The highest circular circle, the circle where materials keep the highest value, is the reuse circle in the Butterfly diagram of the Ellen Macarthur Foundation. Materials that are reused from previous construction sites contribute enormous to the circularity of the project, since no new materials are used for the construction of the project (Ellen Macarthur Foundation, 2013). So, materials should be reused in order to close the resource loops (Ellen Macarthur Foundation, 2013). Examples of materials that can be reused for new constructions are insulation materials, textile, concrete elements, and steel constructions ((Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020; Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). However, when reusing components compatibility should be kept in mind. Components can be easily reused in different wastewater treatment plants if the connections are reversible, there are versatile fixing systems, and standardized dimensions (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020). Modular design also helps Strategy C: Designing with reused objects. Modular construction is defined as “volumetric units that are generally fitted out in a factory and are delivered to the site as the main structural elements of the building” (Lawson, Ogden, & Goodier, 2014). When using modular design, an optimum life is assumed for the different parts of a building and there will be investigated into possibilities to replace components or elements rapidly and efficiently as ‘modules’ (RIVM, 2015). When constructing buildings in a modular way, there are often shorter build times. Another benefit is the good quality since it is factory-based construction process and there are pre delivery checks. Modular design is also important for circular construction since the elements can be produced more efficiently and can be repeated for projects with the same modular specifications (Lawson, Ogden, & Goodier, 2014). This means that a building that has been modular designed, can fulfil multiple functions during its life.

The described design strategy and its principles is provided in Table 4. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be ‘measured’. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy C: Design with reused objects	Platform CB'23, 2021	RIVM, 2015	Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling, 2018	Jensen, et al., 2018	Devadula & Chakrabarti, 2015	Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020	Attia & Al-Obaidy, 2021	Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020	Lawson, Ogden, & Goodier, 2014	Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021	Ellen MaArthur Foundation, 2013	OVAM, 2021	Galle, et al., 2019
1. Determin the service life of a component.				x		x		x		x			
2. Use durable components.				x	x	x		x				x	x
3. Design for disassembly													
I. Reuse components.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
II. Consider the type of connections.													
a) Consider the number of connections.													
b) Use easy reversible connections.	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x
c) Make connections easy accessible			x	x				x					x
III. Use compatible components.						x						x	x
IV. Use standardized dimensions for components.			x	x	x			x	x	x	x		
4. Use a modular design.		x		x				x	x	x	x		

Table 4 - Strategy C

Strategy D: Designing for future-proofing

Strategy D: Designing for future-proofing, it is stated that the design should be adaptable to future wishes and requirements (Platform CB'23, 2021). The building design should be flexible and functional with the ability to change the building function and use while reducing waste (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). A structure is technically adaptive if connections are detachable, accessible and being physically independent of each other (Platform CB '23, 2020). By making a structure adaptive, premature building demolishment can be prevented (European Commission, 2020). To realize this, a structure should be designed in a way that it is as flexible as possible without big adjustments. This way a structure can sustain its purpose and be adapted to the new set of requirements in order to fulfil a different use (RIVM, 2015). When making a structure adaptive the service life of the building as a whole can be extended (European Commission, 2020). This can be done by allowing the continuation of the intended use by refurbishing or replacing components (European Commission, 2020). It can also be done through possible future changes in use whilst having a focus on replacement and refurbishment of components (European Commission, 2020). To achieve this, aspects such as reusability, technical lifespan and releasability need to be looked at. If that is not an option, the materials should be at least in the biological or technical cycle, through recycling or composting, be absorbable (Platform CB'23, 2021). The components that have been replaced by new components because the structure is flexible and adaptive, which serve the new purpose of the structure, can be reused in new structures. In order to achieve this the components should be made durable. Durable components can withstand intensive use as well as repeated disassembly and reconstruction (Galle, et al., 2019). Because these components keep their value over time, it is more likely that the components will be used again in future structures (Galle, et al., 2019). For durable components it is important that the materials used are robust, hard-waring, timeless and age naturally (Galle, et al., 2019). In order to achieve flexibility and adaptability of structures, the connections between components should be reversible and interchangeable. When elements are interchangeable it is a low-cost operation, it prolongs the lifespan of a structure and old elements can be easier disassembled to be reused or recycled (RIVM, 2015). In order to disassemble structures, the design principle 'Design for disassembly' should be considered. 'Design for disassembly' is a design principle with the intention to produce any given product in such a way that it is easy to disassemble into all its individual components (Jensen, et al., 2018). For this design principle the reversibility of the connections is also an important design feature (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020; Jensen, et al., 2018; Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021). When components are designed to be disassembled, old components can easier be removed and the new components can easier be added in order to fulfil the needs. To optimize reuse of building components priority should be given to reversible connections, such as bolts and screws, but also velcro or lime mortar (OVAM, 2021). A design principle that should be considered for disassembly is layer independence. Layer independence is used to make materials independent from each other's lifespan for easier separation and material recovery (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). Independence of layers should be promoted to stimulate the reuse of components and enable for easier maintenance and refurbishment of components (European Commission, 2020). This way materials with a lower life span can be easily removed and replaced with new materials. This extends the life span of the structure as a whole. With layer independence the different layers of structures and objects are separated from each other so that they can be maintained, overhauled, and replaced, and capable of being revised for the use in new life cycles (Platform CB'23, 2021). In addition, modular design also helps designing an adaptable and future-proof wastewater treatment plant (European Commission, 2020). Because a modular designed exists out of different 'modules' (RIVM, 2015). This means that a wastewater treatment plant, which has been modular designed, can fulfil multiple functions during its life. This concept, which is modular design-related, is called 'adaptive design' (RIVM, 2015).

Because of this ‘adaptive design’ new or bigger modules can easily be added in order to increase the capacity if needed in the future. Therefore, modular built structures, potentially, play a fundamental role in ‘adaptive design’ (Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling , 2018). When designing a modular structure, the components that will be used for the element could be designed that the layers are independent of each other’s lifespan. This way maintenance can be performed more easily. If long-lasting building elements are made flexible, short-lasting elements can be easily changed (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). By adopting this circular design and construction practice, new constructions can be avoided. Because when a construction is flexible and adaptive up-valuing, upgrading, and refurbishing what already exists is easier (Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020).

The described design strategy and its principles is provided in Table 5. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be ‘measured’. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy D: Design for Future-proofing	Platform CB'23, 2021	Minunno, O'Grady, Morrison, Gruner, & Colling, 2018	Jensen et al., 2018	RIVM, 2015	Eberhardt, Birkved, Birgisdottir, 2020	Antonini, Boeri, Lauria, & Giglio, 2020	Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021	Galle, et al., 2019	OVAM, 2021	European Commission, 2020
1. Design for layer independence.	x		x	x	x	x		x	x	x
2. Use durable components.			x		x	x		x	x	
3. Design for adaptability/flexibility.										
I. Use a modular design.			x	x	x		x			x
II. Consider the type of connections										
a) Consider the number of connections										
b) Use easy reversible connections.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
c) Make connections easy accessible.	x	x	x					x		

Table 5 - Strategy D

Strategy E: Designing with secondary raw materials

When Strategy E: Designing with secondary raw materials is used, it states that the design should implement raw materials that have been used before or with residual flows from another product system (Platform CB'23, 2021). These materials are used in a way that they replace the primary raw materials (Platform CB'23, 2021). This is one of the main goals of the circular economy, protection of primary resources and reduce waste. In this design strategy, the emphasis is on re-deploying raw materials and not the reuse of components (see Strategy C: Design with reused objects) (Platform CB'23, 2021).The use of secondary raw materials is a promising replacement for finite virgin materials especially since construction works require vast quantities of raw finite materials (Meza, Pranjic, Vezocnik, Osmokrovic, & Lenart, 2021). To successfully apply this strategy, layer independence and pure materials are necessary. Pure material components require less processing before recycling and turning into a secondary raw material (Galle, et al., 2019). Since wastewater treatment plants are made up of different materials, that are connected to each other, it is important that these connections can be broken (van Vliet, van Grinsven, & Teunizen, 2021). This principle is layer independence, it is used to make materials independent from each other's lifespan for easier separation and material recovery (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020; Galle, et al., 2019). So, materials can be recovered more easily and be used as the raw materials for a new project. Another promising, often more cost-effective, and environmentally friendly alternative for the exploitation of finite raw materials, is the use of secondary raw materials that originate from a range of inorganic waste materials (Meza, Pranjic, Vezocnik, Osmokrovic, & Lenart, 2021). In order to be able to use secondary materials, years after it was initially used as a building material, it is important to have good information about the material available (RIVM, 2015). To obtain this information, investigations and detection methods are used that are part of the recycling process (RIVM, 2015). This information will be stored in a so-called material passport. To make the material passport work, the current state of the material must always be represented in the passport (Jensen, et al., 2018). So, it must be regularly updated if changes happen to the material. The passport is therefore the documentation of a material's history. This is rather important when you want reuse an element because it will be easier to determine whether a material is suited to be used as a secondary raw material (Jensen, et al., 2018). It will also help to understand how the component will be used/applied (European Commission, 2020). Based on all the information gathered about a certain material, a material passport will support the choices to be made during the recovery of materials from structures (European Commission, 2020). However, several challenges which occur when using secondary raw materials should be addressed. Using these materials, the long-term durability and the response of built construction works needs to be looked at (Meza, Pranjic, Vezocnik, Osmokrovic, & Lenart, 2021). To make this design strategy and construction even more successful, components could be standardized, and shapes and dimensions could be optimized. When components have a standardized design, it maximises the recovery of materials of the construction. This way they can easier be reused in new structures when an old structure is demolished (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). This also prolongs the lifespan of the component and there is way less new material needed for the construction of a new facility (Geldermans, 2016). When these components are designed to have optimized dimensions and shapes, less raw materials are needed to produce the component. If the component is optimized the people working on-site do not need to alter it since it has been optimized for its use. On-site waste is reduced (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020).

The described design strategy and its principles is provided in Table 6. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be 'measured'. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy E: Design with secondary raw materials	Platform CB'23, 2021	Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020	van Vliet, van Grinsven, & Teunizen, 2021	Geldermans, 2016	RIVM, 2015	Jensen, et al., 2018	Galle, et al., 2019	European Commission, 2020
1. Design for layer independence.		x	x		x	x	x	x
2. Use pure materials.	x		x			x	x	
3. Use a material passport.	x				x	x		x
4. Use standardized components.		x		x		x		
5. Reuse primary materials.	x	x			x	x		

Table 6 - Strategy E

Strategy F: Design with renewable raw materials

Strategy F: Design with renewable raw materials, is about designing using the maximal amount or exclusively with renewable resources of construction materials (Platform CB'23, 2021) & (Felton, Fuller, & Crawford, 2014). Renewable raw materials are grown, naturally replenished, or naturally purified on a human time scale. These renewable materials that can be renewed in relatively short time spans are viable for the use in construction (Lawrence, 2015). These materials consist of bio-based materials from plants and/or animals that can be harvested and regenerated within years or decades (Lawrence, 2015; Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021). This strategy is applicable, for example, with the use of material from sustainably managed renewable sources, as demonstrable sustainable forestry (Platform CB'23, 2021). A possibility to combine the concept of a circular economy and sustainability, it to select materials that are locally grown minimise the cost and environmental impact caused by transport (Galle, et al., 2019). Renewable raw materials, at the end of life, cause much less pollution if they are used in their natural state, rather than as a feed-tock for the production of polymers (Lawrence, 2015). Many of the current renewable materials can also function as a temporary storage of greenhouses gasses (Galle, et al., 2019). If these materials are used in their natural state, all these materials are biodegradable (Lawrence, 2015; Galle, et al., 2019). The renewable sources can also be depleted, but with management strategies it can be prevented. For example, selecting rapidly renewable materials. These materials should grow at least as fast as their functional service life to prevent depletion (Galle, et al., 2019). The use of renewable raw materials prevents the use of non-renewable raw materials and their possible depletion. It thus contributes directly to the protection of resources and the regenerating biotic and renewable abiotic raw materials (Platform CB'23, 2021). To ensure responsible use of renewable materials, well-documented labels that certify the responsible cultivation and resourcing of the material should be relied on (Galle, et al., 2019).

The described design strategy and its principles is provided in Table 2. An overview is given in a way the principles can be linked back to the article they came from. The principles are formulated in such a way that they can be 'measured'. This is done so it can be compared to the real-world wastewater treatment plant projects.

Strategy F: Design with renewable raw materials	Platform CB'23, 2021	Felton, Fuller, & Crawford, 2014	Lawrence, 2015	Çetin, De Wolf, & Bocken, 2021	Galle, et al., 2019
1. Use renewable raw materials.	x	x	x	x	x
2. Use biobased materials.		x	x		x
3. Use biodegrable materials.	x	x	x	x	x

Table 7 - Strategy F

4. Empirical pattern: Case study wastewater treatment plants

In order to gain insights into the current use of circular design strategies in the construction of wastewater treatment plants, a case study has been set up. In the literature review, six design strategies and their principles, to achieve circular construction, were identified and elaborated. During the case study, three different WWTPs were examined, these are Weert WWTP, Panheel WWTP and Tilburg WWTP. For these WWTPs it was examined which strategies and the associated principles are applied and what is considered when designing and constructing a WWTP. Three different sources of data gathering were selected to gather information about the WWTPs. These sources are documentation, interviews, and observations. The documents used, the transcripts of the interviews and the observations that have been made can be found in Appendix A. Based on the findings of this case study, an empirical pattern is created.

4.1 Cases

4.1.1 WWTP Weert

The Weert sewage treatment plant was built in the mid-1960s, and is subsequently expanded and adapted several times. The last major adjustments date from the years 1988/1989. The current treatment plant (WWTP) in Weert purifies the wastewater from the households and companies from the places Weert, Nederweert, Ospel, Budschop, Eind, Ell, Stramproy, Tungelroy and Altweerderheide. The treatment plant has a biological capacity of 3000 m3 per hour (rainwater drainage) (Stichting Nederlandse Watersector, 2022). The treated water is discharged into the Zuid-Willemsvaart.

Figure 2 - Aerial view of the WWTP in Weert, source: Mobilis.

Waterschapsbedrijf Limburg, the client, stated that the project includes the design and realization of a modular sustainable sewage treatment plant in accordance with the Verdygo principle that purifies the waste water from the Weert connection area at a level in accordance with the effluent requirements of the Water Framework Directive (Nadere offerteaanvraag WBL – Weert, Interview Project manager & Interview Tender manager). The Verdygo principle deviates from the traditional idea of sewage treatment plants.

Verdygo is a modular and sustainable sewage treatment plant that has been set up above ground. All technical equipment is designed in the form of container-sized and transportable “plug & play” system. A very important aspect of Verdygo is that it is very flexible, the installation consists of separate container modules and can easily be disconnected and be reused at another treatment plant. This is because the connections are reversible and easily accessible (Figure 5 & Figure 6). All the necessary equipment for Verdygo plants is built in standard container sized modules that are compatible with all WWTPs that are built in Verdygo style. Where the old installations cast in concrete are demolished, redundant Verdygo modules can be reused in other plants. Because of the modular system, new modules can be easily added to the current system in order to comply with future regulations (Interview Project manager). This makes a Verdygo style WWTP flexible and future-proof.

For this project the influent pumping station, the pre-settlement tank, the effluent building, and the rainwater storage of the old installation is preserved and reused (Nadere offerteaanvraag WBL – Weert). The influent pumping station and the pre-settlement tank are in need of renovation. Everything after that is replaced by the new biological treatment plant (Nadere offerteaanvraag WBL – Weert). The water flows from the influent building to the pre-settlement tank. In the influent building, two augers have been installed to raise the water and let it flow by gravitational forces to the pre-settlement tank. The augers were affected by H_2S gasses. For the renovation, the augers have been removed and that a new screw ribbon has been m mounted so that they could be reused (Interview Project manager). The concrete that was affected by the gasses was repaired. This way no pump was needed to lead the water around the installation. So, by renovating the old influent building, constructing a new pump stations was prevented. Next to this no new pre-settlement tank has been installed at the WWTP in Weert, the tank from the old installation is used for this (Nadere offerteaanvraag WBL – Weert & Interview Project manager). Only a new well has been added to this pre-settlement tank, which leads the water coming from the tank to the new installation (Interview Project manager). This tank was still in good condition, so there was no need to construct a new one. Only small adjustments were needed. By making this choice constructing a new tank is avoided and by making small adjustments the tank can be reused again in the new installation. From the pre-settlement tank the water flows to the new installation with Nereda purification technique (Interview Project manager). In order to lead the water from the pre-settlement tank to the new installation, the mowing area where the new installation is placed has been lowered (Interview Project manager, Figure 5& Figure 6). This way, the falling movement of the water is used to move it. As a result, no pump and pump building are needed to move the water. It was decided to excavate the surface because this cost less material and does not require maintenance. All this saves costs, because Mobilis has a multi-year contract for WWTP Weert and therefore also takes care of the maintenance of the WWTP (Interview Project manager & Nadere offerteaanvraag WBL – Weert). A clear consideration has therefore been made whether it is really necessary to build a pump building or whether there is another solution. The sand that was excavated for lowering the surface was used to fill the old aeration installation and old post-settling tanks, the rest is spread over the surface of the WWTP (Interview Project manager & Figure 10). As a result, the excavated sand did not have to be transported.

The containers of the Verdygo installation are placed on concrete slabs, these are prefabricated and can therefore also be moved if necessary (Figure 6 & Interview Project manager). The pipeline bridge is also easy to disassemble and be reused in new constructions, since it consists of a steel construction where bolts and nuts are used (Interview Project manager & Figure 7). Because of this, the pipeline bridge can also be adapted when more or less capacity is needed.

The pipes used are made of stainless steel, due to the aggressive water that flows through these pipes the highest and strongest stainless steel is needed. This makes the pipes very durable. In contrast to the existing installations, with large concrete tanks in the ground, the new installations are built entirely above ground (Figure 9 & Interview). These civil works should have a technical lifespan of 30 years (Nadere offerteaanvraag WBL – Weert). Due to the round shape of the tanks, the forces can be better distributed, and the construction is stronger (Interview Project manager & Interview Tender manager). As a result, less material is needed to construct the walls. This was a conscious choice by Mobilis, which saved them material and therefore money. The walls of the tanks are prefabricated, put in place one by one and then the floor is poured. The walls are smeared with a kind of toothpaste so that the tank is waterproof, but the walls are not stuck together (Interview Project manager). So, they are all separate components that are attached to the bottom plate. The walls are then tensioned one by one with a large tension steel cable. The tension steel ends up in a central wall element and the ends are greased and capped. These are not sealed with cement. In this way the tension steel can be easily removed. In theory, this makes it easier to reuse the walls. The only thing left to do after that is chop the walls off the bottom plate and clean them to reuse them (Interview Project manager).

However, this is only the theory, in practice there is a lot of doubt if this can actually be done and if it is viable. In practice this has not yet happened because these installations are just new. The future reuse of objects has therefore been considered. However, expanding the tanks and adding capacity by adding new wall elements to the tank is not possible because the foundation is not an element that can be altered. To drain the water to the Zuid-Willemsvaart, only a new pipe was laid from the new installation to the old effluent building. This building will be reused and therefore no new building has been built for this.

4.1.2 WWTP Panheel

The WWTP in Panheel was built in 1984 and purifies wastewater from the region. This purification is done biologically, with the help of bacteria in large, buried tanks. After purification, the wastewater goes to the Sleybeek. It can process 625 m3 per hour (rainwater drainage) (Stichting Nederlands Watersector, 2022). However, the requirements for the discharge of the treated water are becoming stricter. The old installation cannot meet these new requirements. It does not remove enough nitrogen and phosphate from the water. The requirements for the removal of medicine residues are also becoming stricter. Therefore, an adjustment of the installation is necessary.

Figure 3 - Aerial view of the new installation at WWTP Panheel, Source: Aquastruct.nl

Waterschapsbedrijf Limburg, the client, stated that the project includes the design and realization of a modular sustainable sewage treatment plant in accordance with the Verdygo principle that purifies the wastewater from the Weert connection area at a level in accordance with the effluent requirements of the Water Framework Directive.

This is the same principle used for the construction of the installation in Weert. The WTTP in Weert was constructed before the plant in Panheel, so the experiences gained from the Weert WWTP project have been taken into account as much as possible and knowledge has been shared, reducing the vulnerability and optimizing the chance to realize the project on time (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)).

For this plant, no pre-settlement tank is constructed and used, but a sand trap is constructed (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)). Because there is no pre-settlement tank, the sludge fermentation is eliminated (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)). The sludge is no longer fermented at location Panheel, as this location is too small in scale for an efficient exploitation (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)). The sludge is mechanically thickened in Panheel and transported to Weert to be fermented there in the existing sludge digester (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)). This was a choice made by the client. The current company building at the Panheel plant will be preserved and renovated. Also, the rain buffer and reception cellar are being preserved and are reused for the new installation (RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)).

