

Master Thesis

Utrecht University

Study: Sustainable Business and Innovation

Title: Bending the linearity; Assessing the sustainability implications of circular strategies

Author: JCN Beers, 3825361

Supervisor: Dr. ir. Jesús Rosales Carreon

Second reader: Prof. dr. Ernst Worrell

Word count: 20300

White page

Acknowledgements

I would like to thank everybody who has contributed to the end result of this master's thesis.

Special thanks to my supervisor Jesús Rosales Carréon for his patience and infinite positivity.

Abstract

The Dutch construction sector (DCS) is an important sector in the Netherlands' transition towards a circular economy (CE). Opposed to the dominant linear 'take-make-waste economy', a CE focuses on preserving resources, maximizing utility and maintaining value. This study was aimed at the effects of circularity to increase the concept's credibility and effectiveness and ultimately tries to answer the question of what circular action can imply for the DCS.

The study was held within the context of the Werkspoorkwartier redevelopment project, which develops a business area aimed at creative and circular manufacturing. The study was divided in three parts i) understanding the conception of the CE through interviews and cognitive mapping, ii) determining the circular potential - which is the potential to recover a building component or building material at its end-of-life using a circular strategy - through a case study of five buildings, and iii) determining the sustainability implications regarding the measured circular potential through indicators selected using the Sustainable Development Goals.

The study showed that different conceptions of the CE's goals and scope exist. Circular action can bring beneficial effects for the DCS. It can potentially help bring down RVM use, energy use and CO₂ emissions. The current organization of the DCS does hamper reaping the full benefits, as its fragmented composition undermines the connection and collaboration between sector actors. A circularity potential of 100% was demonstrated, through 82% recycling and 18% reuse circular strategies. In the light of current RVM-, energy- and CO₂-related policies it was shown that applying circular strategies can potentially contribute to achieving Dutch and international policy goals.

Executive summary

Global efforts are made to reduce material use among the construction sector. These are related to the concept of ‘circular economy’ (CE). A CE focuses on preserving resources, maximizing utility and maintaining value. This thesis focuses on generating understanding of the CE within the Werkspoorkwartier redevelopment project in Utrecht, within the context of the Dutch construction sector. Besides building understanding, the thesis presents a newly developed tool that provides insight in both the circular potential and involved sustainability implications regarding resource use, energy use and CO₂ emissions.

The study was divided into three parts i) understanding the conception of the CE through interviews and cognitive mapping, ii) determining the circular potential through a case study of five buildings, and iii) determining the sustainability implications regarding the measured circular potential through indicators selected using the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).

Part one addresses the sub question *“What conception of a circular economy do the actors involved in the Werkspoorkwartier have?”* through a qualitative approach. Six actors, active within the Werkspoorkwartier, were interviewed and asked to draw a mind map regarding the requirements for circular (re)development in the Werkspoorkwartier. All respondents held different conceptions of a CE regarding its goals, means, and scope. Nevertheless, the respondents coincided in the fact that the main focus of circularity in the construction sector should lie on material usage.

The interviews also addressed the rigidity and fragmentation of the current construction sector composition, which hinders collaboration. Sector actors are involved one after the other and interact little with each other. Besides, current legal structure makes contractors hesitant to use reused components. New business models should enable the implementation of the suggested circular strategies, but respondents remained unclear about how these models would function.

Part two of the study addresses the sub question *“What circular potential do the Werkspoorkwartier’s buildings contain?”*, through a quantitative approach. Five buildings in the Werkspoorkwartier were selected for a circularity potential analysis. Circularity potential was determined using the Reike, Vermeulen and Witjes’ (2017) ‘10 R-hierarchy’. The 10 R-hierarchy lists ten circular strategies, reducing, reusing, recycling, and ranks these from R0 (highest) to R9 (lowest). Data of eight building materials – aluminum, concrete, glass, loose insulation and insulation sandwich panels, masonry, plastics, steel and wood – was gathered and the circular potential for each building material was calculated. All buildings held a 100% circular potential. Materials can be recovered 82% through recycling and 18% through reuse. The high percentage of recycling potential results from the buildings’ designs. The buildings were built without future material recovery in mind at their end-of-life. However, recycling is ranked 7th in the R-hierarchy and remains an energy intense process for several materials. Higher ranked circular strategies are therefore desired. A way to enable this would be to include future material recovery in building design.