These were not in need of any renovation. With the exception of these buildings, the entire installation has been rebuilt. The installation is very identical to the installation in Weert. Both make use of the Nereda purification technique and are built in Verdygo style. Containers with equipment are placed and can easily be connected and disconnected from the installation, they are based on the 'plug & play' idea. The construction of the tanks is also the same. The prefabricated walls are placed one by one, and the floor is then poured (Figure 12). Therefore, theoretical, they can easily be disassembled and reused again by chopping off the concrete at the bottom and hoping that the reinforcement does not break. Because of this the people of Mobilis are sceptical about the idea of reusing the concrete wall elements in practice. In Panheel, the pipeline bridge is also easy to disassemble and be reused in new constructions. The pipeline bridge consists of a steel construction where bolts and nuts are used to connect all the components of the bridge (Figure 13). Because of this, the pipeline bridge can also be adapted when more or less capacity is needed. The pipes used are also of high-quality stainless steel. When the water has gone through this purification process the effluent discharges in the Sleybeek.

4.1.3 WWTP Tilburg

The wastewater treatment plant in Tilburg purifies the wastewater from Tilburg, Udenhout, Berkel-Enschot and Biezenmortel. After purification, the sewage goes to the Zandleij. It can process 18,720 m3 per hour (rainwater drainage) (Stichting Nederlandse Watersector, 2022). In 2017, the energy factory was opened on the site of the Tilburg sewage treatment plant. Sludge from all sewage treatment plants of the De Dommel Water Board is processed and fermented here (Interview Work planner and Technical manager). This is where biogas is formed. A combined heat and power plant generates heat and electricity with this biogas. As a result, the Tilburg purification plant is energy neutral and even biogas is left over. The WWTP in Tilburg is undergoing a renovation in order to continue to comply with the legal requirements for safety and water quality. This the largest renovation is adapting the aeration tanks. The tanks must be fully provided with new aeration and recirculation, all to improve the nitrate removal (Interview Work planner and Technical manager). The WWTP is also getting a new power factory since the plant produces gasses from the activated sludge. The plant is running on these gasses; however it is producing more gas than needed. With this power factory the gasses produced can be turned into natural gas and can be connected to the gas network (Interview Work planner and Technical manager).

Figure 4 - Aerial view of WWTP Tilburg, Source: Waterschap De Dommel.

Prior to the start of this project, the De Dommel water board has stated project objectives. One of these objectives was the realization of a future-proof WWTP (Project management plan RWZI Tilburg). The De Dommel water board wants to be completely energy neutral by 2025 and will also start using its own green gas upgrading installation in mid-2022, where all the biogases can be converted into green gas that is supplied to the central gas network. The CO2 released during reprocessing is also stored. This project is currently in execution. The periphery is being conducted by Mobilis and the contractor for the green gas installation is Bright (Interview Work planner and Technical manager). For the foundation of the green gas factory, there was looked into if it was possible to construct the foundation out of geopolymer concrete (Interview Work planner and Technical manager). Geopolymer concrete does not contain any cement at all, but a combination of 'cement-replacing mineral substances' originating from known industrial residues such as blast furnace slag and fly ash and also from natural sources such as biomass ash or sediments such as river sludge. These substances are 'alkaline activated' with the help of substances such as water glass and soda (Mobilis , 2019). The material also has the same colour and appearance as traditional concrete; there are no visible differences (Mobilis , 2019). One of the most remarkable advantages of geopolymer concrete is the significantly lower CO2 footprint compared to traditional cement concrete (Mobilis , 2019). By choosing a different binding material, the CO2 impact of the building on the environment is reduced. However, constructing the foundation out of geopolymer concrete was no option. This because geopolymer concrete cannot be power floated yet (Interview Work planner and Technical manager). Mobilis is also doing the surfacing around the green gas factory. For this they place concrete slabs of two by two. You can easily reuse these slabs. These slabs can easily be removed and be used at new projects where surfacing is needed, and these slabs can be easily removed in order to create space for new construction (Interview Work planner and Technical manager).

Due to the strict legal requirements for safety and water quality, the aeration tanks of WWTP in Tilburg is in need of a renovation to fulfil the requirements of the amount of nitrate in the water. This is the biggest project that will be executed on WWTP Tilburg. Currently the requirement for the amount of nitrate in the water is 10 milligrams per litre, the WWTP in Tilburg is finding it very difficult to keep up with that requirement (Interview Work planner and Technical manager). To tackle this problem, the aeration tanks are in need of new aeration system and new recirculation. The goal is to have around 6.5 to 7 milligrams of nitrate per litre (Interview Work planner and Technical manager). The current aeration system is dish aeration, the new system will consist out of plate aeration. This current aeration systems consists out of stainless-steel air pipes that lead the air to the tanks (Figure 16). Since this project is still in the design phase, it is taken into consideration to reuse the stainless-steel pipes. However, it can only be done if the needed airspeeds can be achieved with these old pipes (Interview Work planner and Technical manager). The reuse of these stainless-steel pipes is being considered due to the high inflation and the war currently in Ukraine. Buying new stainless-steel pipes is way too expensive compared to reusing the current pipes. These pipes are still in a relatively good condition and can easily last another 25 years (Interview Work planner and Technical manager). The aeration pipes, reused or new, will be installed above ground. This way, in the future, they can be easily disconnected (Interview Work planner and Technical manager). So, they can be adapted to meet the new requirements and be reused again. The current aeration tanks that are installed on the plant in Tilburg are also reused again (Interview Work planner and Technical manager & Figure 15). No new volume or new tanks are added. To achieve the needed new recirculation of the air around the plant, new compressors are needed. The WWTP plant of Tilburg consists out of three streets, three locations where air needs to be pumped to. These streets run parallel to each other.

The new compressors are bigger than the current ones on the plant (Figure 18). Because of this the option occurred to construct a new compressor building only for street 1 and use the old building for street 2 and 3 (Interview Work planner and Technical manager). This option was prevented since they are putting the new compressors very precisely in the old building (Figure 17). Because of this new construction is prevented and old construction is reused again.

For the WWTP in Tilburg a study being conducted whether they are going to renovate the current influent pumping station, screen cleaning and the intermediate pumping station or that or that these facilities are newly built. The outcome of this studies still uncertain, the cost is about the same (Interview Work planner and Technical manager). This shows that Mobilis, together with the client, is actively looking for circular solutions. However, renovating is only still an option because the costs of new construction does not differ that much from renovating the facilities. If the costs of renovation were significantly more, a new construction would be built.

5. Pattern matching

To compare the theoretical pattern to the empirical pattern, the technique of pattern matching is used. The theoretical pattern is based on six design strategies for circular construction. These were defined by supporting principles based on scientific literature. It is assessed if Mobilis uses the six strategies in practice and if so, how does Mobilis apply these principles. The empirical pattern is created based on the findings in the documentation, interviews that have been held and observations that were made. The strategies and their principles are displayed in Table 8. An overview is given in a way the principles can be linked back to which source the principle was found in. The strategies and principles are defined the same way as in the theoretical pattern. This is done so good comparisons can be made.

	WWTP Weert	WWTP Panheel	WWTP Tilburg
Strategy A: Design for Prevention			
1. Build only the bare necessary facilities.	Prevented the construction of new influent building, pre-settlement tank, rain buffer and effluent building	Prevented the construction of new company building, reception cellar and rain buffer	Prevented the construction of a new compressor building
2. Choose the most efficient design			
I. Low material design	Constructing round tanks with prefabricated concrete walls	Constructing round tanks with prefabricated concrete walls	Make an optimal design
II. Optimized number of componentens			
III. Prefabricated components	Prefabricated concrete wall elements for the tank	Prefabricated concrete wall elements for the tank	
IV. Optimized number of materials	Make an optimal design	Make an optimal design	
3. Combine functions or objects.			
Strategy B: Design for reduced life cycle impact			
1. Perform an LCA.			
2. Determine the service life of a facility.	The civil work should last for 30 years		
3. Consider the amount of materials.	Make an optimal design	Make an optimal design	Make an optimal design
4. Consider the type of materials.	Considering the use of geopolymer concrete	Considering the use of geopolymer concrete	Considering the use of geopolymer concrete
Strategy C: Design with reused objects			
1. Determin the service life of a component.	The civil work should last for 30 years		
2. Use durable components.	Use of stainless steel	Use of stainless steel	Use of stainless steel
3. Design for disassembly			
I. Reuse components.	Reuse of influent building, pre-settlement tank, rain buffer and effluent building	Reuse of company building, reception cellar and rain buffer	Reuse of compressor building
II. Consider the type of connections.			
a) Consider the number of connections.			
b) Use easy reversible connections.	Use of bolts and nuts	Use of bolts and nuts	Use of bolts and nuts
c) Make connections easy accessible	Installation and pipelines constructed above ground	Installation and pipelines constructed above ground	Pipelines constructed above ground
III. Use compatible components.	Use of Verdygo modules	Use of Verdygo modules	
IV. Use standardized dimensions for components.			
4. Use a modular design.	Use of Verdygo technique	Use of Verdygo technique	
Strategy D: Design for future-proofing			*Documentation 1*
1. Design for layer independence.			
2. Use durable components.	Use of stainless steel	Use of stainless steel	Use of stainless steel
3. Design for adaptability/flexibility.			
I. Use a modular design.	Use of Verdygo technique	Use of Verdygo technique	
II. Consider the type of connections			
a) Consider the number of connections			
b) Use easy reversible connections.	Use of bolts and nuts	Use of bolts and nuts	Use of bolts and nuts
c) Make connections easy accessible.	Installation and pipelines constructed above ground	Installation and pipelines constructed above ground	Pipelines constructed above ground
Strategy E: Design with secondary raw materials			
1. Design for layer independence.			
2. Use pure materials.			
3. Use a material passport.			
4. Use standardized components.			
5. Reuse primary materials.	Use of concrete granulate	Use of concrete granulate	Use of concrete granulate
Strategy F: Design with renewable raw materials			
1. Use renewable raw materials.			
2. Use biobased materials.			
3. Use biodegrable materials.			

Table 8 - Empirical pattern of the three WWTPs

1-In the project management plan of Tilburg it is explicitly said the objective is to realize a future-proof WWWTP. However, no further elaboration was given on how this objective will be realized.

5.1 Strategy A: Design for prevention

Design for prevention, focuses on prevention of the use of products, elements, or materials (Platform CB'23, 2021). For this strategy, the principle of using prefabricated components to prevent material use, is mentioned the most in literature. The use of prefabricated components was used for the construction of the tanks at WWTP Weert and Panheel. By prefabricating the concrete walls and placing them one by one in a circle, the thickness of the walls decreases from 37 cm to 17 cm. For a tank with a height of 7m and 26m in diameter, this is a very significant material reduction. This way the use of more concrete is prevented.

Building only the bare necessary facilities and cleverly combining functions or objects were also often mentioned as principles in relevant literature. The interviewees indicated that if there was an option between constructing a new facility or renovating and reusing existing facilities, often facilities were newly constructed. This because constructing a new facility or renovating the existing facility are often almost equal in costs. Because of this, the client will almost always opt for a new facility. However, in Weert, Panheel and Tilburg the existing facilities did not need too much renovating and were useful to reuse again. Therefore, the construction of a few facilities were prevented, thus also saving costs. Cleverly combining function or objects at the WWTPs were not mentioned by any source.

When choosing the most efficient design, a low material design, optimizing the number of components and optimizing the number of materials were the least mentioned by the literature. However, in reality, a low material design is almost always chosen. Because this results in lower costs when constructing the facility, this is currently the main driver for choosing the design according to the Tender manager. When choosing a low material design the amount of components and materials uses will almost always be optimized, since more components and materials will result in more costs. A good example is the prefabricated concrete tanks at the WWTPs in Weert and Panheel. Mobilis weighted the amount of concrete used by pouring the walls to prefabricating the walls. The amount of materials used in the prefabricated is significantly lower than pouring the walls so this design choice was made.

Overall, this strategy is often used. This has been applied at all three WWTPs, by renovating current buildings and reusing them in order to prevent new structures being built. In addition, in two of the three treatment plants, prefabricated walls were chosen to prevent extra material from being used.

5.2 Strategy B: Design for reduced life cycle impact

Designing for reduced life cycle impact, needs weighting the impact of circular material use to the consequences for the environmental impact, to provide insight into environmental performance in the use phase and at the end of its life cycle (Platform CB'23, 2021). For this strategy, the use of an LCA was the most mentioned principle. For the WWTPs in Weert, Panheel and Tilburg, no source mentioned an LCA was performed. However, the Co2 emissions produced by constructing WWTPs is considered by Mobilis. For WWTP Weert and Panheel this is done by two other principles mentioned by the literature, considering the amount of material and the type of material.

For Weert and Panheel the same type of tanks are constructed. Due to the prefabrication of the concrete walls, less concrete is used. Using less concrete leads to a decrease in co2 emissions, due to the fact concrete has a large carbon footprint. At least 8% of global emissions caused by humans come from the cement industry alone (Nature, 2021).

For all three of the WWTPs the type of material is considered. For the construction of the concrete elements, it has been considered to replace the cement with a geopolymer. One of the most remarkable advantages of geopolymer concrete is the significantly lower CO2 footprint compared to traditional cement concrete (Mobilis , 2019). By choosing a different binding material, the CO2 impact of the building on the environment is reduced. Because there is no large track record of constructing with geopolymer concrete, the client is less willingly to support such solutions.

Determining the service life of a facility was also mentioned in literature. This is an important principle. When a construction is needed for 100 years instead of 30 years, a lot more materials and often more maintenance is needed to complete this service life. The more materials and maintenance are needed, the higher the impact on the environment. Only for WWTP Weert a source was found that provided the service life of the facility. For the other WWTPs the determined service life was not found.

This strategy is still rarely used in the design and construction of WWTPs. Although, a lot of attention is already being paid to the type of material that is used. The possibility of applying geopolymer concrete is increasingly being considered.

5.3 Strategy C: Design with reused objects.

Designing with reused objects describes the reuse of construction products or construction components/-elements (Platform CB'23, 2021). So based on the literature the reuse of components is essential when designing with reused objects. In order to reuse construction products or elements, the literature states that design for disassembly is very important. For all three WWTPs, some new construction is prevented. Because the old constructions are renovated and reused again. For the WWTP in Weert the company building, the influent building, pre-settlement tank and effluent building were reused. The new design for this plant is designed with the reuse of these facilities in mind. For the WWTP in Panheel this is done with the company building the and the reception cellar. For the WWTP in Tilburg the compressor building will be reused again. Another thing that most likely will be reused at the WWTP in Tilburg are the stainless-steel pipes that lead air all over the WWTP. At the WWTP in Weert and Panheel, the tanks are designed with reuse in mind. The walls of the tanks are constructed in such a way that it can be possible to reuse them again in future projects. In order to make disassembly and the reuse of components more easy and more effective, the literature states that the reversibility and accessibility of connections should be easy. For the WWTPs in Weert and Panheel the Verdygo principle was applied. Verdygo makes use of standardized and compatible modules that can transferred between plants. The connections of the modules to the installations are easily reversible and accessible.

Because Verdygo is based on the modular principle, found in the literature, redundant modules can be reused again at other WWTPs. The pipeline bridge of WTTP Weert and Panheel consists out of steel components connected with reversible and accessible connections. Therefore, the components of the pipeline bridge can also easily be reused. The pipes at WWTP Weert, Panheel and Tilburg all consists out of the durable and strong stainless steel. The connections on these pipes are also reversible and easily accessible as these are installed above ground, making them suitable for reuse. The current pipes at WWTP Tilburg will be reused again if the diameter allows for the needed airspeeds.

The other principles found and mentioned in literature were not found in the empirical study.

This strategy is only being used to a limited extent in the design and construction of WWTPs. However, the reuse of components is increasingly being looked at due to the increasing cost of prices due to inflation and the war in Ukraine.

5.4 Strategy D: Design for future-proofing

Designing for future-proofing stated that the design should be adaptable to future wishes and requirements (Platform CB'23, 2021). For this strategy the principles of using accessible and reversible connections are mentioned the most in literature. The WWTPs in Weert and Panheel are constructed following the Verdygo principle. Verdygo is a modular construction system for the equipment used at the WWTPs. A modular design is also defined as principle of designing for future-proofing by literature. These principles make that the installation is very easy to adapt. The separate container modules can be easily connected and disconnected because of the easily accessible and reversible connection. If in the future the capacity of the installation needs to be increased or decreased, modules can be added or removed in order to keep up with the demand. In addition, new modules with extra purification steps, such as the removal of medicine residue, can easily be added in the future due to this system. This makes a Verdygo style WWTP flexible and future-proof. Next to this the pipeline bridge is also easy to disassemble since it consists of a steel construction where bolts and nuts are used. Because of this, the pipeline bridge can also be adapted when more or less capacity is needed in the future. The pipes used are made of stainless steel, due to the aggressive water that flows through these pipe the highest and strongest stainless steel is needed. This makes the pipes very durable.

For the WWTP in Tilburg durable stainless-steel pipes are used that provide the air circulation. Using durable components is also a principle mentioned in the literature that helps the strategy design for future-proofing. These pipes are constructed above ground making them easy to access. The connections between pieces of pipes are also above ground and reversible. Making them easy to move and adapt for future upgrades.

This strategy is well applied at the WWTP in Weert and Panheel using the Verdygo modules. This strategy is hardly applied at the WWTP in Tilburg, and it is therefore more difficult to make it future-proof. While the Project management plan of Tilburg clearly stated this as an objective

5.5 Strategy E: Design with secondary raw materials

Designing with secondary raw materials means that the design should implement raw materials that have been used before or are made of residual flows from another product system (Platform CB'23, 2021). The literature stated 5 principles to do this most effective way possible, one of these principles is the reuse of primary materials. The reuse of primary materials has been done by Mobilis. When pouring concrete elements, they use concrete granulate from old concrete components from old projects in the new concrete.

Another principle is designing for layer independence, this principle was mentioned the most in literature. For the three WWTPs, designing for layer independence was not mentioned anywhere. The other principles mentioned by literature were the use of pure materials, the use of a material passport and standardized components. The use of pure materials, a material passport and standardized components has also not been mentioned for any of the three WWTPs.

This strategy is rarely used in the construction of the WWTP. The focus is mainly on the reuse of concrete, in the form of concrete granulate.

5.6 Strategy F: Design with renewable materials

Design with renewable raw materials is about designing using the maximal amount or exclusively with renewable resources of construction materials (Platform CB'23, 2021). The literature states that designing with renewable materials the materials should be biobased and biodegradable. Sewage water enters at WWTP. This water is very aggressive and destroys materials very quickly. As a result, construction with materials of the highest and strongest quality is necessary. It is therefore very difficult to construct with renewable materials. If this is done anyway, it is expected that Mobilis will have a lot of maintenance, leading to high costs. In addition, the constant replacement of materials is also not desirable and ultimately not circular. If the demand for renewable raw materials exceeds the supply, these renewable sources will eventually also be depleted. This is the reason this strategy is not used. People are increasingly looking at places where they can, for example, construct with wood. Think, for example, of building a pipeline bridge of wood. This is already being conducted at Terwolde WWTP. WWTP Terwolde is not a Mobilis project and that is why it is not considered further.

6. Discussion

6.1 Contributions

Constructing buildings has considerable environmental impacts, it contributes to resource consumption and waste generation. By implementing the principle of a Circular Economy these issues can be addressed. Circular Economy strategies focus on slowing, narrowing, and closing material loops. With these strategies the unresolved issues that result from the construction industry can be decreased. Many companies in the construction industry implemented circular economy initiatives. However, a wide-scale adoption of these initiatives is not adopted yet and the implementation of the current circular construction design strategies are fragmented (Eberhardt, Birkved, & Birgisdottir, 2020). This research mapped which design strategies are most dominantly being linked to the concept of circular economy concerning construction and what principles belong to these strategies. Because comparisons between theory and empirical patterns have been made, for Mobilis it became clear what strategies have already been implemented and where improvements can be made.

6.2 Recommendations Mobilis

When designing the WWTPs that have been selected for this research, Mobilis came up with good circular construction ideas/solutions. However, these good solutions are poorly or even undocumented. This makes it difficult for future projects to find these good circular ideas/solutions. By better documenting these solutions within Mobilis, these solutions can be more easily applied in future projects and even improved. Also promoting design strategies for circular construction would benefit Mobilis. The design strategies are still relatively unknown within Mobilis. By promoting the circular economy and the circular design strategies, circular solutions are more likely to be applied to new projects Mobilis will be carrying out. In addition, it would be good for Mobilis to already identify certain circular solutions during the tender phase of the project and then to record them in the EMVI document. When the solutions are included in the EMVI[1] document, Mobilis is obliged to implement these as well. This gives Mobilis a big stick to build even more circular.