Part three of the study addresses the sub question *“What are the sustainability implications of the Werkspoorkwartier’s circular potential?”*, using three indicators: RVM use, energy use and CO₂ emission. The three indicators relate with United Nations Social Development Goals (SDGs) 8, 11, and

13. The selection of the indicators was a result of a desk study on current policies regarding the construction sector and build environment in Utrecht. By doing this, the research reassures the fit of the indicators with the construction sector while also addressing relevant subjects that held policy targets.

The three sustainability indicators were used to assess the sustainability implications that the different circularity strategies held, per selected building material. The results of this study show that in the Werkspoorkwartier redevelopment project 90% of RVMs, 71% of energy use and 74% of CO₂ emissions could be saved through circular strategies compared to primary production. Despite the 90% RVM saving potential, different materials could be depleted within several decades. Refusal (R1) and substitution by noncritical or renewable materials is required to prevent this depletion. Further analyses show that despite high percentage savings some materials (e.g. aluminum, plastics) still require over 100 times more energy for secondary production than other primary produced materials.

The thesis shows that circular action can bring beneficial effects for the Dutch construction sector. It can potentially help bring down RVM use, energy use and CO₂ emissions. The current organization of the sector does hamper reaping the full benefits, as its fragmented composition undermines the connection and collaboration between sector actors. All circularity potential present in the assessed buildings was mainly recoverable through recycling, which is a relatively low circular strategy. However, despite the positive effects that recycling has, some materials still remain more energy intensive or polluting than primary produced materials. Therefore, material substitution or higher ranked circular strategies are desired. Although this may be the preference, mismatch between demand and supply for recovered building materials can undermine these circular strategies. Members of the construction sector mention new business models as means to resolve this, though it remains unknown how such business models should look like. In the light of current RVM-, energy- and CO₂-related policies it was shown that applying circular strategies can potentially contribute to achieving set goals.

Contents

Acknowledgements.....	2
Abstract.....	3
Executive summary.....	4
1. Introduction.....	9
1.1 Background	9
1.2 Problem description.....	9
1.3 Scope	10
1.4 Aim and research question.....	11
2. Theoretical background	13
2.1 The Dutch construction sector.....	13
2.2 Circular economy.....	14
2.2.1 The 10 R-hierarchy	15
2.2.2 Defining a circular system.....	17
2.2.3 Applicable circular strategies	17
2.3 Knowledge and action	18
2.4 Sustainable Development	20
2.4.1 Utrecht, a Global Goals City.....	21
2.4.2 Substantiation of sustainability assessment indicators	21
3. Methodology.....	23
3.1 Part 1, Eliciting the CE knowledge through mind mapping	24
3.1.1 Data collection.....	24
3.1.2 Data analysis	25
3.2 Part 2, Circular potential	25
3.3 Part 3, Sustainability implications	26
3.3.1 Indicator selection.....	26
3.3.2 Exceptional numbers.....	27
3.3.3 Data collection.....	27
3.4 Trustworthiness of the study	27
3.4.1 Trustworthiness part 1	28
3.4.2 Trustworthiness part 2	28
3.4.3 Trustworthiness part 3	28

3.4.4 Overall trustworthiness	28
4. Results.....	29
4.1 Cognitive mapping	29
4.2 Circular potential analyzed buildings.....	35
4.2.1 Overall potential circularity assessed buildings.....	35
4.2.2 Werkspoorcafé De Leckere.....	37
4.2.3 Werkspoorfabriek.....	38
4.2.4 Hof van Cartesius	39
4.2.5 Stedin building	40
4.2.6 The Sportbox.....	41
4.2.7 Overall sustainability implications of all five buildings together	53
5. Discussion.....	56
5.1 Envisioning a circular system	56
5.2 Enhancing the circular potential.....	56
5.3 Sustainability implications.....	57
5.3.1 RVM use.....	57
5.3.2 Energy use.....	57
5.3.3 CO2 emissions	57
5.4 Limitations and suggestions for further research.....	58
6. Conclusion.....	60
7. Bibliography	62
Appendix A: Construction of circular economy definition used in this study	74
Appendix B: Substantiation chosen circular strategies per material.....	75
Appendix C: Interviews	80
Interview guide	80
Interview transcripts.....	82
Transcript Respondent 1	82
Transcript Respondent 2	89
Transcript Respondent 3	94
Transcript Respondent 4	98
Transcript Respondent 5	104
Transcript Respondent 6	110

Transcript concrete expert	115
Transcript wood and circularity expert	124
Cognitive maps	131
Appendix D: Calculations.....	137
Inventarisatie gebouwen	137
Impacts per material vicslaptop.....	137
Appendix E: Four step guide	138
Stap 1: Analyse bouwtekeningen	138
1. Componenten herkennen, naamgeving en locatie	138
2. Bepaling maten & materiaal	138
3. Bevestigingsmethode.....	138
Stap 2: Inventarisatie op locatie	139
1. Ontbrekende gegevens aanvullen	139
2. Inventarisatie benodigdheden.....	139
3. Rapporteer middels foto's	139
Stap 3: Gegevens verwerking.....	139
Stap 4: Invoering 'R'-en	139

1. Introduction

This chapter introduces the thesis' field of study. It then describes the recognized problems within this field. The scope of the study is then described after which the specific aim and corresponding research questions are addressed.

1.1 Background

The construction sector is an important sector globally as it is expected to drive global gross domestic product (GDP) by 3,5% in 2018 (Turner & Townsend, 2017). Besides economic prosperity, the sector provides the constructions that give us shelter and safety, one of our physical basic needs (Maslow, 1943). The provision of these constructions comes at a price, as construction is a material and energy intensive process (Cuchí et al., 2014; Abergel, Dean and Dulac, 2017). The sector is improving its efficiency, resulting in decreasing energy use per square meter. However, a higher increase in built surface results in the sector's net higher energy use (Abergel, Dean and Dulac, 2017). The used energy largely originates from fossil fuels, making the construction sector a major contributor to the global climate change problem due to CO₂ emissions (Cuchí et al., 2014). Moreover, built floor area is expected to double by 2060, resulting in an ongoing demand for materials and energy keeping it the world largest consumer of raw materials and one of the largest polluters (Abergel, Dean and Dulac, 2017; World Economic Forum, 2017; Sociaal Economische Raad, 2016). With the prospected increases of material use, the topics future depletion of materials, increased energy use and pollution remain an issue (Sociaal Economische Raad, 2016; Horvath, 2004).

Global efforts are made to reduce material use among the sector (Stanislaus, 2016; European Circular Construction Alliance, 2018; Adams et al., 2017; European Commission, 2018). The mentioned efforts all share a connection with the concept of 'circular economy' (CE). Opposed to our current linear 'take-make-waste economy', the CE focuses on preserving resources, maximizing utility and maintaining value (Murray, Skene and Haynes, 2017). By doing so it aims to decouple resource depletion from economic growth, thereby tackling the issue of resource depletion while lowering energy use and negative environmental impacts (Murray, Skene and Haynes, 2017).

1.2 Problem description

The Dutch construction sector (DCS) faces similar problems as the global sector. The DCS is accountable for 50% of all Dutch resource use, of which 90% comes from raw virgin materials (RVMs) (Schoolderman, van den Dungen & van den Beukel, 2014; Circle Economy, 2015). While the DCS has a recycling rate of 97%, its input still consists out of 90% RVM (Circle Economy, 2015). Many sector actors assume that the DCS is circular due to its high recycling percentage (Schut, Crielaard and Mesman, 2015). Although true, there might lay more potential in the current building stock, using different circular strategies. The current application of recycling is equal to devaluating resource values close to their lowest point in one step (Adams et al., 2017). This approach is out of line with the CE's principles of value and utility maximization and retention and input minimization (Circle Economy, 2015). The DCS's current circular conception illustrates the lack of a more in depth understanding of the CE concept. Thereby not fulfilling the CE's full potential.

Despite the lack of sound understanding within the DCS, the concept CE is gaining popularity in both sector specific and nationwide policy (Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 2018; Sociaal

Economische Raad, 2016). As trending concepts tend to diffuse in their meaning, this might also happen to CE (Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017). This can endanger the concept, as lack of conceptual coherence can lead to conceptual collapse (Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017). With the proliferation of definitions in academics, here also consensus appears absent (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018). Therefore, different scholars call for studies aimed at finding consensus or defining the CE (Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017; Reike, Vermeulen and Witjes, 2017; Korhonen et al., 2018).