6.3 Limitations

As with all research, the case study approach is not without its limitations. Case study research has sometimes been criticised for lacking scientific rigour and providing little basis for generalisation (Yin, 2009). There are several ways to address these concerns, including: the use of respondent validation and transparency throughout the research process (Crowe, et al., 2011). Respondent validation is done by showing the interviewees Table 1. After this table was shown questions were asked what strategies and principles were applied and how they were applied at their project. To achieve transparency for this research all the steps involved in case selection, data collection and the reasons for the methods chosen have been described in detail. The limitation of the performed literature is the reliance on previously published articles and the availability of these articles. To gather the most relevant articles, criteria have been set which the articles should meet.

The selected WWTPs case projects that Mobilis conducts, are done in an alliance. The actual design is therefore done by an external agency, Tauw. As a result, the actual design processes could not be viewed. These documents contain the entire design process and indicate which choice is made and why. In addition, there was little or no relevant documentation about the projects. As a result, valuable information about circular solutions may have been missed.

6.4 Suggestions for future research

Due to the limited time, some aspects of this research could be investigated more deeply. First, the selected strategies. For this research six design strategies, selected from Platform CB ’23, are looked into. However, the circular construction design does not only consist of these six design strategies. These six strategies could be extended for future studies in order to create an even more complete overview of circular design strategies that could be implemented in the construction industry. Second, this research focusses on wastewater treatment plants only. The construction industry consists of much more than just building wastewater treatment plants. For future research, the study could be extended to multiple branches within civil construction. Finally, the limited number of selected cases and interviews. Due to the limited time for this research, only a limited number of cases could be selected, and a limited number of interviews could be conducted. As a result, only a small part has been depicted. For future research, where more time is available, more cases could be selected, and more interviews could be conducted.

[1] Please see Glossary

7. Conclusion

The goal of this study is to answer the question: “How is circularity part of the design and construction of new wastewater treatment plants?”. This question is answered by comparing the theoretical pattern to the empirical pattern. It can be concluded that Mobilis applies circular strategies in the design and construction when this has no major consequences for the budget. Within Mobilis, more and more attention is being paid to circular construction. The focus on the reuse of materials and components or preventing construction is becoming increasingly attractive these days. This is partly due to high inflation and the war in Ukraine. As a result of these two unfortunate developments, the prices of new materials are rising exponentially, and it is becoming more attractive to reuse materials and components or even whole buildings in order to prevent new construction. In addition, Mobilis often must be stimulated by the customer, Think of the future-proof design of the modular installation principle of Verdygo. The client demanded this design choice. This is because certain points must be scored in order to win the project in a public tender. If the emphasis in the tender requirements is not about sustainability and circularity, then little or no solutions are offered. However, a brainstorm on sustainability before the construction phase is increasingly being offered for projects. Here the contractor, Mobilis, can offer the customer sustainable and circular opportunities. The client then decides whether it will implement the solutions. Studies on renovation compared to new construction are conducted, for example the study the technical manager is doing for WWTP Tilburg. These studies support to well-considered choices on the saving of materials if a building can be reused and renovated. The use of renewable materials, such as wood, is often still avoided because it is difficult at water treatment plants. At water treatment plants you must deal with H2S gases, due to the aggressive nature of the water, it affects the renewable materials faster. As a result, materials must be replaced quickly and Mobilis continues to maintain and replace parts. This is not circular and sustainable in the long term and costs a lot of money.

In conclusion, Mobilis is well on its way to sustainable and circular construction for wastewater treatment plants. However, the customer must be open to it and approve the circular solutions. In addition, the costs also play an influential role. When circular solutions become too expensive, they are often not implemented.

Bibliography

Alsema, E., Anink, D., Meijer, A., Straub, A., & Donze, G. (2016). Integration of Energy and Material Performance of Buildings: I=E+M. *Energy Procedia*, 517-528.

Antonini, E., Boeri, A., Lauria, M., & Giglio, F. (2020). Reversibility and Durability as Potential Indicators for Circular Building Technologies. *MDPI*.

Attia, S., & Al-Obaidy, M. (2021). Design criteria for circular buildings.

Baldwin, A., Poon, C.-S., Shen, L.-Y., Austin, S., & Wong, I. (2009). Designing out waste in high-rise residential buildings; analysis of precasting methods and traditional construction. *Renewable Energy*, 2067-2073.

Barbour, R. (2001). Checklists for improving rigour in qualitative research: a case of the tail wagging the dog? *BMJ*, 322:1115-1117.

Benachio, G. L., Freitas, M. d., & Tavares , S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature. *Journal of Cleaner Production*.

Bonciu, F. (2014, December). *The European Economy: From a Linear to a Circular Economy*. Romanian Journal of European Affairs.

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilarño , V., Pérez, G., & Castell, A. (2013). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 394-416.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2019). *Materiaalmonitor 2014-2016, gereviseerde cijfers.* Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Çetin, S., De Wolf, C., & Bocken, N. (2021). Circular Digital Built Environment: An Emergin Framework. *Sustainability*.

Chau, C., Xu, J., Leung, T., & Ng, W. (2016, January). *Evaluation of the impacts of end-of-life management strategies*. Elsevier .

Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). The case study approach. *BMC Mdical Research Methodology*, 11:100.

Devadula, S., & Chakrabarti, A. (2015). Design strategies for circular economy. *Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED15)*.

Eberhardt, L. C., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). Building design and construction strategies for a circular economy. 22.

Ellen Macarthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy.* Ellen Macarthur Foundation.

European Comission. (2020, March). Circular Economy Action Plan.

European Commission. (2020). *Circular Economy - Principles for Building Design.* European Commission.

Felton, D., Fuller, R., & Crawford, R. H. (2014). The potential for renewable materials to reduce the emobied energy and associated greenhouse gas emissions of medium-rise buildings. *Architectural Science Review*, 31-38.

Galle, W., Vandervaeren, C., Poppe, J., Cambier, C., Elsen, S., Lanckriet, W., . . . Verswijver, K. (2019). *Building a Circular Economy. Design Qualities to Guide and Inspire Building Designers and Clients.* Brussels: Vrije Universiteit Brussel, VUB Architectural Engineering.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. (2016). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Elsevier*, 757-767.

Geldermans, R. (2016). Design for change and circularity - accomodating circular materials & product flows in construction. *Energy Procedia*, 301-311.

George, A., & Bennet, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences.* Cambridge, MA: MIT Press.

Hak, T., & Dul, J. (2009, June). *Pattern matching*. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Managment (ERIM).

Jensen, K. G., Sommer, J., Falk, N. W., Nielsen, G. K., Hastrup, A., Christensen, C. ø., . . . Kristensen, R. (2018). *Building a circular future.* Denmark: GXN INNOVATION.

Kivunja, C., & Kuyini, A. B. (2017, september 5). Understanding and applying research paradigms in educational contexts.

Lawrence, M. (2015). Reducing the Environmental Impact of Construction by Using Renewable Materials.

Lawson, M., Ogden, R., & Goodier, C. (2014). *Design in modular construction.* Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.

Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry.* Newbury Park: Sage Publications.

Mason, J. (2002). *Qualitative researching.* London: Sage.

Meza, S., Pranjic, A. M., Vezocnik, R., Osmokrovic, I., & Lenart, S. (2021). Digital Twins and Road Construction Using Secondary Raw Materials. *Journal of Advanced Transportation*, 12.

Miles, M., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook.* CA: Sage Publications Inc.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS, WVL). (2020). *Circulaire ontwerpprincipes Rijkswaterstaat [Factsheet].* Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M., Gruner, R. L., & Colling , M. (2018). Strategies for Applying the Circular Economy to Prefabricated Buildings. *MDPI*.

Mobilis . (2019). *Geo Beton*. Retrieved from Mobilis.nl: https://www.mobilis.nl/nl/geo-beton

Mobilis . (2021, September 15). *Raamcontract RWZI Tilburg gegund aan de combinatie Mobilis-Croonwolter&dros*. Retrieved from Mobilis.nl: https://www.mobilis.nl/nl/actueel/raamcontract-rwzi-tilburg-gegund-aan-de-combinatie-mobilis-croonwolterdros

Nagapan, S., Rahman, I. A., Asmi, A., Memon, A. H., & Latif, I. (2012). Issues on Construction Waste: The Need for Sustainable Waste Management. *IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering (CHUSER)*, 325 - 330.

Nature. (2021). Concrete needs to lose its colossal carbon footprint. *The international journal of science*, 593-594.

OVAM. (2021). 24 ontwerprichtlijnen veranderingsgericht bouwen.

Platform CB '23. (2020). *Measuring circularity: Working agreements for circular construction.* Platform CB '23.

Platform CB'23. (2021). *Circulair ontwerpen: werkafspraken voor een circulaire bouw.* Platform CB'23.

Rahla, K. M., Mateus, R., & Bragança, L. (2021). Implementing Circular Economy Strategies in Buildings - From Theory to Practice. *applied system innovation*.

Rahla, K., Mateus, R., & Bragança, L. (2021). Implementing Circular Economy Strategies in Buildings - From Theory to Practice. *Applied System Innovation*.

RIVM. (2015). *Circular economy in the Dutch construction sector: a perspective for the market and government.* Rijkswaterstaat - Water, Verkeer en Leefomgeving / National Institute for Public Heaalth and the Environment (RIVM).

Rizos, V., Tuokko, K., & Behrens, A. (2017, April). *The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts*. CEPS.

RWB. (2019). *Uitbreiding en verduurzaming rwzi Weert*. Retrieved from RWB Water.

Sinkovics, N. (2018). *Handbook of Qualitative Business and Management Research Methods.* Thousand Oaks, US: SAGE.

Stake, R. (1995). *The art of case stuy research.* London: Sage Publications Ltd.

Stichting Nederlands Watersector. (2022). *RWZI - Panheel*. Retrieved from watersector.nl: https://watersector.nl/rwzi/181/rwzi

Stichting Nederlandse Watersector. (2022). *RWZI - Tilburg*. Retrieved from watersector.nl: https://watersector.nl/rwzi/141/rwzi

Stichting Nederlandse Watersector. (2022). *RWZI - Weert*. Retrieved from watersector.nl: https://watersector.nl/rwzi/184/rwzi

Stucky, H. L. (2013). Three types of interviews: Qualitative research methods in social health. *Journal of Social Health and Diabetes*, 56-59.

Tam, V. W., & Tam, C. (2006, January). *A review on the viable technology for construction waste recycling*. Elsevier.

Trochim, W. (1985). Pattern-matching, validity, and conceptualization in program-evaluation. *Evaluation Review*, 575-604.

Trochim, W. (1989). Outcome pattern-matching and program theory. *Evaluation and Program Planning*, 355-366.

Trochim, W., & Donnelly, J. (2008). *Research methods knowledge base.* Mason, Ohio: Atomic Dog/ Cengage Learning.

Trochim, W., & Linton, R. (1986). Conceptualization for planning and evaluation. *Evaluation and Program planning*, 289-308.

United States Environmental Protection Agency. (2021). Sustainable Management of Construction and Demolition Materials. *United States Environmental Protection Agency*.

van Vliet, M., van Grinsven, J., & Teunizen, J. (2021). *Circular Buildings: Meetmethodiek losmaakbaarheid.* Dutch Green Building Council.

Yin, R. K. (2009). *Case study research, design and method.* London: Sage Publications Ltd.

Appendices

Appendix A

Sources used for the empirical part

WWTP Weert

Documentation:

- *Project management plan RWZI Weert*
- *Nadere offerteaanvraag WBL – Weert*
- *Voorontwerp – concept V1*

Interviews:

- *Interview Project manager*
- *Interview Tender manager*

Observations:

Figure 5 - Verdygo installation on the lowered surface

Figure 6 - Verdygo installation with containers

Figure 7 - Pipeline bridge at WWTP Weert.

Figure 8 - Wall element where the horizontal tension cable come together

Figure 9 - Prefab wall element tank

Figure 10 - Excavated sand spread into the old installation

Figure 11 - The preserved rainwater storage.

WWTP Panheel

Documentation:

- *Project management plan RWZI Panheel*
- *RWZI Panheel voldoen aan KRW-eisen per 2021 Projectbrief (inhoudelijk deel)*

Interviews:

- *Interview Work planner and Technical manager*
- *Interview Tender manager*

Observations:

Figure 12 - Prefabricated walls being installed one by one (Same principle was used for WWTP Weert), Source: Aquastruct

Figure 13 - Reversible connections on the pipes, Source: Mobilis

Figure 14 - Finished WWTP Panheel with the blue modules and the preserved rainwater storage, Source: Mobilis.

WWTP Tilburg

Documentation:

- *Project management plan RWZI Tilburg*

Interviews:

- *Interview Work planner and Technical manager*

Observations:

Figure 15 - Aeration tank, with the old air pipes that most likely will be reused.

Figure 16 - The current pipes that lead air around the WWTP.

Figure 17 - The current compressor building that will be reused.

Figure 18 - The current compressors in the compressor building. The new compressors will be precisely fit in this room.

Figure 19 - Pipes below the compressor room that will be reused to lead air around the WWTP.

Appendix B

Transcripts of the conducted interviews.

First interview

Tender manager **within Mobilis and has led the tender of WWTP Weert, Panheel and Stein, among others.**

We first introduced each other and then the interview started. This interview was about the locations Weert, Panheel and Stein. Only the Weert, Panheel and Tilburg locations are relevant for my research. The Tender manager did not participate in the Tilburg tender, but he still had documentation for me about it. In addition, the tender manager is now working on the tender for WWTP Gaarkeuken, this project has not yet been officially won by Mobilis. This interview gives me an impression of how Mobilis starts on a project and which choices are made consciously in advance by Mobilis.

Tender manager: Een ander groot verschil met met de zuiveringen die in Weert, Panheel en Stein, dus voor het waterschap bedrijf Limburg zijn gebouwd, is dat die ook nog modulair zijn. En dat is natuurlijk ook al weer een begrip wat heel dicht aanschurkt tegen duurzaam en circulair.

Jurre Brinkman: Ja.

Tender manager: Dus daar heb je eigenlijk het principe van de tanks bouwen, het bouwen van ronde tanks in plaats van rechthoekige tanks, dat is hetzelfde dus ook met prefab wanden en daar zijn de leidingen die liggen allemaal in een leidingbrug, dus alle aan en afleidingen zitten op de stalen leidingbrug, waardoor je dus niks in de grond hebt liggen. Of nou bijna niks. Daar zitten alle installaties in containers. Dus als je de foto's ook ziet van bijvoorbeeld Weert, dan zie je allemaal blauwe containers staan. En dat is volgens het zogenaamde Verdygo principe en dat is iets wat het waterschap bedrijf Limburg heeft zelf heeft ontwikkeld met het idee: ja, we hebben een x-aantal zuiveringen en ja, als we nou merken dat bijvoorbeeld zuivering één veel meer belast wordt, dan kunnen we eventueel zo'n container bij een andere zuivering weghalen aankoppelen en kunnen we bijvoorbeeld de beluchtingscapaciteit verhogen, waardoor we dus meer water kunnen zuiveren, noem maar even iets. Of we zetten in de toekomst een extra container ertussen waar het water doorheen gaat, zodat je medicijn resten uit het water kunt halen. Da's een beetje het idee daarachter. Ja en dat is natuurlijk heel modulair ja, is dat ook circulair ja, in principe zou je gewoon die container weer kunnen hergebruiken en de installaties die erin zitten, kunnen vernieuwen. Ja, en die materialen weer op één of andere manier hergebruiken in een in een andere, in een nieuwe materialen.

Jurre Brinkman: Ja, ik heb dus zeg maar ook ik heb zes strategieën als ja als leidraad genomen. Zeg maar, en dat is dan eigenlijk dat modulaire kun je dan ook wel zien als voor future-proofing dus dat het adaptief is.

Tender manager: Ja, dat zou ook wel kunnen zijn.

Jurre Brinkman: Zijn het dan bewuste keuzes, vanuit Mobilis of vanuit vanuit de de? Ik weet niet wie die keuzes maakt?

Tender manager: De ene keer, kijk nu bij bij bij die drie zuiveringen waar die Nereda technologie is toegepast, die keuze maakt de klant. Dus het waterschap maakt die keuze. Bij Gaarkeuken was het een andere aanbestedingsvorm, Best Value, dus daar was alles functioneel omschreven en wij hebben dat daarvoor gekozen om bijvoorbeeld vier tanks te bouwen. Dat was enerzijds dat er te maken met de vuillast, maar die installatie heeft dus nu over capaciteit, dus je zou nog kunnen opschalen maar doordat je dus met kleinere tanks werkt, dus je bouwt niet twee hele grote, maar je bouwt vier kleinere is het ook makkelijk om bijvoorbeeld nog een extra kleine tank bij te bouwen en de capaciteit van van die installatie te verhogen. Maar je houdt dus ook rekening met eventueel toekomstige zogenaamde na geschakelde technologieën. Dus de installatie is ook zo gemaakt dat je ergens in die installatie ook nog altijd een ja, een extra zuiveringsstap kunt inbrengen. Bijvoorbeeld, een zandfilter om toch nog extra fosfaat nitraat d'r uit te halen, of inderdaad een of andere module waarmee je dus medicijn resten kunt verwijderen. Dus daar, daar denk je wel over na. Maar ik merk wel dat we dan wel getriggerd moeten worden door de klant. Dus de klant moet wel duidelijk in z'n uitvraag aangeven van: ja, hij moet toekomstbestendig zijn voor eventueel toekomstige na geschakelde technologieën die er zijn en de doelstelling van de klant moet natuurlijk ook zijn om om dat zo te bouwen.

Jurre Brinkman: Ja, en datzelfde geldt dan voor die prefab wanden? Komt die keuze vanuit Mobilis of vanuit de klant?

Tender manager: Nou, dat hebben we ook wel, dat hebben we hier wel bewust voor gekozen, omdat dat natuurlijk wel heel veel co2 bespaard.

Jurre Brinkman: Ja, en ook materiaal bespaart?

Tender manager: Ja, ja, ja, het bespaart materiaal, want doormiddel van ronde tanks kunnen de krachten beter opgevangen worden en kan er dus minder materiaal gebruikt worden voor het maken van de prefab wanden die gebruikt worden. Dus uiteindelijk verlaagt dit ook je Co2 en zo wordt je Co2 voetprint ook lager, want de impact van beton op je co2 voetprint is natuurlijk relatief hoog. Helemaal als je veel beton toepast.

Jurre Brinkman: Ja en dat is dan dat, ja, dat beïnvloed dan weer je LCA denk ik?

Tender manager: Ja en je LCC.

Jurre Brinkman: Ik heb dat, dat is ook nog een strategie. Dus design for reduced life cycle impact. Dus dat het de impact die het ding maakt op het milieu. Dus wat je zegt, Co2 en minder materiaal gebruik daar helpt dus dat prefab heel erg bij?

Tender manager: Ja en wij hebben vergeleken, we hebben rond versus rechthoekig tanks vergeleken voor de ICEAS technologie en d'r zijn er meer dan 1000 zuiveringen van gebouwd, wereldwijd, van in die technologie. De meeste kiezen allemaal voor een rechthoekige tank en we hebben nu een aantal keren een ronde tank gebouwd. Hierdoor bespaar je natuurlijk heel veel materiaal mee, omdat dat

gewoon in krachtenspel veel gunstiger is dan rechthoekig. De krachten die worden uitgeoefend op het beton worden beter verdeeld, waardoor je dus de wanden ook dunner kunt construeren en daarmee bespaar je ook materiaal. Dus dat was eigenlijk onze belangrijkste keuze, ja op op het gebied van duurzaamheid.

Jurre Brinkman: Maar die keuzes worden dus echt door door door Mobilis gemaakt?

Tender manager: In dit geval wel ja. Dus voor ja, je maakt wel de afweging. Vaak zie je dat een aanbesteding bijvoorbeeld werkt met een plafondbudget ja, dus dat je niet boven een bepaalde prijs mag komen. En ja, en we zien wel dat dit soort oplossingen ook nog wel eens kunnen leiden dat die nog wel eens prijsopdrijvend zijn. Je zult wel altijd afweging moeten maken. Kan ik dit aanbieden? Wat levert het me op en wat is het effect op de prijzen en prijs ik me daardoor wellicht niet uit de markt? Het blijft continu een spel tussen wat wel, en niet past, ook binnen binnen de beschikbare ruimte, in geld.

Jurre Brinkman: Ja, precies, en dan naar binnen die tenders dus dat daar kun je, daar leg je je ideeën voor, denk ik toch zoals prefab wanden?