A focus on the concept's definition in academics has led to the absence of deep research on CE assessment, which has resulted in a lack of indicator development and therefore indicators (Elia, Gnoni and Tornese, 2017). The lack of indicators also undermines the ability to develop CE measurement tools. Having such tools is of strategic importance, as one cannot determine its circularity without the ability to measure it (Elia, Gnoni and Tornese, 2017). From practice the call for tools or indicators is slowly getting stronger (Odijk and van Bovene, 2014; EFRO WSK, 2016; BOOT, 2018).

While measuring the circularity is interesting and called for, it does not provide directly what implications circular actions hold. For instance, what act of circularity is preferred in the light of current climate change? One way of assessing the implications the CE has is using the UN's Sustainable Development Goals (SDGs). The SDGs are a set of seventeen goals, acknowledged by 197 UN member states that are aimed at resolving social, environmental and economic problems (UN, 2015). The energy intensive RVM mining activities, resource depletion, CO₂ emissions, ecological system depletion and expected increase of RVM prices due to scarcity are issues that the SDGs address (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018; Sociaal Economische Raad, 2016; UN, 2015). Hence the SDGs could act as reference points in assessing the implications and preferred outputs of the CE. Unfortunately, tools for doing such thing do not exist until date. Therefore, it remains difficult to determine what circular actions are desired in the light of achieving the SDGs.

1.3 Scope

Within master thesis the Werkspoorkwartier, a business area that is currently being redeveloped, in Utrecht was studied (EFRO WSK, 2016). The Werkspoorkwartier is a former heavy industry area concerned with manufacturing train and bridge components and other steel constructions. It was built in the first half of the 20th century. This redevelopment aims to develop the Werkspoorkwartier into a leading business area for creative, circular manufacturing companies (EFRO WSK, 2016). Main redevelopment activities are renovating the existing assets the area holds, such as a harbor and various old buildings and warehouses, so that these can be reused by creative and circular companies (EFRO WSK, 2016). Besides creating an attractive business area, the project acts as a demonstration project to speed up Utrecht's circular economy (EFRO WSK, 2016). The project team consists of a consortium of building owners, building developers, SMEs from the construction and manufacturing sector and different knowledge and research institutes that are all concerned with improving social, economic and environmental impacts through a circular approach.

1.4 Aim and research question

The aim of this study is to deepen the academic understanding of the circular economy, while also providing practice with a tool that provides insight in circularity potential for current building stock. Currently the concept of circularity is seen as a possible solution to many global issues. Due to the newness of the concept, a limited body of literature exist. Research into effects of circularity could help increasing the concept's credibility and effectiveness. The main research question therefore reads:

“What does circular action imply for the Dutch construction sector?”

This question allows to further deepen the knowledge on circularity while simultaneously providing insight for the DCS how circularity could serve it to diminish their impacts. Observations of the Werkspoorkwartier project team showed the use of the circularity concept in a variety of ways, which shows the absence of conceptual consensus. Absence of such consensus can undermine team effectivity, which can harm the Werkspoorkwartier project and its outcome (Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017; Mohammed and Dumville, 2001; EFRO WSK, 2016). A successful project requires conceptual consensus, meaning that there is an equal understanding of ‘circular economy’ within the project team. The other way around, insight in the conception of circularity uncovers what aspects of circularity are still unknown, little-known or misunderstood. This results in the first sub question:

SQ 1. “What conception of a circular economy do the actors involved in the Werkspoorkwartier have?”

The redevelopment activities of the Werkspoorkwartier project consist largely of renovating buildings. These renovation efforts require resources and materials, but can also generate these. Through studying the available building components and materials the circularity potential can be determined, which is the material present in the building that could be recovered using a circular strategy. Hereby minding an approach aimed at preserving resources and maximizing value and that way fit the CE concept. The second question therefore is:

SQ 2. “What circular potential do the Werkspoorkwartier’s buildings contain?”

Circular potential can be understood as the potential to recover a building component or building material at its end-of-life using a circular strategy. Answering SQ 1 and SQ 2 provides insight in whether the actors involved in the Werkspoorkwartier project share a sound and shared conception of the CE and whether the materials available in the Werkspoorkwartier have potential for being used according to the CE principles. Studying the available materials also required developing an assessment method.

Having an indicator that indicates ‘the share of circularity’ solely informs us on that matter. This could mean that maintaining the highest amount of value might be preferred from a CE perspective, while having negative consequences indicated from another perspective, e.g. increased costs or environmental concerns. As mentioned, global efforts are being made aimed at achieving the SDGs that are concerned with sustainable development. Therefore, the SDGs were used as frame of reference for assessing circular potential on its sustainability implications. This results in the final sub question:

SQ 3. “What are the sustainability implications of the Werkspoorkwartier’s circular potential?”

Answering the three sub questions provides the information required to eventually answer the main research question. The rest of the document is built up as followed: Section 2 contains the theoretical deepening required to understand the studied and used concepts within this study and provides a brief introduction of the construction sector; section 3 contains the methodology regarding the performed study; section 4 contains the results; section 5 discusses the found results and provides further directions of study; section 6 concludes the study and repeats the most important findings.

2. Theoretical background

This chapter elaborates on the main used concepts of the proposed study and offers background information regarding building materials that will be investigated. Its aim is to explain the concepts, their relevance and their interrelatedness.

2.1 The Dutch construction sector

The Dutch construction sector (DCS) can be divided into two segments: Civilian and Utility related construction (C&U) and Ground, Road and Water related construction (GRW) (Rijksoverheid, 2016). When referring to the DCS in this study, the C&U segment is meant. The C&U is shaped by the presence of the actors - displayed in figure 1 - involved with design and planning, construction, renovation, demolition and waste processing (Brinksma, Pijpers and van der Woude, 2004; Circle Economy, 2015). The DCS is dominated by large construction companies that operate nationwide (Zwaga, 2018; Bouwend Nederland, 2019). Despite their nationwide presence, construction methods can differ on regional scale and innovation often occurs project based (BOOT, 2018).

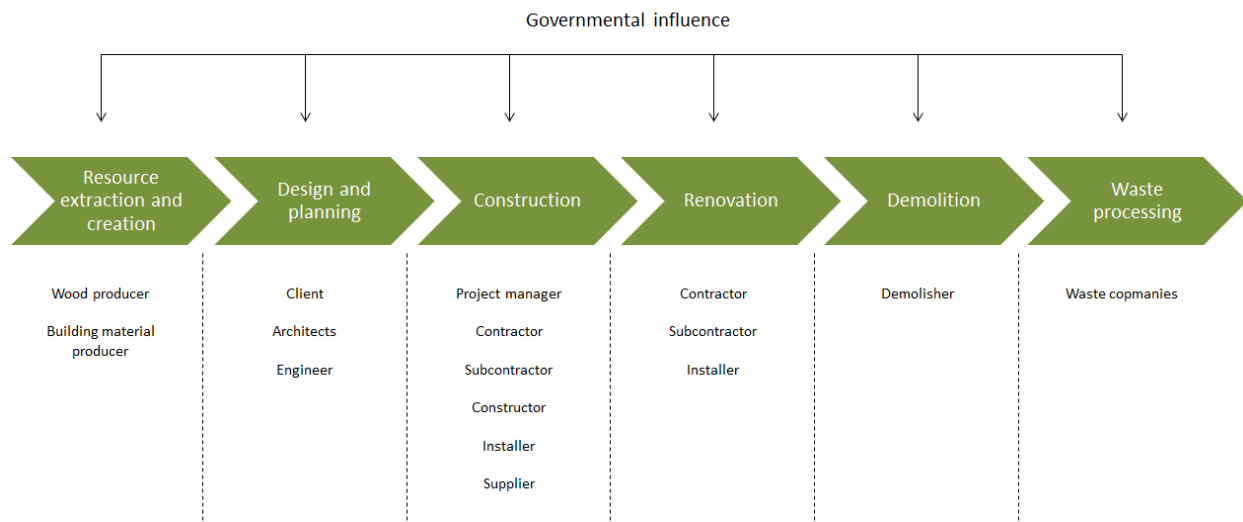


Figure 1, Actors per lifecycle phase of a construction (Brinksma, Pijpers and van der Woude, 2004; Circle Economy, 2015).