Tender manager: Even heel kort: hoe. Hoe gaat zo'n proces nu? Nou, vaak hebben we wel al voorwerk gedaan, he, dus voordat dat project of de tender op de markt komt, hebben we vaak al wel contact gehad met het waterschap, omdat in allerlei programma's natuurlijk te lezen is wat ze de komende jaren gaan doen. Ja, dan ga je kijken van Oké, is dat project interessant voor ons? Wat je dan vaak doet, is al een keuze maken voor voor je partners. Wij kunnen als Mobilis dat project wel integraal multidisciplinair managen, maar we kunnen niet alles zelf uitvoeren. Dus we hebben niet zelf, alles zelf in eigen huis. Maar dus wat we dan doen is vaak, ja en zeker in die zuiveringswereld heb je maar een aantal technologieën, we proberen ons te binden met het technologiepartner. Royal Haskoning die heeft de Nereda techniek, Xylem heeft de ICEAS techniek en dan heb je nog een aantal traditionele technieken. Ja, en goed, als je met één van die andere twee en slag wil, dan moet je je wel met een partner binden en dat verkleint natuurlijk wel al je ja, je speelveld voor je ontwerp en ja, dat kan slecht uitpakken dat die technologie misschien helemaal niet past op de uitvraag die je uiteindelijk krijgt. En daarvoor is het voorwerk wel belangrijk. Om bij die waterschappen wel op te halen van, oké, waar ligt jullie voorkeur. Wat gaan jullie uitvragen wat, wat is uiteindelijk de effluent eis? Dus welk water moet er uitkomen? En dat bepaalt natuurlijk veel. Nou ja, als je dat gedaan hebt en de stukken zijn gekomen, dan wordt eerst een hele kritische analyse gemaakt van de uitvraag. En dan ga je op basis van ja, van alternatieve afwegen, trade-offs maken, en kijken welke oplossingen het beste past en die wordt dan wel vaak nog wel links-rechts bij getuned maar de procestechnologie is daarin wel redelijk leidend.

Jurre Brinkman: Ja en zoals dus voor Nereda en ICEAS heb je voor deze technieken dan nog weer andere tanks nodig?

Tender manager: Nee wel dezelfde. De vorm van de tank is wel hetzelfde, de diameter en de hoogte van de tank dus zeg maar hoeveel water erin kan, die wordt bepaald door enerzijds de vuillast en anderzijds door de doorlooptijd van het zuiveringsproces dus hoe lang moet het water erin blijven? De vuillast plus de hoeveelheid water die binnenkomt, de doorlooptijd van het water in de tank, dus

hoe snel werken de beestjes die erin zitten? Dat is allemaal met bacteriën, zo werkt dat zuiveringsproces en wat voor water moet eruit komen? Dus wat is de kwaliteit van het water, wat eruit moet komen? En ja, dat zijn toch factoren, maar dat, dat is heel erg in die in die hoek van de procestechnologie dus die bepaalt uiteindelijk van: ja, ja, ik heb dus drie of vier tanks nodig met zoveel meter diameter. Ik heb deze waterhoogte nodig om het water voldoende te kunnen zuiveren en dat moet dan ja, er moet dan zoveel lucht ingeblazen worden per minuut ofzo of per uur, en dat bepaalt dan weer de de capaciteit en de grote van de blowers dus die lucht in blaast. Dus de procestechnologie is, zeg maar, de basis en alles wat daarvoor nodig is, dat is eigenlijk allemaal volgend aan de procestechnologie en de rest ontwerp je daaromheen ja. En inmiddels hebben we zoveel ervaring daarin dat we we redelijk zelf weten wat er al wel bij hoort, erbij komt kijken en wat dat is om om dat water goed gezuiverd te krijgen.

Jurre Brinkman: Ja, maar voor de tanks die jullie moeten bouwen daar worden wel echt bewuste keuzes op gemaakt. Om dan dus die prefab te doen, dus dat die prefab wanden, componenten demontabel zijn, dat dat zijn echt, dus de keuzes die jullie maken.

Tender manager: Ja.

Jurre Brinkman: Dat zijn dus toch wel echt Circulaire keuzes, da's wel wel wel interessant, want vanuit Josfine en en Marjan kreeg ik eigenlijk te horen, dat weten we eigenlijk niet of wij daar echt bewuste keuzes op maken in de tender of dat dan toch vanuit de klant komt. Dus ja, wat, wat doen ze wel? Interessant!

Tender manager: Ja, verder doe je dat wellicht ook onbewust, he.

Jurre Brinkman: Ja, het gaat nu vooral om of of Mobilis er echt bewust over nadenkt. Dus denkt van hé. Hoe kunnen we dus minder materialen gebruiken? Kunnen we dus materialen makkelijker hergebruiken? Kunnen we makkelijk opschalen dus met dat modulaire systeem?

Tender manager: Wat daar wel in leidend is, is natuurlijk de uitvraag van de klant en de ene keer is die wat explicieter dan de andere keer. Maar je ziet dat eigenlijk bij alles en dat, dat is wel altijd wat ik zeg. Als je de meest scherpe oplossing hebt bedacht, heb je vaak ook de beste prijs en het beste plan en ik denk dat je onbewust heel veel dingen dan ook wel circulair doet, want uiteindelijk levert dat op de lange termijn ook wel een positieve bijdrage aan project succes. Momenteel is er geen enkele klant meer die niet meer één of ander duurzaamheidsopgave in zijn uitvraag heeft staan. Duurzaamheid en circulariteit en ja, dat zijn ze ook verplicht. Natuurlijk, ja, alleen de vraag is: in hoeverre gaan ze daar op beoordelen en speelt het mee? En uiteindelijk de keuze welke aannemer het werk gaat maken?

Jurre Brinkman: Dus eigenlijk willen jullie er wel dat bewust op zijn, maar is het toch nog heel afhankelijk van wat de klant wil.

Tender manager: Dat en op het moment dat we weten wat de klant wil, gaan we daar ook onze

tender strategie op aanpassen. Die tender strategie is natuurlijk ook deels gebaseerd op kijk, uiteindelijk doe je een tender mee om te winnen, en die tender strategie is d'r natuurlijk op gebaseerd om met minimale inspanning maximaal resultaat halen. Uiteindelijk komt het daar op neer. Je wil zo veel mogelijk scoren. Als en als er een redelijk zware circulariteit component in zit of een duurzaamheidscomponent ja, dan zul je daar wel gewoon aandacht aan moeten besteden en dat bepaalt dan wel in grote mate, natuurlijk, de gekozen oplossing en dat was bij de visie in Gaarkeuken ook wel het geval. Daar hadden we vier project doelstellingen. Die waren die waren niet hiërarchisch, in een bepaalde volgorde gezet dat één belangrijker was dan de andere. Ze waren alle vier even belangrijk. Dus op één of andere manier zul je ze alle vier moeten raken en iets moeten aanbieden aan de klant, waarbij je laat zien dat je daar wel mee bezig bent geweest.

Jurre Brinkman: Dus dan ja, want ik zag ook bij Gaarkeuken is dat daar inderdaad 50 procent minder materiaal gebruikt werd, door die prefab betonnen componenten en dat u dat er 30 procent werd hergebruikt ook van het oude bestaande gebouw.

Tender manager: Ja, klopt. Die zuivering is uit 1975 en een plan wat erbij zat, werd uitgegaan van een nieuw bedrijfsgebouw dus dat is het gebouw waar, ja, de besturing staat van de installatie, van de Rwzi, maar de klant gaf wel aan dat men ervan uitging dat het een autonoom draaiende installatie is. Dus in principe onbemand is ja, dan moet je je afvragen of het toch wel heel erg maatschappelijk verantwoord is om een bestaand gebouw wat in principe constructief nog oké is, om dat te slopen. Ja, of ga je renoveren en verduurzamen, nou wij hebben voor dat laatste gekozen.

Jurre Brinkman: Dat is dus de keuze vanuit Mobilis en d'r was geen geen vereiste van de opdrachtgever.

Tender manager: Precies, dus we hebben ervoor gekozen om dat pand helemaal te strippen en dan eigenlijk alleen de fundering en het casco te laten staan en de materialen die vrijkomen, dat die in ieder geval gerecycled worden, of dat ze terugkomen in het project. Dat is even de vraag, ik denk, niet in de praktijk denk ik. En vervolgens dat gebouw wel, dus zo bouwen dat het ook nagenoeg energie neutraal is.

Jurre Brinkman: Ja, maar dan dus met met met zo'n renovatie. Ja, ontwerp je dus eigenlijk dus met een het gerecyclede gebouw, dus ontwerp je met het hergebruikte object in principe?

Tender manager: Ja, we passen gewoon het gebouw aan op de installatie. Dus het enige wat in dat gebouw gebeurt, is dat er twee computerschermen komen te staan waarmee de operator eventueel de zuivering kan kan bedienen, daar komt het op neer. De hersenen van de installatie staan daar in allerlei schakelkasten. Ja, hoe dat precies werkt, weet ik ook niet, maar in elk geval de software en dan hardware die nodig is om dat proces te sturen. Die staat in het bedrijfsgebouw dus das eigenlijk gewoon je hersenen van je installatie.

Jurre Brinkman: Ja, en dus dat gebouw en dat dus gewoon aangepast aan de eisen van nu?

Tender manager: Ja.

Jurre Brinkman: Dat is dus echt een keuze vanuit Mobilis zelf ja. Bij tenders denken jullie alleen aan circulaire en duurzame oplossingen als dat belangrijk en hoog aangegeven staat bij de klant of neemt Mobilis zelf ook initiatief om tot circulaire en duurzame oplossingen te komen?

Tender manager: Ja, ik denk dat dat wel lastig is en je bent, je bent gewoon continu op zoek naar waar zit m'n onderscheidend vermogen in een tender dat kan natuurlijk prima op gebied van circulariteit zijn, maar het kan ook iets zijn zoals in het kader van de kwaliteit van het product aanbiedt he, dat hoeft niet direct zo omschreven te zijn, maar het kan ook in het kader van de kwaliteit van een product zijn.

Jurre Brinkman: Ja, dus ja, Mobilis is er eigenlijk alleen mee bezig, als het dus wordt aangegeven door de klant. Mobilis zelf neemt daar weinig tot geen initiatief in, in de tender fase, zeg maar ja?

Tender manager: De tenders die ik nu heb meegemaakt, klopt jouw eerste stelling wel. Ja, ik denk dat de tweede niet het geval is en dat we altijd wel opzoek zijn. Kunnen we nog ergens duurzamer doen en kunnen we onze Co2 voetprint verlagen? Maar ja, wat ik ook al zei, het komt bijna niet meer voor dat er niet een duurzaamheid of circulariteit paragraaf in de uitvraag staat, dus je moet er gewoon altijd mee bezig zijn. Wat natuurlijk ook goed is, he laat ik dat vooropstellen. We kunnen niet onze primaire grondstoffen helemaal gaan uitbuiten en opsouperen, ze zullen toch wat moeten gaan gaan doen in die in die trant, ja, wat meer gaan doen. Ik denk dat wel best wel wat en dat doen. Maar ja, ik ben er wel van overtuigd dat er nog wel meer kan.

Jurre Brinkman: Ja, want jij moet in principe gewoon zorgen dat dat we de projecten binnen dat we de projecten winnen.

Tender manager: Ja, en de ene keer is de uitvraag anders dan de andere keren. Dus ik heb bij bij de rwzi in Tilburg hoefden we geen oplossing te bieden. Dat ging het puur om, daar zijn we geselecteerd op basis van het plan, wat we hebben geschreven, hoe wij de bouwteam fase gingen aanvliegen. En ja, wat ik zei. Inderdaad, op moment dat je ontwerp keuzes maakt, dan ga je dus ook wel die die aspecten meewegen en meenemen in je ontwerp. En als je dus in een in een tenderfase al een een, een aanbieding ontwerp moet maken, ja, dan doe je niet niet anders dan dat je in een bouwteam bijvoorbeeld doet. Dus je gaat gewoon trade-offs maken van ja, wat, wat is nu de beste oplossing? Ja, en dat, daar heb je allerlei methodieken voor, om dat goed te doen en het beste boven te halen. Nou ja, ik denk dat dat wel aansluit bij één van jouw ontwerp, strategie die je dan hebt.

Jurre Brinkman: Ja, ja, zeker wat ik nu hoor, inderdaad met de met de dus nu minder materiaal gebruik, modulaire systemen, prefab wanden, dat valt wel binnen de strategieën die ik heb. Inderdaad, dat is wel leuk om dan al nu al te horen van hé, daar zijn ze van het begin al over na te denken en stellen ze voor. Maar hoe we en dan uiteindelijk, hoe wordt dat dan uitgevoerd? En wordt het dan ook echt uitgevoerd. Maar ik neem aan, dus als je die dingen beloofd moet, moet je dat uitvoeren.

Tender manager: Ja, had je verder nog dingen die je wilde weten?

Jurre Brinkman: Ja, ja, eigenlijk is dat wat we net al zeiden, dat dat het meeste vanuit de klant is en je zei zelf dat het eigenlijk nog meer kan. Wat wat voor kansen zie jij zie jij nog nog liggen dan voor circulariteit?

Tender manager: Ik denk dat de ontwikkelingen zo zullen zijn dat dat aspect steeds belangrijker gaat worden, en dan met name de combinatie met duurzamer bouwen is, dus minder co2 gebruik, minder stikstof, emissie loos bouwen. Dat dat een steeds belangrijker aspect zal worden in de uitvraag en ook in de beoordeling en datgeen wat je aanbiedt he.

Jurre Brinkman: Ja.

Tender manager: Ja, goed, en dat wij, ja, daar best wel moeite mee gaan krijgen, denk ik, omdat het ook wel hele specifieke expertise vraagt om op een iets andere manier na te denken over de oplossing die je biedt.

Jurre Birnkman: Ja.

Tender manager: Dus je moet wel iemand hebben die heel traditioneel, niet traditioneel maar die heel goed weet hoe je iets moet bouwen. Maar die moet ook door kunnen denken. En dat heeft een stapje maken van ja, als ik nu ga bouwen, hoe kan ik het dan vervolgens ook een keer duurzaam doen?

Jurre Brinkman: Ja

Tender manager: En we doen natuurlijk heel veel al op de bouwplaats zelf he, dus elektrische gereedschap en elektrisch aangedreven voertuig et cetera et Cetera ja,

Jurre Brinkman: Ja.

Tender manager: Dat is dat is, dat is ook maar een schijntje.

Jurre Brinkman: Ja.

Jurre Brinkman: En ja, dat dat is dus echt materieel wat je gebruikt, maar het het bouwen, dus dat werkelijk bouwen, wat dus het beton en staal zie je daar nog kansen? Eventueel met hergebruik of met zelfs met hernieuwbare grondstoffen, dus met hout. Of dat soort materialen. Zie je daar nog kansen? Of denk je dat dat toch lastiger is in de infrastructuur en voor de civiele projecten?

Tender manager: Ja, er zitten zeker nog kansen, we weten ook dat er allerlei certificaten zijn voor de diverse producten die die uiteindelijk worden gebruikt. Dat dus beton met beton granulaat en ja gebruik van geopolymeerbeton waar dus geen cement meer in zit. Nou ja, FSC hout, waarvan natuurlijk heel vaak nog wel opmerking is: ja, is de fsc hout wel echt zo duurzaam geproduceerd, zoals wordt gezegd dat het is? Ja, ik denk, ik denk dat je ook met name moet kijken van kan ik nou in plaats van, als ik even hout als voorbeeld neem, kan ik nou in plaats, ja, heel traditioneel ja, hout, neem uit een boom, noem maar even wat he, dat is gewoon balken. Gezaagd uit een boom kan ik, kan ik dat niet achterwege laten en kan ik niet middels bijvoorbeeld geperst hout uit gerecycled dus hout, wat allemaal versnipperd is en vervolgens dat je daar weer een geperst plaat of een geperst

balk van maakt, dan heb je heb je wel met hout geconstrueerd en misschien wel met hout met betere constructieve eigenschappen heeft. Waar je je je hoeft er niet voor een boom te kappen.

Jurre Brinkman: Nee precies.

Tender manager: Ik kan me best voorstellen dat dat soort dingen uiteindelijk ook in uitvraag gaan komen.

Jurre Brinkman: Ja, de bouw is natuurlijk ook heel erg kostengericht zou dat, levert dat dan, dan, zou dat problemen opleveren. Of of liggen daar uitdagingen he, ja, want wat nu ook het geval is, vaak het nieuwbouwen of het hergebruik van materialen is ongeveer is vaak even duur. En maar ja, voor de, dus voor dezelfde prijs, heb je iets helemaal nieuws, of je hebt voor dezelfde prijs een gerecycled object.

Tender manager: Ja, kijk, wat natuurlijk wat ons natuurlijk heel erg beperkt is alle normering die d'r is, dus de Euro Code en de alle nen-normen et cetera ,die beperken je gewoon heel erg in het rekenen met nieuwe materialen of in elk geval materialen bestaande uit gerecycled materiaal. Bijvoorbeeld toeslagstoffen bijvoorbeeld, zoals beton, d'r zijn natuurlijk langzaam wel wat regels voor aan het komen. Maar ja, voor geopolymeren is bijvoorbeeld nog geen euro code. Dus hoe ga ik daarmee dus het eerst allerlei onderzoeken doen en vervolgens aantonen dat dat materiaal gelijkwaardig is voordat je de daadwerkelijk mee kunt gaan bouwen? Ja, ja, dat heb je natuurlijk met veel meer materialen en daar loop je, denk ik tegenaan.

Jurre Brinkman: Ja, en dat is inderdaad lastig voor de gerecycled materialen? Ja, dan zouden we van vanuit de overheid wat veranderingen moeten komen in de regelgeving?

Tender manager: Ja, het gaat ook wel niet zo eenvoudig, want dan kom je je met verantwoordelijkheden te maken en aansprakelijkheid op moment dat er iets gebeurd is. Dat is allemaal niet zo eenvoudig. Zeker als je echt in constructies gaat, kijk, eens een keer aan leuning in plaats van van staal, dat je daar een, een composieten leuning hebt, omdat dat gerecycled kunststof is, of zo over één of ander hybride materiaal. Ja, daar zal niemand heel erg wakker van liggen.

Jurre Brinkman: Nee.

Tender manager: Maar als het echt de fundatie van een brug is, of van ja, van een, van een tank, van een waterzuivering ja, dan wil je wel zeker weten dat het ding ook overeind blijft staan. De medewerking van de opdrachtgever is wel nodig en in hoeverre durf die z'n nek uit te steken? En dan is opdrachtgever eén. Maar vervolgens heb je bevoegd gezag die je uiteindelijk de omgevingsvergunning moet afgeven. Dus ja, ja, ik dat. Ik denk dat dat de grootste beperkende factor is de komende jaren. Hoe gaan wij met onze bestaande normeringen en regelgeving om om ervoor te zorgen dat we wel innovatieve producten kunnen gaan toepassen die dan wellicht veel duurzamer zijn of bijdragen aan circulair karakter van een object, wat je gaat bouwen? Ja, ik weet niet of jij die conclusie al had getrokken misschien wel het grootste struikelblok om veel meer aan circulariteit te doen.

Jurre Brinkman: Ja, dat kwam wel wel vaak en voor, inderdaad, wat ik heel veel terugkrijg, is inderdaad, ja, we kunnen het wel gebruiken. Maar ja, Rijkswaterstaat wil niet de

verantwoordelijkheid hebben dat… en als het toch even duur is, als ze nieuw produceren, dan hebben ze toch liever een nieuw met de gegarandeerde kwaliteit. Nou ja, ja, dat is inderdaad waar je heel erg tegenaan loopt, met dan inderdaad met het hergebruiken van componenten uit eerdere projecten.

Tender manager: Maar dat is natuurlijk met Cradle to cradle een beetje hetzelfde verhaal.

Jurre Brinkman: JaJa, inderdaad, ja, je hebt, je hebt gelukkig we nog andere strategieën, dus design voor future-proofing dus dat dat makkelijk aan te passen is. Dat dan dus dat dat niet heel veel hoeft gesloopt te worden en inderdaad, reduced life cycle impact, dus minder van van tevoren alweer minder materiaal gebruiken of dus je hebt dat preventie nog, dat dat gewoon dingen helemaal niet bouwen. Dat was eigenlijk ook wel een beetje bij bij dat bij Gaarkeuken dat je 30 procent van het gebouw hergebruik van. Waar jullie de afweging hebben gemaakt om dus niet een heel nieuw gebouw niet hebben, maar om een oud gebouw gewoon te hergebruiken en dat weer te optimaliseren voor nu

Tender manager: Wat we natuurlijk prima kunnen doen met allerlei leegstaande kantoorgebouwen om daar appartementen van te maken. Maar ook daar loop wat ik daar wat ik daar af en toe van lees, is dat je daar dus ook weer tegen regelgeving aanloopt omdat die gebouwen vaak dusdanig ontworpen zijn dat ze eigenlijk niet geschikt zijn voor woningbouw, of nou voor bewoning. Ja, dat je daar dus uiteindelijk zoveel aan moet veranderen, omdat misschien de plafonds te laag zijn en dat wil niet een huidige bouwbesluit en nou lastig is om allerlei installaties erin te krijgen. Dus ja en hoe ga je, ga je dan uiteindelijk het woningtekort oplossen?

Jurre Brinkman: Dat is wat ik nu aan het onderzoeken ben hoe kun je dus ervoor zorgen dat het hergebruikt of aangepast kan worden en het minste materiaal gebruikt. In principe stel: we gaan een nieuw kantoor kan bouwen. Hoe zorgen we d’r voor dat dit ook later dus weer zo aangepast kan worden, of dus een relatief makkelijk aangepast kan worden? Dat is weer nieuwe functies krijgen maar dan dus voor de Rwzi’s.