The six construction phases, presented in figure 1, occur in separated fashion, making the DCS a fragmented sector. This means that actors act one after the other, sometimes leading to lack of collaboration which causes problems (Brinksma, Pijpers and van der Woude, 2004). One problem being the waste of 5-10% of bulk materials, of which 80% can be explained by lack of communication (Brinksma, Pijpers and van der Woude, 2004). As 45% of Dutch RVM use can be allocated to the construction sector, this means that this lack of communication causes 1,8-3,6%¹ of total Dutch RVM being wasted.

¹ 80% of 5-10% losses occur due to communication, which equals 4-8% sector losses caused by communication. As the sector accounts for 45% of Dutch RVM use, this means that 1,8-3,6% of all Dutch RVMs are lost due to lack of communication.

The DCS is characterized by a bidding structure when tendering projects. Due to the 2016 ‘tender law’, tenders holding the best quality to price ratio should win the tender (Staatscourant, 2016). Studies leading to the introduction of this law concluded that 75% of the best quality to price ratio holding tenders also were the lowest price (EIB, 2015). This did require the presence of clear selection criteria though. So, despite the introduced law, the sector still remains often lowest price based. This dynamic explains the 90% share of used materials being RVMs, as most are currently cheaper than reused materials (Circle Economy, 2015). Recovering used materials is a difficult process due to the wide variety of used construction methods among buildings, caused by the DCS’s regional composition. Therefore, recovery is often labor intensive. This explains the current high prices for recovered raw materials (Circle Economy, 2015). Standardization of construction methods or/and component use through regulation or sector-imposed standards could lift this barrier, but still remain absent (Circle Economy, 2015).

As explained in section 1.2, the DCS uses 45% of Dutch virgin materials. Due to the DCS’s scale it is an important actor in the Dutch nationwide transition towards a circular economy (Potting et al., 2018). This transition is aimed at achieving a Dutch circular economy prior to 2050 (Rijksoverheid, 2016). Therefore, the DCS is under much scrutiny and in need of solutions that help achieving both the nationwide and sector specific goals for 2050. Main objectives for the DCS are ‘eliminating CO₂ emissions’, ‘solely circular government tenders’ and ‘energy neutral buildings’ and should all be achieved by 2050 (Transitieteam circulaire bouweconomie, 2018; Rijksoverheid, 2016). The DCS aims to reach their goals through three steps, using a mountain climbing metaphor. By 2021 the ‘basecamp’ is built, meaning that the DCS knows how to measure circularity, a market for circular materials should be active and current and planned legislation should not impede with further circular developments (Korbee, 2018). By 2030, 50% of the final objectives are achieved. The ‘top’ is reached by 2050, meaning a climate neutral circular sector. Action and further research in the field of the CE are required to develop the much-needed solutions to reach the top (Menkveld, 2017; Mokhtariani, Sebt and Davoudpour, 2017; Korbee, 2018; Transitieteam circulaire bouweconomie, 2018). Despite this need for solutions, the sector remains risk averse; avoiding uncertainty which innovation always holds (Arnoldussen et al., 2017; Christensen, 1997). Even if the implementation of a CE would mean a net gain, actors still might be hesitant to act accordingly if this would require more costs upfront (Arnoldussen et al., 2017). This is likely a result of the sector’s ‘client dynamic’. Buildings are not sold through ‘market push’, but rather through ‘market pull’, i.e. client pull. Such dynamics can create a bottleneck for innovation at the position of the client. Engström and Hedgren (2012) show how ‘innovation incompetent’ clients slowed down the implementation of a new form of ‘industrialized building’. This mainly was a result of the client’s precognition causing a bias with judging the innovation on the long term (Engström and Hedgren, 2012). Due to the long lifetimes that buildings have, this posed a major barrier to client’s willingness to adopt the innovation. As implementing a CE involves a sector wide change, which requires time. Such a long-term change might prove to be difficult for the DCS and its client dynamic might also prove to be a barrier in the transition towards a circular construction sector.

2.2 Circular economy

The circular economy (CE) is a model that has the ultimate goal “...to achieve decoupling of economic growth from natural resource depletion and environmental degradation” (Murray, Skene and Haynes,

2017, p373). The linearity in our current 'take-make-waste economy' results in products being discarded at their 'end-of-life'. As growth requires new resources - some available in finite amounts - growth potential is finite. The CE's aim to decouple economic growth from natural resources, makes unlimited growth virtually possible.

Natural resources are used in a regenerative fashion and used materials are cycled in (closed) loops. In doing so it is important to include all relevant value chain actors, i.e. it should happen in a multi-level fashion. This means that on a micro level companies implement a circular approach; on a meso level companies cooperate, e.g. one's waste is another's input; on a macro level regional activities are shaped in a circular fashion through policies and institutional influence (Kirchherr et al., 2017). For the Werkspoorkwartier project multi levelness would mean that participating companies implement circularity in their own activities, but also engage their relations into circularity, e.g. exchange waste/resources with suppliers, and that the Utrecht municipality actively engages in developing sound policy that promotes circular activity and abilities. The presence of networks is crucial among the Werkspoorkwartier system, as it provides the medium for the present actors to connect for instance their waste and resources with other actors (Oerlemans, Meeus and Boekema, 1998).

2.2.1 The 10 R-hierarchy

The circular economy is characterized by activities that are often named after words starting with 're', e.g. loops aimed at **re**use, **re**ducing, **re**cycling etc. Reike, Vermeulen and Witjes (2017) call these loops 'R-imperatives', which often follow a hierarchical order. They defined a 10R-imperative typology to synthesize the literature and make an attempt at standardization. The 10R typology exists of short, medium and long loops aimed at maximizing resource 'value retention' which is the *"...conservation of resources closest to their original state, and in the case of finished goods retaining their state or reusing them with a minimum of entropy as to be able to give them consecutive lives"* (ibid, p9). Within this study the 'R-imperatives' are called 'circular strategies'. Table 1 displays the ranking and definitions of the 10Rs. R0 ranks the highest, R9 ranks the lowest in the hierarchical order meaning that R0 requires the least resources and energy (entropy), thereby depleting and polluting less. This aligns with the proposed rule of thumb by Potting et al. (2018) that states that required RVM declines as Rs rise in their hierarchical rank. This is preferred considering the construction sector's current large-scale pollution and resource and energy consumption (Korhonen, Honkasalo and Seppälä, 2018). Note in table 1 that R9 should be prevented at all times, as landfilling can be seen as a system leakage and could therefore be called noncircular. Without landfilling, re-mining would eventually become redundant. Within this study landfilling related remining (R9) was considered as a system leakage and therefore was seen as a noncircular strategy and therefore written in italics (methodology section 3.2).

Table 1, R-imperative hierarchy (Reike, Vermeulen and Witjes, 2017).

Loop length	R-imperative	Description (consumer perspective)
Short	R0 - Refuse	Rejection of consumption, which prevents unnecessary material use or production.
	R1 - Reduce	Reducing required material use through reduction of product use frequency or sharing of products.
	R2 - Resell/Reuse	Second hand reselling of products for the same purpose without repair being required.
	R3 - Repair	Remedy defects to bring back a product to its original working order (ad-hoc repair). Maintenance of the product to extend the product's lifetime (planned repair).
Medium	R4 - Refurbish	Product overhaul resulting in an upgrade that brings the product 'up to the state of the art'.
	R5 - Remanufacture	Production of 'like new' products using recycled components. Quality is 'up to original state' but lifetime is expected to be shorter than new products.
	R6 - Repurpose	Reusing discarded goods for a new, differing from its original, function.
Long	R7 - Recycle materials	Process of avoiding the use of raw virgin materials. Materials can have differing quality levels, which can make competing with raw virgin materials difficult.
	R8 - Recover (energy)	Recovery of energy through incineration or use of biomass.
	R9 - Re-mine	<i>Retrieval of materials after landfilling.</i>

In order to maximize value retention, cycling should occur in a ‘cascading’ fashion from R0 to R9 (Potting et al., 2018). First refusing or reducing product use after which unused functioning products should first be resold. If then a minor defect occurs, it should be repaired and so on until the final circular strategy of energy recovery. Design plays a key underlying role in all strategies as it can enable or undermine them, e.g. a design based solely on recyclable materials can prevent the act of landfilling making re-mining redundant (Perchard, 2016). ‘Design for Deconstruction’ (DfD) is an upcoming concept featuring design aimed at future material use and recovery (Akinade et al., 2017). While limitless cycling and regenerative use is aimed for, this proves impossible in practice and demand for RVMs will always remain (Zink and Geyer, 2017). So besides enabling different circular strategies, design should also be aiming itself on refusing or reducing RVM use.