Tender manager: Ja, en dan moet je dus eigenlijk gewoon een do, een doos bouwen waar je en vloeren kunt verplaatsen, kijk, plafonds die hangen je toch onder de vloer, aan de onderkant, hé, dat doe je tegenwoordig al of je maakt daar helemaal geen plafonds meer in. De wandjes en de afscheidingen tussen de diverse ruimtes die kun je prima met een soort systeem, want achtige dus, je moet gewoon een doos bouwen die super multifunctioneel is.

Jurre Brinkman: Ja, inderdaad, en dat is nu met die rwzi’s ook van hé, hoe kun je dus, hoe ontwerp je delen van van vooraf aan dat dus later, ja, zodat die dus later eventueel uitgebreid kan worden, of moet ja, nieuwe functies kan krijgen. Door dat dus met dat nieuwe modulair systeem zeg je dat bepaalde dingen tussen te zetten.

Tender manager: Ja, nou en en dus ook kijken naar bijvoorbeeld, hoeveel ruimte heb ik op het terrein wat ter beschikking is, dus dat was dat was ook wel een uitvraag gebruik zo weinig mogelijk ruimte. Dus je gaat dan ook nog dusdanig ontwerpen dat je nog heel veel ruimte overhoudt en dat geeft dus het waterschap in de toekomst ook wel een mogelijkheid om die Rwzi altijd uit te kunnen bereiden, en dat is natuurlijk wel future proof designen. Want daar gebruik je de ruimte die je hebt optimaal waardoor je dus andere ruimte beschikbaar hebt voor duurzame oplossingen. Want het kan ook zijn dat je daar dus een zonneveld kunt kunt neerleggen, waardoor je dus dan die, want dat dat hadden

wij dus nog eens kans aangeboden. Ja, als je nou, want daar komt een zonneweide naast, er ligt een heel groot stuk land, wat ook van het waterschap is, dat doen ze eigenlijk niks mee. Dat hebben ze verpacht aan een boer. Maar, dan willen ze dus een zonneweide bouwen. Nou, dat is iets van ja, oké, als je nou die die stroom die je opwekt, of die energie die je opwekt met die zonneweiden als je die overdag, want daar heb je overcapaciteit, dus je laat de zuivering draaien op die zonenergie wat je overhoudt daarmee doe je middels een elektrolyse proces overdag maak je dan van water, want dat heb je toch genoeg voor handen bij een zuivering, maak je van water en zuurstof en en waterstof, waterstof kun je natuurlijk opslaan dus da's superhandig, de zuurstof die kun je weer gebruiken in je beluchtingskanalen. Nou gewoon lucht, zeg maar gewoon lucht aanzuigt en die erin blaas of je blaast pure zuurstof, is natuurlijk voor die bacterie veel efficiënter. Dus je verbruikt minder stroom als je die zuurstof erin blaast en die waterstof, die zet je 's nachts om naar stroom, als die zonneweide niet meer, geen stroom opwekt. Zo zou je kunnen kijken of je die hele zuivering energie-neutraal kunt maken. Nou uiteindelijk was dat best een forse investering. En uiteindelijk onvoldoende proven technologie dus we passen dat nog te weinig toe. En dan bleek achteraf ook dat het die zonneweide nog in de omgeving nog wel lastig ligt. Want ja, dat is natuurlijk wel ook even dingetje, een zonneweide ergens zo tussen wat boerderijen inleggen ja, ja, ik denk dat dat soort oplossing dat is verder doordenken maar dan moet je veel meer op life cycle analysis gaan kijken. Van ja, kan ik nou en en daar breder trekken dan alleen de materialen die je toepast, maar ook de exploitatie. En als je die dat soort uitdagingen in de markt zet, ja, dan ga je vanzelf van nadenken over dit soort oplossingen.

Jurre Brinkman: Ja, inderdaad, maar ja, je zegt dus onvoldoende proven technologie, hoe hoe ga je daar dan mee om? Want je wil innovatie, innovatief zijn als bedrijf zijnde ja, de klant wijst het dan af. Ja, nu in het geval dat de duur was, maar ook af onder dan onvoldoende proven Technologie is

Tender manager: Ja, onvoldoende toegepast, he je, dat is. Dat is natuurlijk bij best value helemaal een probleem, want dan moet je met genaamde matrix laten zien dat je die techniek beheerst, dus, want je moet laten zien dat je expert bent. Maar als je dan iets nieuws bedenkt, wat heel innovatief is, is het natuurlijk wel lastig als je daar geen dominante informatie van hebt uit andere projecten. Dat maakt het nog wel eens een keer extra lastig. Het liefst zou je een keer ergens een proeftuin willen hebben, van het waterschap, we hebben de volledige medewerking van de omgeving en dat moeten we in Nederland wel nog steeds een omgevingsvergunning regelen.

En vanaf eind dit jaar is een nieuwe omgevingswet van toepassing. En dan moet je ook nog participeren met de omgeving. Dus je moet ook de omgeving nog meekrijgen ja, dus ja, dus het wordt ook wel, het wordt ook wel steeds lastiger. Dat soort dingen.

Jurre Brinkman: Ja, ja, dat dat lijkt mij ook, want we inderdaad, je je zei, je geeft dus zelf aan, je hebt zo'n mooi initiatief met die zonneweide ja, dan wordt het dan in principe ook afgewezen omdat het te weinig uitgevoerd is. Maar ja, als dat, als iedereen dat doet, komt het er natuurlijk nooit van.

Tender manager: Nee. En als iedereen in Nederland blijft klagen dat er dan een zonneweide ligt of een zuivering die ze liever niet hebben omdat ze zeggen dat die stinkt ja, ja, dan ga je dus nooit, dan gaat dat er nooit gebeuren. Nee, ik denk dat, maar ja, dan kom je weer terug bij dat dus die regelgeving is, denk ik, wel tweeledig of misschien wel drieledig of zo d'r zijn allerlei allerlei barrières die dat wellicht ook nog wel grotendeels tegenhouden of in elk geval heel erg lastig maken, zeker in

de sector, in de branche waar wij in zitten. Dus een nieuw gebouw bouwen en zeggen: dit is 100 procent circulair is denk ik veel eenvoudiger, want als de keuze wordt gemaakt van er komt een gebouw, dan kun je dat gebouw op het dak volleggen met zonnepanelen en warmtepomp en aardwarmte en et cetera ja, da, daar heeft de omgeving geen last van. Nee, als wij ergens zeggen van: oké, we gaan een en energie neutrale circulaire brug ergens bouwen, of in elk geval een klant zegt dat willen we bouwen. En ja, dan gaan die brug er staan, daar komt een nieuwe weg en er moet ook nog even zoveel hectare zonneveld bijkomen want ja, we hebben wel stroom nodig. Die gaan we dan vervolgens omzetten in met water en waterstof en zuurstof. En nou, ja, dan kan ik vast vertellen dat er een protest komt in de omgeving.

Jurre Brinkman: Ja, inderdaad, ja, ja, daar zitten nog wel wat uitdagingen wel, inderdaad, nee dan is het me allemaal wel duidelijk!

Tender manager: Ja? Mooi! Mocht je nog meer willen weten kun je me altijd nog even mailen en dan zal ik kijken of ik je kan helpen.

Jurre Brinkman: Top, zal ik doen. Heel erg bedankt voor dit interview en nog een fijne dag!

Second interview

Site manager within Mobilis and carried out the WWTPs in Alblasserdam and Numansdorp.

We first introduced each other and then the interview started. This interview was about the locations Alblasserdam and Numansdorp, but Weert and Panheel also briefly passed by. In particular, the construction of prefab tanks and the installations that are used at a WWTP. This interview gives me an impression of how Mobilis thinks about circular choices during a project and what is possible constructively. This interview will be held at Amsterdam location where he now works at the Singelgracht garage.

Jurre Brinkman: Goedemiddag, op welke projecten heb jij gezeten?

Site manager: Alblasserdam en Numansdorp

Jurre Brinkman: Die twee en nou dan was mijn vraag, zeg maar zijn daar circulaire, zijn daar bepaalde ontwerp keuzes geweest met betrekking tot circulariteit.

Site manager: Ja.

Jurre Brinkman: Deze zes ontwerp strategieën heb ik daarvoor opgesteld en dan is de vraag zijn daar bij die twee, zijn daar bepaalde keuzes gemaakt. Met deze strategieën zeg maar.

Site manager: Nou de rwzi Numansdorp was gewoon een ouderwets raw bestek. Dus we hebben gewoon gevolgd wat er in het bestek stond.

Jurre Brinkman: Ja,

Site manager: Daar is wel de nabezinktank is prefab geleverd.

Jurre Brinkman: Uhu was. Is dat dan? Was dat een bewuste keuze vanuit Mobilis of was dat vanuit de opdrachtgever?

Site manager: Volgens mij vanuit ons, wij hadden de keuze.

Jurre Brinkman: ja

Site manager: En Alblasserdam was een pvp project. Dus ook design en construct en daar hebben we wel gewoon naar de meest efficiënte bouwmethode gekozen en dan kan ze zo zo dun mogelijke wanden alles, zo ja, ja, zo minimaal mogelijk. Maar dat zat geen MKI of LCA of wat dan ook aan vast.

Jurre Brinkman: Nee-ja, dat gaat mij inderdaad ook meer om om hoe het, hoe het dan ontworpen wordt. Zeg maar dus wat je zegt met minimaal materiaalgebruik daar is dan bewust vanuit de ontwerpfase voor gekozen, .

Site manager: Bij u Alblasserdam sowieso, Numansdorp niet, want dat kwam bij de klant vandaan.

Jurre Brinkman: Ja, jij bent hoofd uitvoerder en dan ben jij daar zelf ook bij betrokken, bij de de de hoe dat ontwerp wordt gemaakt en keuzes die worden gemaakt. Of of ben jij daar niet bij betrokken?

Site manager: Toen, gedeeltelijk, dan heb jij je ontwerpleider en dat was toen ook tevens de projectleider omdat en niet een heel groot project was.

Jurre Brinkman: Ja

Site manager: En dan zit je als uitvoerder, zit je d'r ook bij voor van wat wat de beste maakbare oplossing is.

Jurre Brinkman: Ja

Site manager: Daar zoek je tussen ja en dan wat er constructief gezien kan. Dus op die manier.

Jurre Brinkman: Oké. En en bijvoorbeeld met gerecyclede materialen en en dat soort dingen wordt daar nog nagekeken als als keuzes. Of is dat lastig voor rwzi's, of lastiger in in in algemeen.

Site manager: Hangt ervan af waar het de, Alblasserdam is in 2014 aangenomen en ontworpen werd dus 2015 uitgevoerd, dus toen waren we natuurlijk een stuk minder ver als dat we nu zijn. He, we zijn ondertussen weer zeven jaar verder.

Jurre Brinkman: Ja.

Site manager: Dus dan kijk je wel he, toen ging ik er ook geen puin of geen betongranulaat in je beton waar je nu voor zou kunnen kiezen he.

Jurre Brinkman: Ja.

Site manager: Dat was toen, was er helemaal geen, was er niet aan de hand, dus dat werd helemaal. Dat werd, ja, was toen nog weinig keuze in.

Site manager: Nee, dus dus in die tijd werd er minder gekeken naar wat er te recyclen was. Kijk wel hergebruiken he. We hadden een stuk onderhoud aan de aan vastzitten en dan kijk je wel van ga ik m'n hele pomp installatie vernieuwen of doe ik dat of ga ik reviseren? In die zin wordt er wel naar gekeken, dus d'r zijn wel onderdelen gereviseerd waardoor we dat niet hebben hoeven vernieuwen. Ja, maar qua betonconstructies moet je het maken voor voor 50 jaar, voor 100 jaar, ja en dat maak je gewoon. Nou en wat je daar had kunnen doen is betongranulaat.

Jurre Brinkman: Ja.

Site manager: Dat kon niet, dat wisten was toen niet, was aan de orde, dus dat hebben we toen niet gedaan. Dus vandaar veel meer niet en dan kan je tegenwoordig zou je veel meer kunnen.

Jurre Brinkman: Je noemt net betongranulaat, Wat zou er nog meer kunnen?

Site manager: Ja, nou, ze zitten meer in slank ontwerpen, minimaal gebruiken van staal en je kan je leidingen van pvc, daar kun je ook gerecycled pvc toepassen, zulk soort dingen. Ja, daar kan je het in vinden en anders, afhankelijk van: wat moet je bijbouwen bij je zuivering? Ja, ja, dus ja en verder dat moet gewoon allemaal hufter-proof zijn op een een zuivering, want het vreet allemaal aan materiaal. Dus dat moet gewoon goed zijn.

Jurre Brinkman: Ja, dus de kwaliteit is wel heel belangrijk. Dus ook voor je beton en staal?

Site manager: Ja voor je beton ook je dekking moet goed zijn. De staal en alles in de hoogste milieuklasse ja, dus daar kun je niet mee gaan gaan sjoemelen iets met recyclen, je moet wel aan, je echt wel aan aan de eisen voldoen ja, en en dat zelfde met leidingen. Die moeten ook allemaal aan de eisen voldoen. Kijk een waterschap wil liefst alles rvs. Nou, he, we hebben daar al op Pvc toegepast, gewoon vanwege kosten. Ja en op zich is Pvc is als gerecycled product kan je goed gebruiken en RVS niet. Dus dat gaat, ja, dat scheelt dan wel iets, maar da's ook niet heel veel.

Jurre Brinkman: Dus dus als je is een opdracht krijgt, kijken jullie gewoon naar wat de opdrachtgever wil, en dan, daar binnen de mogelijkheden, kijk je wat wat het beste is voor ja, voor materiaal gebruik?

Site manager: Ja

Jurre Brinkman: Ja, ik weet niet of jij al wat weet van modulaire systeem verdygo voor de rwzi's? Zou je daar wat meer over kunnen vertellen?

Site manager: Weet je, dat is dus of in prefab of of modulair, en je moet het al modulair kunnen opbouwen. Ja, dat is voornamelijk in in prefab of in je, in je schakelkast weet je wel.

Jurre Brinkman: En verder is er kun je niet heel veel toepassen op rwzi's of omdat dat dus met kwaliteit zit.

Site manager: Je moet een bepaalde kwaliteit garanderen. En het is allemaal of beton of RVS of pvc, of gietijzer of GVK, veel meer smaken, heb je d'r niet.

Jurre Brinkman: Nee, dus dan wordt het heel lastig om daar een keuze in te maken.

Site manager: En ja, in je beton kan je wel wat doen he, ja, dus met je met betongranulaat of eventueel met een polymeerbeton he. Hoe ver dat is, ik weet niet hoever ze daar mee staan, maar je kan daar volgens mij nog geen geen slibindikker van maken zeg maar. Nee, dat dat, dat is nog niet van die kwaliteit, dat dat kan. Nou, ja, al die roerwerk alles wat in jouw water zit, onder water, dat moet gewoon ja, RVS of of thermisch verzinkt zijn zeg maar. Dat moet wel echt een goeie klassen zijn. Ja, dus ja, daar kan je niet veel mee.

Jurre Brinkman: Nee, want dat dat wat wat is je rvs, kun je dan niet? hergebruiken of recyclen?

Site manager: Ja dat zal wel gebeuren maar dat durf ik niet zeggen.

Jurre Brinkman: Liggen er dan nog ergens kansen om dat dan meer toe te passen? Of is het toch echt voornamelijk het reduceren van materiaal gebruik?

Site manager: Ik denk het je je materiaal gebruik, naar beneden brengen en proberen prefab toe te passen. Want dan kan je ook slanker ja en voor spanning d'rin die tanks, en dan ja en verder, als je van die die die systemen, met die beluchting van die ICEAS systemen, zeg maar met die decanters dat is allemaal allemaal rechthoekig en dan kan je misschien ook wel prefab doen. Ja, dat, dat zou nog schelen ja, maar ja, ook ga je onder de grond, of kan je boven de grond. Ook daar zit verschil. Of je meer prefab kan toepassen ja of nee.

Jurre Brinkman: Want prefab is makkelijker bovengronds?

Site manager: Ja, ondergrond gaat, maar da's niet niet ideaal. Prefab is maatvast. Als je jou bouwkuip

gaat formeren die wijkt altijd af. Ja is toch wel wat lastiger. Nou ja, en dan wat qua belastingen, dus prefab hebben we meestal boven de grond. Ondergrond is meestal in het werk gestort.

Jurre Brinkman: En dan met prefab op is dan voornamelijk dus, Ja materiaal reductie.

Site manager: Ja

Jurre Brinkman: Nou, dan maak je dus die de tanks maak je dan niet meer rechthoekig maar rond toch.

Site manager: Kijk je hebt ronde tanks en je hebt rechthoekige tanks, die keuze kan je maken. Ja, een ronde tank, die kun je heel makkelijk met prefab doen, hé van wanden zetten en dan een en de vloer stort je in het werk. Je wanden d'r op zetten en dan met voorspanning er doorheen en dan trek je het samen en dan ben je waterdicht zeg maar. Da's het voordeel van prefab. Het is sneller en het is nu waarschijnlijk ook beter in je in je cijfers.

Jurre Brinkman: Een verdere Circulaire keuze, zo bij projecten? Of moet over, of ben je daar als hoofd uitvoerder, minder bij betrokken bij, bij zulke keuzes, of ligt dat echt bij het ontwerp team?

Site manager: Nee-ja, kijk, nee, want dat ligt samen, dat valt altijd samen. Dat ontwerpteam kan heel veel verzinnen, maar dat moet nog wel gemaakt worden. Dus daar sluit je heel vaak bij aan. Ja, en je kan ook in zoals hier in Amsterdam is nog gekozen om al vanuit de opdrachtgever zoveel mogelijk over het water te vervoeren, nou, dat is ook weer voor je co2 reductie met elektrisch varen, wat we hier doen, he, dat is ook gewoon een enorme besparing. Ja, ja, dat zijn keuzes die maak je. Maar dat heeft niet zozeer invloed op dat je spullen recyclet of zoiets.

Jurre Brinkman: En dat doe je bij de meeste projecten niet, is dan het meeste wat je doe nieuwbouw?

Site manager: Het meeste is nieuwbouw en bij rwzi's dus vaak uitbreiden van nou ja, een installatie. Of het vervangen van een installatie, dan maak je eerst nieuw en het oude ga je dan weghalen. Of je breidt de oude zuivering gewoon uit, dat die groter wordt.

Jurre Brinkman: Ja, dat ja kun je makkelijk door bouwen op de bestaande rwzi's?

Site manager: Ja, op zich wel alleen dat hangt af van hoeveel terrein heb je? Wat willen ze d'r bij hebben? Maar op zich, als je een terrein hebt, kan je gewoon tanks er bijbouwen ja, en dan is gewoon de leiding he, de dichtzetten en en een T-stuk of Y-stuk ertussen zetten. Ja, en dan kun je gaan verdelen en dan kun je het wel vergroten ja. Gewoon de capaciteit vergroten dat is zeker wel goed te doen.

Jurre Brinkman: En helemaal nieuwe rwzi's bouwen gebeurt bijna niet meer dan?

Site manager: Ja gebeurt ook, gebeurt ook. Het gebeurt beiden. Ja, alleen alles hangt af van het waterschap, wat die willen he, want een rwzi is altijd waterschap, ja, die bepaald en die zegt: ja, ik wil een nieuwe zuivering of ik wil de zuivering uitgebreid hebben. Ja en en die wijzen ook een stuk aan waar je moet gaan bouwen en daar moet jij maar. Daar moet jij gaan inpassen ja, dus uiteindelijk, alles begint bij de klant. Ja van zijn uitvraag inderdaad, ja.

Jurre Brinkman: Ik hoorde van de tender manager, die zegt dan ook: ja, we krijgen dan zo'n uitvraag inderdaad, en dan wat daar in staat daar gaan we proberen het beste op te scoren. En dan vanuit Mobilis zelf gaan we wel proberen de beste oplossing te zoeken. Maar echt circulaire keuzes worden dan nog niet echt gemaakt.

Site manager: Dat komt pas he tuurlijk in een tender wordt er al gekeken naar of het circulair kan en wat er kan. Ja, en dan wordt iets voor meegenomen. Maar dat moet je er voor doen. Ja, uiteindelijk, alles begint met de vraag vanuit je opdrachtgever vanuit de klant, die stelt die he, die hebben een vraag: ja, ik wil, ik wil deze rwzi wil ik verdubbelen in capaciteit, zonder uitval van m'n hé, dus van van m’n ouwe systeem. Het moet binnen die periode gebeuren op dit stukje grond, ja, en ik wil liefst dit systeem toepassen, he of of niet, en zeggen: ik wil alleen maar zuivering en eindwaarde van het water moet zo schoon zijn. Ja, ja, en dan moet je daar aan moet je een ontwerp maken. .

Jurre Brinkman: Ja en bij dat ontwerp zit jij dan wel weer bij?

Site manager: Ja, alleen in de tender vaak nog niet en dat vaak pas als het is aangenomen schuif ik als uitvoering pas aan ja en soms in een tender mag je meekijken. Dan kun je keuzes beïnvloeden ja, maar dat is uiteindelijk is altijd het team dat wel beslist.

Jurre Brinkman: Omdat het dus hoge kwaliteit moet zijn, kun je dus eigenlijk ook niets gebruik maken van hernieuwbare grondstoffen zoals hout bij rwzi's?

Site manager: Nee, niet ja.

Jurre Brinkman: Het moet echt gewoon beton, staal zijn?

Site manager: Nou, hout kun je toepassen in een huisje. Maar voor een bezinkbak niet of voor een slibindikker. Dat gaat niet.

Jurre Brinkman: En de het besturingsgebouw of het bedrijfsgebouw kan daar wel hout gebruik worden?

Site manager: Dat kan, je moet alleen, nee dat kan het bedienigsgebouw kun je altijd van hout maken.

Jurre Brinkman: En dan is weer de vraag: wat wil de klant natuurlijk?

Site manager: Precies ja, dat kan, daar kan je dat goed toepassen. Ja, kijk, het is voornamelijk echt componenten waar je rioolwater doorheen gaat, een rwzi is gewoon een rioolwaterzuivering hé, ja, dus daar komt heel vies water binnen in je ontvangstwerk, ja, en dan wordt al het niet water wordt eruit gehaald zeg maar of het niet vloeibare wordt eruit gehaald ja, dat gaat in de container en dat wordt geperst en wordt naar de vuilstort gebracht en de rest gaat in een tank. En nou wordt dit schoongemaakt en dan zit er beestjes in. Ja, maar da's allemaal dat is allemaal echt vies. Ja, chemisch die spul, ja, he, waar gewoon alles in zit. Dus je moet dan aan je hoogste milieuklasse voldoen in die tanks. Ja en ook jouw staal, wat daarin zit hé, wat daarin rondgaat, je beluchtingssysteem ja dat moet ook allemaal tegen die agressieve milieuklasse kunnen. Dus daar kun je geen hout in toepassen, want hout is zo weg. Dus vandaar, dat gaat niet. Vandaar dat je daar wel kunststof kan toepassen, gerecycled kunststof dat zou wel kunnen. Maar ook daar zitten klassen in hé daar moet je ook gewoon de zwaarste klasse in hebben. Ik weet alleen niet hoe verre dat kan met gerecycled. Ik ik vermoed dat dat tegenwoordig allemaal d'r is, en dat dat allemaal kan. Ja, maar in je staal, ja, weet je, dat is gewoon staal is staal, ja, en dat moet gewoon rvs zijn. Of gelijkwaardig. Dus want anders vreet het weg. Ja, dan kun je het in no-time gaan vervangen. Ja dus, en een bedienhuis, ja, weet je daar onderin komt je effluent is dat, dat is eigenlijk je gezuiverd water en daar staat je pompinstallatie. En die pompt het de rivieren, de sloten of of waar je ook zit. Ja, dat je dat is. Nou, ja, die die kelder, die he, want het komt vaak in een kelder uit, die moet van beton zijn. Die zit onder de grond ook en daarboven staat gewoon je je bediengebouw. Ja, kan je gewoon van hout uitvoeren dat is helemaal geen probleem.

Jurre Brinkman: Maar dat zijn dan niet keuzes waar over nagedacht wordt, of is dat dan gewoon makkelijker want we zijn toch eenmaal met beton bezig?

Site manager: Vaak is dat, we zijn toch bezig en en hout heel lang niet als een als een eindproduct gebruikt wordt, nee, dat hout relatief relatief duur is.

Jurre Brinkman: Ten opzichte van beton?

Site manager: Ja, zeker, omdat het en daar zit veel onderhoud aan. Ja, dat is de volgende stap natuurlijk, als je een contract hebt waar je zelf nog vijftien jaar onderhoud hebt, ben je vijftien jaar een hout constructie aan het onderhouden. Nou ja, ja, die heeft meer onderhoud nodig dan 15 jaar beton constructie.

Jurre Brinkman: Ja, dan is de keuze inderdaad wel makkelijk gemaakt.

Site manager: Daarom! Dat is dan in zo'n zuivering ook daar staan allemaal schakelkasten ook computers in. Zit je ook met je brandveiligheid ja, hoe zit dat nou, dan kan je met hout ook wel weer krijgen. Maar daar zitten allemaal elektrische dingen aan en dan is vaak een betonconstructie is makkelijker. Ja, wat wandjes metselen en en klaar,.

Jurre Brinkman: En belemmert regelgeving nog bepaalde keuzes voor projecten of is dat?

Site manager: Oh dat zal best, maar dat durf ik nou niet, durf ik niet te zeggen.

Jurre Brinkman: Oke en kijk je als je wat bouwt dan ook naar de connectie tussen objecten zodat je de elementen kan hergebruiken?

Site manager: Nou kijk hergebruikt object, he, dat is echt gewoon, van ik heb iets, iets oud. Ik doe het reviseren en zet het weer in. Nou, dat kan met met een pomp of zo hé, ja, dat is makkelijk!

Jurre Brinkman: Maar met die prefab componenten zou dat niet kunnen?

Site manager: Nou prefab beton niet het, je zet het een keer neer en je maakt het vast. Als je dat uit elkaar wilt gaan halen is dat bijna niet te doen.

Jurre Brinkman: Dat is inderdaad dat is inderdaad met de connecties, de de verbindingen tussen elkaar, die wanden worden dus gewoon echt vastgemaakt.

Site manager: Ja, maar bijvoorbeeld een beluchting daar kun je wel weer stukken hergebruik van doen.

Jurre Brinkman: Ja.

Site manager: Maar dat is bestaand staal of bestaand Pvc wat je weer kan hergebruiken ja, dat is wel, dat gebeurt ook hé, dus bij Alblasserdam van de beluchtingstank, die draaide rond, die hebben uiteindelijk hebben we stilgezet hebben beluchtingsplaten van gemaakt, maar die brug, die hebben gewoon gebruikt, die altijd ronddraaide die hebben gewoon stil gezet, opnieuw gecoat en dat was het. De oude beluchtingsdingen eruit gehaald, en nieuwe pvc beluchtingsrekken er weer ingezet. Dus waar het kan ga je dingen wel hergebruiken.

Jurre Brinkman: Maar als je en als je dan weer opnieuw hergebruikt denk je dan ook na van: hé, hoe kan ik het de volgende keer weer makkelijker uit elkaar halen? Of wordt daar dan niet over nagedacht?

Site manager: Ja, kijk, wat, wat moet die daarna nog doen, staat die alleen stil, hé, of is het gewoon een object wat daar staat, ja, weetje dat hoef je niet uit elkaar te halen. Maar op een zuivering zo'n tank op elke zuivering heeft de tank net een andere maat. Want iedereen heeft z'n een eigen volume, wat die moet doen. En daar wordt die tank op uitgerekend dus de ene heeft een doorsnede van 22 meter en het dorp verder heeft die een doorsnede van 21 halve meter. Ja dat is dus altijd custom made.

Jurre Brinkman: Ja dus wat je zegt is dat elke rwzi is speciaal gemaakt.

Site manager: Dat eigenlijk allemaal apart ontworpen ja.

Jurre Brinkman: Dus d'r wordt niet over nagedacht van hé, hoe kan ik het zo? Laat ik afspraken maken binnen waterschappen of zorgen dat dat allemaal standaard maat zijn, zodat je dus ook makkelijke dingen van een één naar andere kan.

Site manager: Volgens mij gebeurt dat niet, maar dat zelfde dat ze vanuit ProRail al tien, vijftien jaar bezig zijn met dat ze allemaal dezelfde onderdoorgangen willen maken en da's die tunnelalliantie, we gaan 1000 onderdoorgangen maken, allemaal het zelfde en da's makkelijk. Eén keer maak je het ontwerp, en je kunt het overal toepassen. Nou dat is misschien wel tien jaar geleden was dat zo, he, zaten wij ook in die alliantie. Ik denk dat ik er al al tien aannemers, misschien wel 10 of 20, onderdoorgangen hebben gemaakt. En ze zijn allemaal anders. Elke situatie is anders waar je in staat, is het niet grondslag, omgeving in.

Jurre Brinkman: Dus voor constructies is het erg moeilijk om allemaal standaard dingen te maken voor elkaar.

Site manager: Daar zijn we nog steeds niet met z'n allen in geslaagd

Jurre Brinkman: Ja omdat dus elke omgeving anders is.

Site manager: Kijk in Alblasserdam daar sta je op dik water, dan moeten allemaal palen onder en ja en zo'n zuiver in in Stein. En daar in Limburg? Daar doe je alles op staal funderen dus zonder palen, want da's niet nodig, want de grondslag is hard zat. Maar dat dat heeft wel gewoon gelijk invloed op je constructie. Daar gaat veel minder in. Daar hoef je geen palen te maken en bij de ander dus juist wel. Maar ja het terrein zelf ook, hoeveel terrein heb ik om iets te maken.

Jurre Brinkman: Wat heeft het terrein dan verder voor invloed op het ontwerp, hoeveel je er kan neerzetten?

Site manager: Hoe groot je je bak kan maken, hoe diep die moet worden om de capaciteit te kunnen verwerken.

Jurre Brinkman: Dus bijvoorbeeld op een kleiner terrein moet je dus een diepere bak maken?

Site manager: Ja, bijvoorbeeld.

Jurre Brinkman: Dan wordt het lastig inderdaad.

Site manager: Ja dan wordt het lastig om het modulair te maken ja.

Jurre Brinkman: Of inderdaad componenten te kunnen hergebruiken op andere locaties, als het dan toch allemaal custom made is.

Site manager: Ja.

Jurre Brinkman: En met en met ja, natuurlijk met de de de milieu impact zijn jullie wel erg bezig met met co2 uitstoten natuurlijk.

Site manager: Ja.

Jurre Brinkman: Wat ik al hoorde steeds meer elektrische voertuigen.

Site manager: Ja, zo veel mogelijk, wat kan dat kan. Ja, alleen het moet wel werkbaar blijven, dus het elektrische voertuigen het personeel, dat kan. Alleen elektrisch machines is al weer lastiger. Die zijn nu in ontwikkeling. Ja, er komen steeds meer kranen elektrisch. Er zijn mixers, elektrische beton mixers. Die actieradius is gewoon nog niet ver genoeg. Nee, dus die he bijvoorbeeld Kijlstra die bij ons levert die heeft er eentje rijden. Die kan vier vrachten brengen op een dag, terwijl een andere er acht kan brengen. Ja, dan is die accu weer op en dan moet die laden en dan is het klaar. Dus dat is dus vandaar dus ja, die ontwikkelingen, die lopen, die worden gevolgd, waar dat moet waar dat kan, wordt ingezet. Maar het is het is niet heilig.

Jurre Brinkman: Nee, denk je, daar denk jij daar als uitvoerder ook over na welke machines gebruikt kunnen worden, of is dat?

Site manager: Het is vooral wat is de eis uiteindelijk moet je iets uitvoeren, moet je zien, zo zo goedkoop en kwalitatief mogelijk, maar ook zo goedkoop mogelijk te bouwen. En als ik dan moet kiezen tussen een mixer die vijf keer rijdt of een mixer die tien keer kan rijden, weet je dan kies ik die van tien keer als ik tien keer nodig heb. Dus ja, zo zo ja, speel je met de mogelijkheden. Ja, en met een kraan. Als het kan elektrisch, voor dezelfde prijs of ietsjes duurder, maar je haalt er een voordeel uit, dan kies je die de elektrische, maar a, hij is duurder en ik heb er geen voordeel van. Weet je dan houdt het ook op. Mocht je nog meer willen weten kun je me altijd nog even mailen en dan zal ik kijken of ik je kan helpen.

Jurre Brinkman: Top, zal ik doen. Heel erg bedankt voor dit interview en nog een fijne dag!

Third interview

Project manager RWZI Weert en Panheel.

This interview is not recorded, this is a summary of the most important aspects of the interview. This interview was not recorded because the interview took place outside on the premises of

WWTP Weert. Because we were walking outside, there was too much noise to record it properly. Beforehand, I presented and explained the 6 circular design choices to the project manager.

Voor de rwzi in Weert is een nieuwe installatie gebouwd. Deze installatie is gebouwd op basis van het verdygo principe van waterschapsbedrijf Limburg. Ook wordt het influent gebouw, de voorbezinktank, de regen opvang tanks en het effluent gebouw van de oude installatie nog steeds gebruikt. Het mooie aan de rwzi in Weert is dat de oude installatie nog helemaal intact is en zodoende te vergelijken is met de nieuwe installatie.

We beginnen op de plek waar het riool water binnenkomt, het influent gebouw, en lopen zo de verschillende installaties op het terrein rond. In het influent gebouw zijn 2 vijzels geïnstalleerd die het water omhoog halen. Het rioolwater wat binnen komt stoot rioolwatergas (H_2S) uit. Dit gas tast de vijzels en het beton waar de vijzels ingezet zijn aan. De project manager vertelt mij dat de vijzels eruit zijn gehaald en dat er nieuw schroeflint is gemonteerd en zodoende hergebruikt konden worden. Dit was een bewuste keuze van het bouwteam. Dit gold ook voor het beton waar de vijzels ingezet waren. Het beton dat is aangetast door het gas is gerepareerd en is vervolgens gecoat met een speciale coating zodat het gas het beton niet aan kan tasten. Doordat het water via vijzels omhoog gehaald wordt, wordt het water verplaats doormiddel van een val beweging. Hierdoor is er geen pomp nodig om het water rond te pompen over de rwzi. Deze keuze wordt bij veel rwzi's gemaakt omdat een pomp minder robuust is dan vijzels en er daardoor meer onderhoudt en meer nieuwe materialen nodig zijn voor het laten werken van de pomp. Na het influent gebouw is een gemaal geplaats dat het grove vuil uit het rioolwater haalt. Het water gaat vervolgens naar een voorbezinktank.

Bij de rwzi in Weert is er geen nieuwe voorbezinktank geplaats, de tank uit de oude installatie wordt hiervoor gebruikt. Bij deze voorbezinktank is er alleen een nieuwe put bijgekomen die het water dat uit de voorbezinktank komt naar de nieuwe installatie leidt. Deze tank was nog in goede staat en de project manager zei dat het zonde was om een nieuwe te bouwen. Er was alleen een kleine aanpassing nodig. (Preventie en hergebruik). Als we richting de nieuwe installatie lopen valt het mij op dat het maaioppervlak er ongeveer een meter, anderhalve meter lager is dan op de rest van de rwzi. De project manager legt uit dat dit is gedaan zodat er geen nieuw pomp nodig was om het water naar de nieuwe installatie te brengen. Hierdoor wordt er weer gebruik gemaakt van de val beweging van het water om het te verplaatsen. Er is gekozen voor het afgraven van het oppervalk waar de nieuwe installatie komt omdat dit minder materiaal kostte en ook geen onderhoudt nodig heeft. Dit alles scheelt in het kosten plaatje, want Mobilis heeft een meerjarig contract voor rwzi Weert en verzorgt dus ook het onderhoudt van de rwzi. Er is dus een duidelijke overweging gemaakt of het nou echt nodig is om het te bouwen (Preventie). Het zand dat is afgegraven voor het verlagen van het oppervalk is gebruikt om de oude beluchtingsinstallatie en oude na bezinktanks op te vullen, de rest is verspreid over het oppervalk van de rwzi. Hierdoor hoefde het afgegraven zand niet getransporteerd te worden.

Als we aankomen bij de nieuwe installatie vallen mij de blauwe containers gelijk op. De project manager vertelt mij dat hier de installaties in staan om de systemen die nodig zijn om het water te zuiveren in zitten. In de 2 meest rechtse containers zitten pompen om het water in de tanks te pompen. De container daarnaast is de E-container, hier zitten alle elektrische systemen in die nodig zijn om de installatie te laten werken. De vier containers daarnaast bevatten 'blowers', deze installaties zorgen ervoor dat er lucht in de 2 middelste tanks geblazen wordt. De lucht is nodig zodat de bacteriën die in het water zitten optimaal werken. In de laatste container zit een installatie voor het slib. De project manager vertelt mij dat de installatie volledig modulair is, het systeem bestaat uit

verschillende modules en is makkelijk in en uit elkaar te halen. In tegenstelling tot de bestaande installaties, met grote betonnen bakken in de grond, worden de nieuwe installaties geheel bovengronds gebouwd. Alle onderdelen zijn transportabel over de weg. De bouw gaat met zes tot twaalf maanden ook veel sneller dan vroeger, toen het twee tot drie jaar duurde. De leiding brug is ook goed demonteerbaar, het bestaat namelijk uit een stalen constructie waar bouten en moeren zijn gebruikt. Het Verdygo systeem sluit naadloos aan bij de circulaire economie. Een pomp of compressor is niet langer in beton gegoten, zoals bij traditionele installaties, maar een flexibel onderdeel van de installatie. Is een onderdeel stuk, aan onderhoud toe of is er een beter alternatief, dan is het betreffende onderdeel snel vervangen. Modules kunnen eenvoudig worden vervoerd en (na eventueel onderhoud of reparatie) elders worden ingeplugd of opgeslagen. Daar waar de oude, in beton gegoten installaties worden gesloopt, krijgen Verdygo-modules gewoon weer een nieuwe bestemming. De project manager zegt wel dat niet zomaar elke module naar elke rwzi kan. Dit komt doordat de installaties die in de containers zitten op maat zijn afgesteld voor de desbetreffende rwzi. De containers zijn geplaats op betonnen platen, deze zijn prefab gemaakt en dus ook eventueel te verplaatsen. In Panheel zijn de containers geplaats op prefab balken. Hier is dus nog minder materiaal voor nodig en zijn deze nog makkelijker te verplaatsen. Het modulaire systeem en prefab balken en platen zijn een goed de circulaire ontwerp keuze hergebruik van objecten en toekomstbestendigheid vertelt De project manager mij.

We nemen de trap en lopen over de leidingbrug om de tanks achter de containers eens beter te bekijken. De wanden van de grote tanks zijn redelijk dun, ik vraag aan De project manager of dit normaal is. De project manager zegt dat dit mogelijk is doordat de wanden geprefabriceerd worden en er gebruikt wordt gemaakt van een ronde vorm voor de tanks. De geprefabriceerde wanden worden in eerste instantie alleen in de lengte voorgespannen. Bij voorgespannen beton wordt de op trek belaste betondoorsnede zodanig onder spanning gezet (voorgespannen), dat ook onder belasting nog steeds een drukspanning in de hele doorsnede aanwezig is. Dit is mogelijk omdat beton veel hogere drukkrachten dan trekkrachten kan opnemen. Door deze techniek zijn veel hogere belastingen op de betonconstructie mogelijk dan bij traditioneel wapenen, bovendien blijft de constructie onder belasting ongescheurd. Groot voordeel van voorgespannen elementen is dat de constructie mooier, duurzamer en waterdicht is (Aquastruct). Door de ronde vorm van de tanks kunnen de krachten beter verdeeld worden en is de constructie sterker. Hierdoor is er dus ook minder materiaal nodig om de wanden te construeren. De bodemplaat van de tanks moet nog wel gestort worden, in de gestorte bodemplaat is een rand ontworpen waar de geprefabriceerde wanden tegenaan worden gezet en worden vast gezet met beton en cement. De wanden worden een voor een geplaatst, er wordt een soort tandpasta tussen gesmeerd zodat de tank goed waterdicht is maar de wanden niet aan elkaar vast zitten. Het zijn dus allemaal losse componenten die vast zitten op de bodemplaat. De wanden worden dan een voor een na gespannen met een grote spanstaal kabel. Het spanstaal komt in een centraal wand element terecht en de uiteindes worden met vet ingesmeerd en afgedopt. Deze zijn niet afgedicht met cement, J De project manager zegt dat je zo het spanstaal er makkelijk uit kunt halen en de wanden zo in theorie makkelijker kunt hergebruiken. Het enige wat daarna nog moet gebeuren is de wanden loshakken van de bodemplaat en ze schoonmaken om ze te hergebruiken. Dit is echter alleen de theorie, in de praktijk is dit nog niet gebeurd omdat deze installaties net nieuw zijn. Er is dus nagedacht over het toekomstig hergebruiken van objecten. Ook is er gekeken naar een zo efficiënt mogelijk ontwerpen van de tanks , dus met zo weinig mogelijk materiaal. Dit is in eerste instantie gedaan voor het kostenplaatje.

Ik vroeg de project manager of het ook mogelijk was om bijvoorbeeld met hernieuwbare materialen zoals hout te construeren valt. Dat was volgens de project manager erg lastig, hout, water en aanwezigheid van zuurstof gaat namelijk niet goed samen. Het hout zou dan te snel weg rotten en

het zou dan telkens vervangen moeten worden. Hierdoor wordt er erg veel materiaal gebruikt en wordt het ook te duur voor Mobilis om het te onderhouden. Het ontwerpen met secundaire grondstoffen wordt al wel gedaan, er wordt namelijk betongranulaat gebruikt voor het construeren van de betonnen elementen. Meer dan dat wordt er eigenlijk niet gedaan.

Daarnaast vertelde de project manager mij dat Aquastruct bezig is met het ontwikkelen van prefab wanden voor de tanks van geopolymeer beton. In dit beton wordt er geen cement meer gebruikt als bind materiaal. Geo-polymeer kan tegen de gassen (h2s) die vrijkomen bij rioolwater. Hierdoor hoeven de wanden niet meer gecoat te worden en scheelt het materiaal. Deze ontwikkeling wordt momenteel nog maar weinig gebruikt bij rwzi's omdat de eis vaak is dat het 30 jaar lang mee moet gaan. Omdat er nog geen tanks bestaan van geopolymeer beton die al zo lang meegaan willen veel waterschappen dat risico nog niet nemen. De ontwikkeling dat er ontworpen wordt met biobased materialen is er dus maar wordt dus helaas nog weinig toegepast. Hier liggen volgens de project manager kansen.

Als het water het zuiveringsproces doorlopen is gaat het door de effluent leiding, die nieuw is aangelegd, naar het oude effluent gebouw. Bij het effluent gebouw zit een put waar het gezuiverde water binnenkomt. Deze put is dus nog van de oude installatie en is aangepast zodat het water van de nieuwe installatie via dit gebouw het kanaal ingeloodst kan worden. De project manager vertelt dat ze alleen een nieuw gat in de wand van de put moesten boren en het oude gat moeten dichten. Hier is dus ook goed over nagedacht of ze een nieuwe leiding naar het kanaal moesten aanleggen of de bestaande leidingen en gebouwen konden hergebruiken (preventie en hergebruik).

We lopen nog een rondje over de oude installatie, ik zie een grote lege tank en nog een groot leeg bassin. Hier gaat het water naartoe als de installatie de hoeveelheid water niet meer aankan. Deze zijn niet nieuw gebouwd maar zijn nog in gebruik van de oude installatie. Hier is dus ook de keuze gemaakt om deze niet nieuw te bouwen maar om ze te hergebruiken.

Fourth interview

This interview is held with a **technical manager** and a **work planner**. The technical manager is hired by Mobilis because he has been making wastewater treatment plants for 30 years. The work planner worked on various projects. The work planner is involved in the projects of Weert, Panheel, Stein and Tilburg.

We first introduced each other and then the interview started. This interview was mainly about location Tilburg. Only the Weert, Panheel and Tilburg locations are relevant for my research. This interview is mainly about Tilburg, but Weert, Panheel and Stein also make a short offer. The technical manager also talks about WWTP Terwolde. Mobilis did not win this project, but interesting circular solutions were proposed in the tender phase, which have now even been adopted by the other contractor. This interview gives me a good impression of how people think about circular choices within Mobilis.

The technical manager begins to talk about the wastewater treatment plants he has built and what the developments have been in the field of wastewater treatment plants.

Technical manager: De zuiveringen moesten beter presteren qua nitraat en en fosfaat verwijdering en dat waren bijna al mijn projecten hadden daarmee te maken en dat was zijn in de jaren 90, begin van deze eeuw waar ik in 2001/2002, rioolwaterzuivering Deventer, daarna had ik rioolwaterzuivering Eindhoven en sinds mijn grootste project is geweest zo ongeveer. En maar dat ging allemaal over de verbetering van in de in de waterlijn tegenwoord nou ja, daar zit nog wel, da's ook dit project. Hier moeten ook met name nitraatverwijdering moet worden verbeterd, maar je

hebt nu steeds meer te maken met met ja, ook heel veel met dat, dat we wat met het slib doen. De slip afvoer van een zuivering is de grootste onkostenposten van een waterschap. Dus elke procent water, wat je daarbij uithaalt zeg maar dat. Dat kost minder geld en daarbij komt dat de afgelopen jaren ook veel zuiveringen qua slib is het samen gevoegd om en dat dat is vanaf, denk ik, nu tien jaar of zo'n beetje dat ze de dat dat ze te verbeteren zeg maar de. Dat ze slib kraken om daar meer biogas uit te halen en dat is ook hier op deze zuivering.

Jurre Brinkman: Ja er komt hier een biogasfabriek he?

Technical manager: Ja, ze noemen het een energie fabriek. Ja, en de energie fabriek is eigenlijk dat een zuivering en meer gas of meer energie levert dan dat het verbruikt. Ja, en dat is hier niet helemaal eerlijk, want bijvoorbeeld deze zuivering wordt ook slib aangevoerd voor andere zuiveringen. Maar dat zie je ook overal, bijvoorbeeld waternet in Amsterdam en waternet dat is de gemeente Amsterdam en waterschap Amstel Gooi en vecht en van dat hele gebied wordt alle slib wordt in Amsterdam vergist om het daar bij mekaar te doen. Zeg maar dan dat het effectiever is. Dus je hebt wel meer transport, slib moet daarnaartoe gebracht worden. Maar je hebt de de vergisting is veel effectiever je haalt er meer energie uit en behalve energie is daar ook meer weer naar grondstoffen gekeken.

Er was een korte onderbreking want iemand kwam de vergaderzaal binnen.

Technical manager: Waar hebben we het over gehad, over grondslagen terugwinning he?

Jurre Brinkman: Ja

Technical manager: Door even denken, dat was rond 2005 en dergelijk toen begon ook de biologische fosfaat verwijdering. En op deze zuivering wordt fosfaat nog chemisch verwijderd, maar je hebt ook biologische fosfaat verwijdering, dan moet een, dan moet er contactmoment met Toeslib en afvalwater wat op de zuivering binnenkomt moet dan een half uur tot een uur moet dat aan de loop zijn en dan krijg je dat het fosfaat zich aan het slib gaat binden. En daarmee haal je biologisch fosfaat uit je afvalwater. Dat was een hartstikke mooi idee, alleen toen gingen zij dat slib verpompen naar gistingen en dergelijke. Maar hierdoor kregen de pompen last van struviet. Hadden ze heel veel onderhoud aan de pompen die dat struviet ging keihard vast op de pompen zitten en dan liep dat vast en hebben ze heel veel onderhoudskosten mee. Daarmee is dat en dat is al mee gekomen, maar hé, dat moeten we er weer uithalen. En nu is en daar zijn weer dingen op bedacht. En nu moet je dat struviet er weer uithaalt en dan heb je weer fosfaat korreltjes en zo win je dus fosfaat terug.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Dus dit is dan fosfaat er uit halen en zo, zo is het elke keer gegroeid, zeg maar. Meer biogas uit de uit slib halen, grondstoffen terughalen en zo zijn we, ja, en nu zijn we ook bezig om, ja, de duurzaamheid. Alles moet duurzaam zijn. En nou, vandaag ben jij ook die opdracht. He, wat, wat doen we nog meer? Wat kunnen we nog meer doen op rioolwaterzuiveringen?

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Dus dat is even een korte samenvatting over hoe dat de afgelopen jaren gegaan is.

Technical manager: Ja, en dan waar we nu mee zitten bijvoorbeeld voor voor deze zuivering, hadden wij een ja, daar heb je misschien al wel gezien om een w hebben aangeboden om hier een energie hub van te maken. Je ziet hier allemaal windmolens.

Jurre Brinkman: ja

Technical manager: omheen die staan nu stil, waarschijnlijk om dat er ik weet niet waarom, misschien omdat er uit de zon voldoende energie is.

Work planner: Ja wanneer er voldoende energie is staan die gewoon stil.

Technical manager: Ja, en je ziet ze best wel vaak stil staan.

Work planner: Ja klopt.

Technical manager: En maar je zou er zo'n zuivering kunnen gebruiken om met de energie die je te veel hebt, om daar waterstof van te gaan maken.

Jurre Brinkman: Met elektrolyse?

Technical manager: Ja.

Jurre Brinkman: Ja dat idee was ook voorgesteld bij de tender van Gaarkeuken, kreeg ik van de tender manager te horen.

Technical manager: Oh ja, nou, dan hebben ze dat bij gaarkeuken hebben ze daar over genomen van hier.

Jurre Brinkman: Ja, in Gaarkeuken dat willen ze nog niet, omdat dat nog niet, omdat het bijna niet werd toegepast.

Technical manager: Maar hier gebeurt dat ook nog niet. Maar zij, de dommel zegt, ja, nee, dat is buiten scope, ja, die zeggen dat er ook geen budget voor is. Want nou praat je echt over miljoenen investeren. Maar ik denk wel dat het iets kan zijn voor de toekomst. Op het moment dat je elektrolyse doet, dan haal je h2o uit mekaar, zeg maar, en je kunt die daar komt, kun je ozon uithalen. Zeg maar dus nou, de waterstof spreekt voor zichzelf. Ja, die kun je als energie, dat kun je

opslaan en kun je later gebruiken. En ozon kun je weer op de zuivering gebruiken of voor extra ja of pure zuurstof inbrengen, zeg maar.

Jurre Brinkman: Ja

Technical manager: In je proces, maar waardoor je minder energie voor je proces nodig hebt he. Of bijvoorbeeld ozon gebruiken om microverontreinigingen uit het afvalwater te halen. En nou de microverontreinigingen, dat is ook weer iets van de laatste jaren. Zeg maar dat zijn dan de microplastics die nou, waar we heel veel van horen. Ze zitten al in ons bloed zeggen ze. En bijvoorbeeld de medicijnresten. Ja, ja, dat zijn ook de belangrijkste ontwikkelingen.

Technical manager: Ja, maar nou ben ik heel veel aan het vertellen. Want het is een interview dus en je hebt nog geen vragen gesteld?

Jurre Brinkman: Nee, ik vind wel leuk om te horen wat er wat hier aan de hand is dan. Jullie zijn, want hij wordt gerenoveerd, deze zuivering, Tilburg?

Technical manager: Dit deze zuivering ja, dit wordt een project waar we we hebben een raamcontract en daar daar is een totaal budget was d'r van 44 miljoen, inclusief btw, en dat budget wordt opgehoogd waarschijnlijk, dat kan opgerekt worden. Zonder dat daar een nieuwe aanbesteding voor is, maar daar zit wel een maximum. Maar ik geloof dat dat maximum 15 procent is en binnen dat geld proberen wij samen met de dommel zoveel mogelijk te doen hier. En het eerste project, we zijn bezig met een groen gas fabriek, kom ik zo even op terug. Maar het grootste project waar we nu in nog in ontwerpfase zitten is het aanpassen van die aeratie tanks en die moeten volledig worden voorzien van nieuwe beluchting nieuwe recirculatie en dat alles om het nitraat verwijdering, om die te verbeteren.

Jurre Brinkman: Ja,

Technical manager: Ze hebben een op dit moment een eis van tien milligram per liter. Voor nitraat maar daar kunnen ze heel moeilijk onder blijven. Doen ze maar allerlei hand en span diensten om daar nog onder te blijven. Ja, daar hebben ze gewoon heel veel moeite mee. Dus en daar is ook heel veel haast bij dat project. Maar ja, je hebt wel bepaalde voorbereidingstijd nodig en de, we willen met de verbouwing die we nu gaan doen die staat dan geplant voor 2023. Dat we dan naar nitraat gaan, van zesenhalf tot zeven milligram per liter. En afhankelijk van wat we dan gaan bereiken, wordt daarna nog een stap gemaakt om een zand filter hier neer te zetten, eventueel in combinatie met ozon technologie. Daar moet ik gewoon nog naar kijken. Ja, in ieder geval om ook om microverontreinigingen daar mee weg te halen. Maar dan willen ze met een nitraat naar drieën half dus, en die drieënhalf milligram per liter dat kun je niet met een zuivering bereiken, traditioneel zoals die hier staat, zeg maar. Dan moet je wat met na filtratie wat doen. Nou het project waar we nu mee in uitvoering zijn en net mee gestart, zeg maar, dat is het Groen gas project.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Nou, daarvan maken wij de de de periferie zeg maar, als dat eromheen zit, en

Bright is daar de aannemer van de groengas installatie. En daar maken ze biogas van het gas wat hier gemaakt wordt op de zuivering. Dat wordt omgezet naar groen gas. En dat betekent eigenlijk dat Groengras, dat het op de aardgasleiding kan worden aangesloten, maar het, dat kan ook gebruikt worden om auto's op te laten rijden. Ja, en daar zitten weer subsidies aan vast. En eigenlijk is het beste van voor waterschap om auto's erop laten rijden van dan krijgen de meeste opbrengsten uit subsidie.

Jurre Brinkman: En dan maar en dan nou mij gaat het dus vooral om de de ontwerp strategie. Dan dus bij het ontwerp van bijvoorbeeld die nieuwe tanks. Zijn er dan ook circulair keuzes voor gemaakt, of is het gewoon: We moeten het goedkoop, zo goedkoop mogelijk maken, met wel de beste kwaliteit.

Technical manager: Nu ja, daar is een ja, daar die omslag is eigenlijk een beetje nu aan de gang. Wij hebben vorig jaar hebben wij een tender verloren, waren wij tweede, dat was dat rioolwaterzuivering Terwolde. Ik ben nu met een, ja, een ander opdrachtje bezig voor waterschap Vallei en Veluwe en dan hoor ik dat er weer bij Vallei en Veluwe maar dat ze daar dus keuzes maken dat zij bijvoorbeeld, damwand materiaal, plaatmateriaal van bestaande gebouwen die gaan opnieuw gebruiken, dat die knippen ze op maat en ik denk dat dat een idee is geweest van die andere aannemer en dat ze daar dus goed op duurzaamheid gescoord hebben. Die moeten wij ook even in de kop houden.

Work planner: En hebben we daar ook niet een houten leidingbrug voorgesteld?

Technical manager: Ja, wij hebben een houten leidingbrug voorgesteld en die is wel opgenomen, hé, door de andere aannemer.

Work planner: Ja, want we zouden eikenbomen planten en als dan die leidingbrug over 40 jaar einde levensduur is dan zouden we die bomen kunnen omzagen en een nieuwe brug bouwen.

Jurre Brinkman: Ja, want ik zag deze presentatie inderdaad. In de laatste slide zag ik allemaal berekening over circulariteit en ook strategieën. Kijk, dit, daar staat dus die die die dat die met kleurtjes recht onderin dat zijn strategieën die heb ik hier zelf ook, maar dan een paar minder. Maar daar zat ook inderdaad hergebruik, ontwerpen voor preventie, dus bouwen alleen wat echt nodig is. Maar wordt dat dan? Is dat dat soort dingen, wordt dat ook hier toegepast bij Tilburg of is dat, was dat nu geen sprake van?

Technical manager: Nee, nee, dat is hier. Ja, dat zou kunnen, maar wij hebben daar wel naar gekeken wij hebben gekeken naar bij de beluchting, er moet nieuwe beluchting komen in de tanks. We hebben bij er komt allemaal nieuwe plaatbeluchting in en d'r zit nu allemaal schotel beluchting in. En wij hebben gekeken of de RVS leidingen, dat ze een wisseltank maar dat even terzijde, of we die zouden kunnen hergebruiken. Maar ja, dat ja, dat was niet technisch niet mogelijk, zeg maar. We zijn op dit moment nog wel gaan kijken dat wij RVS leidingen en dat gaat waarschijnlijk wel gebeuren dat wij RVS luchtleidingen op de kant, dat we die gaan gebruiken, maar dat is op dit moment nog volop bezig.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Want dan moeten we kijken of dat met luchtsnelheden allemaal wel kan.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Daar zitten wij wel op om dat wel te gaan doen.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Nou ja, we kunnen dat, je kunt dat zo zien. Allemaal die RVS leidingen. Ik denk, we denken wel dat dat gaat gebeuren.

Jurre Brinkman: En en het, je bent hier dan nu aan het renoveren. Of wordt er dan ook gekeken naar: Als we het nu goed in mekaar zetten, kunnen we dan later ook weer makkelijker uit elkaar halen en en bijvoorbeeld de capaciteit vergroten.

Technical manager: Ja, dat is omdat we hier nu met bestaande tanks te maken hebben. En is het lastig. Nou, we hergebruik bijvoorbeeld het compressor gebouw en daar halen we de oude compressoren uit en maar we hergebruiken het bestaande gebouw.

Jurre Brinkman: Ja

Technical manager: In feite is dat ook zoiets ja, de en we hergebruiken ook de bestaande aeratietanks. We bouwen geen nieuw volume bij aan zeg maar, dus in die zin zit er al heel veel circulariteit in.

Jurre Brinkman: Ja, maar waar ik was dus ook afgelopen dinsdag in Weert, daar wordt dan wel keuzes gemaakt die dan achteraf circulair zijn, maar van de, als je, als ze daarover nadenken, scheelt het vooral in de kosten en het onderhoudt.

Technical manager: Ja, ik ben nou in een, in dat verschil ik, maar ik ben nu met een ook een studie bezig tussen traditioneel en verdygo toepassen. En daarin neem ik wel mee als je verdygo dat dat heb je gehoord in Weert. Als je daar toepast dan is, is de circulariteit makkelijker gewaarborgd dan dat je gewoon traditioneel bouwt. Ja, traditioneel bouwen dan ja, dan dan bouw je precies voor die zuivering datgene wat je moet hebben. En als je verdygo bouwt dan kun je het toch wel weer op een andere zuivering opbouwen.

Work planner: Je ziet wel, de betonnen tanks die we in Weert gebouwd hebben, die zijn verdygo ontworpen dus die zouden in principe hergebruikt kunnen worden die panelen, maar in de praktijk...

Jurre Brinkman: Ja

Technical manager: Nee, dat dat gaat nooit gebeuren.

Work planner: Zie ik niet gebeuren

Work planner: Die zijn er gewoon bij ingestort.

Technical manager: Nee, dat dat ja, dat vind ik ook een een beetje broodje aap eigenlijk. Dit neem je op he haha.

Jurre Brinkman: Ja haha! En dat is wel belangrijk voor mijn onderzoek, want ik had dan met de project manager van Weert een interview en die zegt: ja, in theorie kun je ze eigenlijk best wel heel makkelijk hergebruiken want die hoeft alleen alleen omdat die de de, de bodemplaat is gestort. En dan, daarin zijn ze op op vastgemaakt. Dus dan moet je ze alleen onderaan losmaken, te hakken.

Work planner: Die bodemplaat is gestort toen zijn die panelen geplaatst, daar zitten spankabels in. Die kunnen losgehaald worden, dat klopt. Alleen onderaan zijn die platen mee ingestort. En die panelen zijn om en om toegevoegd en daartussenin zit eigenlijk een soort van lijm laagje. Ik heb zelf mijn twijfels in hoeverre dat je dat dan weer netjes uit elkaar kunt halen en en wat je in Nederland dan toch vaak ziet en ik zeg niet dat dat goed is, maar wordt er toch ook gewoon een een een een kleine berekening maakt van wat kost het mij om deze te demonteren schoon te maken en klaar te maken voor herbouw. En wat kost mij nieuwbouw? Dan zie je toch vaak dat nieuwbouw goedkoper is en dan wordt er daarvoor gekozen. Vanuit het oogpunt circulariteit is dat dan de verkeerde keuze dat klopt.

Technical manager: Ja en daar zijn ze dus bij Vallei en Veluwe de switch gemaakt met met die gevel

beplating, er af halen, op maat maken en weer gebruiken. Dat kostte meer dan nieuw en toch doen ze het. Ja, dus dat is wel een gedachtegang zeg maar.

Jurre Brinkman: Ja daar is dus bewust voor gekozen, ja.

Technical manager: Ja en en het is ook vaak zo in begin in maar later zou het wel eens ook wel eens goedkoper kunnen zijn en hier ook wel zo. Als wij hier die RVS leidingen opnieuw kunnen gebruiken, dat is gewoon goedkoper, ja, rvs is gewoon knetter knetter duur en die RVS leidingen die hier nog, ja, dat is zeg maar, ja die kunnen met gemak weer 25 jaar mee dus daar is niks mee aan de hand.

Jurre Brinkman: Ja, maar dan, als je ze nu plaatst, wordt er dan ook naar gekeken van. Kunnen we ze dan later makkelijker verleggen en weer hergebruiken of en eventueel capaciteit vergroten, zodat het adaptief is naar de toekomst, of wordt het gewoon echt voor nu gebruikt, voor hoe het nu nodig is?

Technical manager: Ik denk dat, kijk, als we die bovenlangs de tank worden die gelegd, die kun je later ook weer dan weer gebruiken. Ja, ja, ja, en je gaat niet, je gaat niet kijken van. Want nu kijken wij welke diameters hebben we nodig en kunnen we die diameter hergebruiken ja, je gaat niet kijken. Wat kunnen we met die diameter over 20 jaar? Want dan ziet de wereld er toch weer anders uit.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Je gaat wel zo proberen een optimaal ontwerp te maken.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Nou wat wat ik zeg van van ik ik denk wel dat we met de toepassing van verdygo een een een stap kunnen maken, maar dan heb ik niet over de, heb ik het niet over de ronde tanks over net over hadden, maar meer over de modules van roostergoedreiniging, zandverwijdering, de blower modules dat soort zaken.

Jurre Brinkman: En dan ja, worden die modules hier ook toegepast dan?

Technical manager: Nee daar is hier geen sprake van, en dat heeft te maken met we hebben, we hebben een bestaand, compressorengebouw en vanuit dat compressorengebouw lopen de luchtleidingen naar buiten. Dus het is wel handig als wij de nieuwe compressoren in het zelfde gebouw kunnen zetten.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: En alleen om dat te kunnen bereiken moet je maatwerk maken. Ja en ja, dat dat dat dat dat eigenlijk zijn met met dit om de, wij, wij zijn al circulair bezig doordat we het gebouw hergebruiken.

Jurre Brinkman: Dus dat is wel een bewuste keuze geweest vanuit vanuit mobilis zelf. Of is dat? Ik weet niet wie die keuze maakt.

Technical manager: Vanuit het bouwteam samen. Toen wij dit werk begonnen, vorig jaar oktober, toen was er nog sprake van dat er een nieuw compressorengebouw gebouwd moest worden.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Bij straat één, we hebben drie straten hier, en dan zouden we bestaande compressorengebouw gebruiken voor twee en drie en een nieuwe bouwen bij straat één, en dat is voorkomen. Doordat we het met een schoenlepel in het bestaande gebouw gaan drukken, zeg maar.

Jurre Brinkman: Maar nu wordt dus alles in het bestaande gebouw geplaatst.

Technical manager: Ja! kijk het heeft ook met de grootte van de zuivering te maken, als we straks, hier we zijn bezig met het influentgemaal, roostergoedreiniging en en het tussengemaal daar zijn we met een studie bezig, of we dat gaan renoveren of helemaal nieuwbouwen. De uitkomst daarvan is nog onzeker, de kosten zijn ongeveer gelijk, dan zou je kunnen zeggen: of we gaan voor opnieuw gebruiken, maar de ja, dat hangt ervan af hoe hoe het beton is.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Stel dat je helemaal naar nieuwbouw zou gaan, ja, dan kun je nou, kun je ook kijken van hé, hoe kun je daar, hoe kan je, hoe kijk je naar de toekomst van over 30 jaar, en dan ga je ook kijken naar de sloop en dergelijk. Maar het als je dit, als je deze zuivering vergelijkt met een zuivering, zoals bijvoorbeeld in in Panheel of in Terwolde, daar zijn er veel meer van van 15 duizend I.E. of die die omvang, zeg maar deze is is, is bijna tien keer groter.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Nou, als je dan bijvoorbeeld acht van de modules op een rij moet zetten en dan ja dan, nou schiet, dan schiet je je doel een beetje voorbij.

Jurre Brinkman: Ja, ja en ja, je zei het influentgebouw, daar zitten de, er wordt hier ook gebruikt gemaakt dan van vijzels? Want in weert, hebben ze de vijzels dus opnieuw gelint en dat beton opnieuw gestreken en gerepareerd, daar zijn jullie nu nog aan het kijken of dat mogelijk is?

Technical manager: Ja, we zijn bezig om te kijken of we het influentgemaal opnieuw gaan gebruiken.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: En de roostergoedreiniging opnieuw gaan gebruiken. En nou we daarna zit weer een tussenmaal dat we opnieuw gaan gebruiken, of dat we het nieuwbouwen enmet pompen die het naar op hoogte doen naar roosters doen. Alleen nieuwbouw is energetisch beter, dat hebben we al bepaald. En in mijn studie waar ik mee bezig ben, bij Vallei en Veluwe, daar komt ook uit dat verdygo energetisch net even wat minder scoort. Ja, omdat je ja, puur omdat je geen maatwerk maakt.

Jurre Brinkman: Nee-ja, maar je gebruikt dan wel minder materiaal met verdygo ten opzichte van het oude. Of is dat ook?

Technical manager: Nee. Ja, dat niet. De kans dat je kunt hergebruiken is gewoon veel groter omdat je modules neer zet. Dus dat is voor circulair gebruik in de toekomst is het beter.

Jurre Brinkman: En die nieuwe leidingen komen dan ook bovengronds, neem ik aan?

Technical manager: Nee niet alles.

Jurre Brinkman: Want in Weert zat echt, bij die installatie waren al dat dat was alles boven de grond, bij de, bij de tanks.

Technical manager: Klopt.

Technical manager: Ja, maar niet niet maar die van de voorbezinktank naar de installatie niet.

Work planner: Ja, die was ondergronds.

Jurre Brinkman: Ja.

Jurre Brinkman: Maar daar hadden ze dan wel weer het maaioppervlak verlaagd zodat ze daar geen pomp voor neer hoefden te zetten.

Technical manager: Ja, maar dat dat, dat vind ik dus iets. Ik had die tanks gewoon in de grond gebouwd. Ik vind het, we gaan, we hebben in Weert, want dat moest verdygo zijn. Maar bij verdygo is de regel dat je het dus op het maaiveld houdt. maar wat moet je vervolgens, dan ga je een funderingsplaat maken met een vorst-rand dus je maakt hem extra duur. Als wij het gewoon afgegraven hadden, hadden we gewoon een vlakke plaat kunnen maken, zonder vorst-rand en gewoon die tanks anderhalve meter in de grond.

Jurre Brinkman: Ja, maar had je, had je dan minder materiaal daarvoor nodig? Is er nu weer meer beton voor gebruikt?

Technical manager: Ja, je hebt dus extra beton nodig.

Jurre Brinkman: Dan als je daar van tevoren over nadenkt is dat niet zo een hele Circulaire keuze. Dan gebruik je dus meer materiaal.

Technical manager: Ja, maar dat dat is Vallei en Veluwe stapt van die keus ook af. En waar waar ik mee bezig ben, dat verhaal, maar dan dan ga ik dat ga ik dat ook zeggen, Nou ja, ik vind dat ik vind dat een hele rare keuze.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Want die betonplaat kun je al zeker niet hergebruiken.

Jurre Brinkman: De de bodemplaat zeg maar?

Technical manager: Ja, ja en stel dat je de de naar de de wanden, wat de work planner net ook al zegt dat het maar de vraag is of die hergebruikt kunnen worden, we hebben bij Weert en Panheel en Stein hebben we gezegd tien tot vijftien procent hergebruik. Maar ja, dat is over over 30 jaar. Niemand meer dan die dan nog denkt van.

Work planner: Je zou het kunnen vermalen tot puingranulaat en kunnen gebruiken als funderingsmateriaal.

Jurre Brinkman: Ja, maar je zou ze niet inderdaad los kunnen zagen en de hele wand dan nog weer gebruiken? In theorie zou dat kunnen?

Work planner: In theorie, in theorie.

Technical manager: Ja, ik denk dat die tien tot vijftien procent ik vraag het mij af. Maar dat is wel aangegeven.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: En die die prefab wand elementen die zijn met paraffine ingestreken. Om te zorgen dat ze in de toekomst dat ze niet aan mekaar blijven plakken.

Jurre Brinkman: Ja, dus de de de gedachte was: we zouden ze kunnen hergebruiken maar in praktijk is dat nog maar de vraag?

Technical manager: Ja, maar ik denk ook dat die rioolwaterzuivering in Panheel Stein en Weert, die staat er ook gewoon over 30 jaar nog.

Jurre Brinkman: Ik hoorde van ik ik hoorde dat die dat dat de levensduur maar van de tanks vijftien jaar was, dat ze ontworpen zijn voor vijftien jaar.

Technical manager: Dat denk ik niet.

Technical manager: 30.

Work planner: Volgens mij 30 jaar.

Technical manager: 30, civiel was voor 30 jaar en werktuigbouw voor 15 jaar.

Jurre Brinkman: Oke

Technical manager: En en die prefab wanden die zijn civiel en daar was de eis 30 jaar.

Jurre Brinkman: Oké, ja, en die prefab wanden die laten jullie maken en dat is dat scheelt, materiaal?

Technical manager: Ja, dat scheelt materiaal. Als je een dergelijke tank in het werk bouwt dan en met wanden, die wandelementen die zesenhalf meter hoog zijn, dan heb je zeker een wand dikte van 40 centimeter nodig minimaal.

Work planner: Ja 37 centimeter en nu zijn ze 16 centimeter.

Technical manager: Ja nu zijn ze 16 of 17 centimeter dik dus dat scheelt enorm.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Ja nee het scheelt zeker de helft aan materiaal.

Jurre Brinkman: Ja, ja, en en jullie hadden net over een leidingbrug van hout. Dus dat is een bewust, ook een bewuste keuze met materiaalgebruik.

Technical manager: Dat was een bewuste keuze om Co2 arm te bouwen

Jurre Brinkman: En dat was geen keuze dan om te bouwen verbouwen hier met hernieuwbare grondstoffen, zodat we dus zodat je niet.

Technical manager: Nee, hij heeft niet met hernieuwbaar te maken, maar meer met co2 arm, dus dat je in hout zit co2 opslag en als je met staal bouwt, nou, dat kost energie.

Jurre Brinkman: Maar dat was, dat is dan weer echt een duurzame keuze, maar echt een Circulaire keuze zou je het ook kunnen noemen, want je moet je zei dat je dan bomenplant en die weer kunt gebruiken voor een nieuwe leidingbrug. Zo construeer je dus met het gebruik van hernieuwbare materialen.

Work planner: Ja.

Jurre Brinkman: Maar dat was niet de gedachte daarachter?

Work planner: Ja, nou, gedeeltelijk ook wel.

Jurre Brinkman: Oké, maar dat is, is dat daar hier hoeft geen nieuwe leiding brug gemaakt te worden?

Work planner: Nee.

Jurre Brinkman: Dus dan hier wordt ook niet met hout of iets gebouwd?

Technical manager: We, ja, we weten nog niet wat we misschien met dat ontvangstwerk en dergelijke. Wat daar nog maar nou, op dit moment met die aeratietanks niet, want dat is gewoon niet mogelijk. Je kunt niet, we kunnen geen boomstam uithollen om lucht door te blazen.

Work planner: Waar we wel naar gekeken hebben bij de groen gasfabriek waar we de fundaties nu voor gaan maken, om het met geopolymeer beton te doen. Alleen dat was geen optie, omdat al die platen moeten gevlinderd worden. Geopolymeer beton laat zicht nog niet vlinderen op dit moment daar hebben we helaas vanaf moeten stappen.

Technical manager: Ja dat was wel mooi geweest als dat wel gekund had. Nou, ik denk dat nou winst is eigenlijk ten opzichte van vijf jaar geleden denk ik al dat het al winst is, dat we bij alles wat we maken over dat soort zaken nadenken.

Jurre Brinkman: Ja, want bij geopolymeerbeton laat je het cement achterwege en gebruik je dus ander bind materiaal zeg maar.

Technical manager: Ja.

Jurre Brinkman: En ik hoorde ook dat het nog dat de regelgeving en kwaliteit van het geopolymeer nog altijd lastig ligt.

Work planner: Klopt, kijk in principe, voor elk materiaal heb je ook bepaalde reken regels en is bekend wat de eis voor het materiaal is en omdat geopolymeerbeton zo nieuw is, daar zijn eigenlijk geen vaste reken regels voor en Mobilis heeft nu wel een opdracht of een samenwerking met Rijkswaterstaat en ze hebben dan een proefstukje gemaakt in een onderdoorgang in Diemen dacht ik. Daar is een wand gemaakt van geopolymeerbeton. En volgens mij waren daar de uitkomsten wel positief. Het is alleen met vlinderen dus hebben ze ook proeven gedaan en dat wil nog niet lukken.

Jurre Brinkman: Nee.

Technical manager: Dus het is meer geschikt voor ruwe vloeren en wanden bijvoorbeeld.

Jurre Brinkman: Ja, want ik hoor de inderdaad met geopolymeer beton, wanden kunnen we de de, de tanks maken, want dan hoeven ze ook niet meer gecoat te worden. Dat omdat die tegen de de gassen kunnen.

Work planner: In Panheel en Stein is Aquastruct is daar leverancier van die wanden en die gaat proeven doen met geopolymeer beton om daar wanden van te maken.

Work planner: En klopt, volgens mij is inderdaad dat geopolymeer is bestand tegen H2S gassen.

Jurre Brinkman: Dus dan dus dan hoef je ze niet meer dan bij de tanks kun dan daarvoor kiezen, zodat je dan geen materiaal meer gebruik voor coating.

Work planner: Ja.

Technical manager: ja, en dat is wel, want dat dat is even nieuw voor mij en is best aantrekkelijk voor nieuwbouw hier.

Work planner: Klopt, maar ik weet niet in hoeverre dat dat. Want kijk, het punt is de opdrachtgever, die zegt nou van he, we willen daar een nieuwe tank hebben of een nieuwe beton put en die moeten 30 jaar lang bestand zijn tegen h2s gas. En omdat dat geopolymeerbeton nog zo nieuw is, is niemand die mij garantie geeft dat dat ook 30 jaar bestand is tegen dat spul is.

Jurre Brinkman: Nee.

Work planner: Maar ik moet wel die garantie afgeven aan mijn opdrachtgever, dus wie gaat dat risico nemen?

Jurre Brinkman: Ja.

Work planner: Dat zijn discussies, die moet je samen met je opdrachtgever eigenlijk aangaan. Hij moet ook wel achter staan. In deze proef zijn dit de risico's, maar we gaan er voor.

Jurre Brinkman: Ja.

Work planner: En ik denk dat altijd de dommel wel een opdrachtgever is die daarvoor openstaat.

Technical manager: Alle waterschappen denk ik wel. De waterschappen zijn denk ik nou redelijk vooruitstrevend, om circulair te denken.

Jurre Brinkman: Ja, want dat inderdaad wel mooi. Het is dan nu nog heel lastig, maar d'r zijn wel leuke en goeie ideeën op zich.

Technical manager: Nee, ik denk dat, ja, we hebben het over 2050 co2 neutraal en zo, maar ik denk dat er ook qua circulariteit heel veel gaat gebeuren.

Jurre Brinkman: Ja,

Technical manager: 100 procent circulair zul je niet halen denk ik, maar.

Jurre Brinkman: Ja dat wordt wel heel lastig, denk ik. Inderdaad, ja, dat betekent gewoon dat je dus geen nieuwe grondstoffen meer nodig hebt voor de bouw, maar dat ik denk dat dat nog wel.

Technical manager: Dat zal nog wel even duren. Maar ik denk wel dat je daar, ja wel, de komende tijd wel goede stappen kunt maken.

Jurre Brinkman: En maar ja, wat ik dus onderzoek is na of dan, of dan bij het ontwerpen en nu dus echt bewuste keuzes voor gemaakt worden. Maar wat ik vooral namelijk nog hoor, is dat het echt nog puur om de kosten draait, voornamelijk.

Technical manager: Niet helemaal. Want wat ik net al aangaf van dat bij Terwolde

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: Daar zeggen ze van we gaan bestaande gevelbeplating gebruiken. Het kost meer, maar we gaan het toch doen.

Jurre Brinkman: Maar zijn ze dan ook? Willen ze daar nog weer wat uithalen? Is dat of is dat gewoon echt een keuze geweest van we doen het gewoon?

Technical manager: Ja we doen het gewoon. Daar is gewoon de keuze gemaakt om bestaand materiaal te hergebruiken en anders was het naar de stort gegaan of werd het omgesmolten naar nieuw, maar dan kost ook weer energie. Dus gewoon de beste keuze geweest om het opnieuw te gebruiken.

Work planner: Men staat er voor open, maar het mag niet te veel kosten. Ik denk om daar nou echt een percentage op vast te plakken...

Technical manager: Daar is ook heel erg, daar zit nog wel veel verschil per waterschap en hoe sterk sturen ze kosten en duurzaamheid waarderen. En elk waterschap wil op duurzaamheid scoren. Zo heel veel, ja, dat is gewoon en hangt ook af van personen waar je mee te maken hebt.

Jurre Brinkman: Ja, ja, en zoals hier, zijn, zijn er nog kansen hier dan voor voor hergebruik, de toekomst of nu bij projecten naast die RVS leidingen.

Technical manager: Kijk, die RVS leiding bijvoorbeeld, stel dat wij een nieuw influentgemaal gaan bouwen met nieuwe roostergoedreinig en dergelijke, dan kunnen we dan zullen we wel kijken wat we kunnen hergebruiken en ja, maar dat kan ook gaan door bijvoorbeeld, want dan zou die ter plekke van een oude voorbeluchting moeten komen. Nou, dat is betonwerk nou, dat beton, dat kan ook weer gebruikt worden, zeg.

Work planner: Ja, betongranulaat kun je gewoon hergebruiken

Technical manager: Ja, dus dan gaan we gewoon dat weer gebruiken in het nieuwe beton.

Jurre Brinkman: Dan gebruik je dus beton granulaat maar echt betonnen componenten. Dat dat hergebruik nu is nog is lastig?

Technical manager: We gaan geen beton uitzagen en hergebruiken.

Jurre Brinkman: Nee.

Technical manager: Dat is gewoon niet mogelijk.

Work planner: Dat is heel heel lastig. Als je het hergebruikt, dan moet de constructeur daar een handtekening onder zetten van dit gaat nog zoveel jaar mee.

Jurre Brinkman: Ja.

Work planner: Die handtekening, die is heel lastig te krijgen, omdat de constructeur heeft gewoon geen garantie dat dat nog zo lang mee gaat.

Jurre Brinkman: En dan maar dan met bijvoorbeeld jullie willen dan opnieuw gaan bouwen, zou je dan ook prefab elementen kunnen gebruiken en die op zo'n manier kunnen verbinden met elkaar dat ze dan later en nog weer uit elkaar te halen zijn? Zou is, is dat, zijn dat mogelijkheden? Wordt daar ook naar gekeken?

Technical manager: Nou, dat we dat voorbeeld net van die tanks waar we het over hadden, dat met ronde tanks gaat super goed.

Jurre Brinkman: Bij bijvoorbeeld zo'n influentgebouw dan?

Technical manager: Daar wordt het heel moeilijk, maar daar zijn wie weet wat dat er nieuwe ontwikkelingen zijn, maar toen, op dit moment nog niet. Als wij daar wat wat willen, maar dan zit je meer en naar zeker naar je tijd. Maar dan zit je meer naar verdygo oplossing te kijken. Alleen dan heb je weer van de de de verdygo oplossingen met met verdygo roostergoedverwijdering bijvoorbeeld, ja, die die, dan moet je d'r heel veel op een rij zetten. Maar daar daar gaan we wel naar kijken en zo, maar ik de verwacht. Ik verwacht dan dat we qua ruimte niet wegkomen, en ja, dat is dat omdat dit gewoon een hele grote zuivering is.

Jurre Brinkman: Ja, nee, ik, dit zijn die strategieën zeg maar dus nee, maar echt kijken naar naar, naar ja, modulair bouwen, maar dan met betonnen componenten. Dat wordt wordt gewoon heel lastig bij.

Technical manager: Ja, wat ik wel steeds vaker toepas, maar dat is qua verhardingen, maar dat is gewoon heel simpel. Bedrijfsplaten van twee bij twee, die leggen gaan ook bij die groengasinstallatie leggen. Is wel iets van die die betonnen platen die kun je 100 keer weer gebruiken bij wijze van spreken.

Jurre Brinkman: Bij ja, maar echt, bij gebouwen die dan, die eventueel nieuw gebouwd worden dat wordt dat niet gebruikt?

Technical manager: Hé bij een gebouw zou dat nog een keer kunnen. Maar met zo'n vangwerk en roostergoedverwijdering, dan zit je ook met waterdichte constructies. Dan wordt het weer heel lastig.

Jurre Brinkman: Ja.

Technical manager: En een ronde tank nou, die kun je aan mekaar trekken en daardoor goed waterdicht maken. Als je ja met met maakwerk ,wordt dat lastig, wordt dat lastiger en dan moet je echt modulair gaan denken dus dat je dat je helemaal ja, zo'n roostergoedreiniging op op een betonnen plaat, werktuigbouwkundig opzetten en dan kun het hergebruiken. Alleen die kun je niet ja opnieuw herhalen, eigenlijk, maar dan in die capaciteit. Dan moet je dat meerdere naast mekaar zeggen, ja, maar dat zou dan zo nog wel een keuze kunnen zijn. Hier hoor maar wat ik zeg. Ik denk dat we dan met de ruimte niet weg komen.

Jurre Brinkman: Nee komt, nee, dus ruimte speelt ook gewoon grote invloed op de zuivering.

Technical manager: Ja, daar zit ook weer een hele grote uitdaging in. Zullen we nog even een rondje over de zuivering lopen?

Jurre Brinkman: Ja dat lijkt met wel leuk en interessant!

Technical manager: Mooi dan gaan we dat zo doen.