2.2.2 Defining a circular system

The desired functioning of a CE can be said to be rather well envisioned and is often compared with the ‘Lansink ladder’ that states how waste should be treated (recycling.nl, 2018; Rosen Jacobson, 2018). However, a widely supported definition of a CE still lacks within both academic literature and consequently practice. This might be due to the young age of this scientific field and could possibly also be explained by complexity of the concept itself. Geissdoerfer (2017) and Kirchherr, Reike and Hekkert (2017) both propose their definition of a CE based on extensive literature revision. For this study both definitions were combined to arrive at an inclusive definition. The creation of the definition is broken down and explained in Appendix A. The combination of definitions results in the following definition of a circular system:

“A regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops. This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling. It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations. It is enabled by novel business models and responsible consumers.”

Within this study the system addressed is the DCS, meaning that circular activities should be aimed at input minimization and creating a regenerative sector while pursuing sustainable development.

2.2.3 Applicable circular strategies

Eight common building materials were selected for this study based on Schebek et al. (2017). Wood was divided into categories A, B and C (see Appendix B). Not all nine circular strategies (table 1) are applicable for building materials. This can be explained by the simple nature of most building materials. Contrary to multipart products, e.g. electronic devices, most of the materials are single piece or constructed (hardly) inseparable. Therefore, strategies such as ‘repair’, ‘refurbish’ and ‘remanufacture’ are not possible as there are no parts to apply these strategies on or repair methods are unknown. The circular strategies ‘refuse’ and ‘reduce’ are not possible, as this study assesses already built buildings. Table 2 displays the eight selected materials this study assessed, the RVMs involved in production, the circular strategies possible and overview of used sources. Appendix B

substantiates the chosen circular strategies per material. The circular strategies reuse, repurpose, recycle and regenerate were found to be applicable among different materials.

Table 2, Circular strategies per material.

Material	Required (raw) materials	Circular strategy	Source
Aluminum	Bauxite	Reuse, recycle	Boin and Bertram, 2005
Concrete	Binder (cement), coarse aggregate, fine aggregate, water	Reuse, recycle	Babor et al., 2009
Glass	Quartz sand, soda ash, lime	Reuse, recycle	Dyer, 2014;
Insulation	Fossil fuels	Reuse, repurpose, recycle	Engineered Panels in Construction, 2017
Masonry (bricks)	Clay	Reuse, repurpose	Ahimbisibwe and Ndibwami, 2016; Rodriguez, 2018
Plastics	Fossil fuels	Reuse, repurpose, recycle	Al-Sherrawi et al., 2018; van Arkel, 2016
Steel	Iron ore	Reuse, repurpose, recycle	Steel Recycling Institute, 2017
Wood	Wood	Reuse, repurpose, recycle, regenerate	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2014

2.3 Knowledge and action

The DCS's current circular conception² illustrates a lack of a more in depth understanding of the CE definition within the DCS. This can lead to use of the concept in a suboptimal manner, as knowledge can be a prerequisite for action (Blake, 1999; Ajzen, Brown and Carvajal, 2004; Sammer and Würstenhagen, 2006; Funke, 2017). As the actors in the Werkspoorkwartier project are the main actors that can make circular redevelopment happen, it is crucial to understand what concepts they relate to circularity, in order to fulfill the circular potential. There is a large body of literature about knowledge which considers the different types, means of acquisition and degrees of accessibility of knowledge. For a deeper understanding on this issue I would like to direct you to the used sources. This section (2.5) is solely dedicated to briefly introduce the connection between knowledge and action and therefore stays at the surface of these two concepts.

Funke (2017) studies the relationship between knowledge and action, in which action is defined as goal-directed human activity; separating it from behavior. Realizing goals requires the appropriate means to achieve them. This means-end connection is what Funke calls knowledge and is illustrated with an example of a chimpanzee that fetches bananas, that are outside arms reach of its cage, using the insight it could reach them using a stick. Hence, it is impossible to achieve goals without

² A majority of actors within the DCS believes that the sector is circular due to the high percentage of material recycling (Schut, Crielaard and Mesman, 2015).

knowledge (not accounting for contingency achievement due to behavior). For the Werkspoorkwartier this means that the actors involved require an understanding of circularity, in order to be able to reach the goal of fulfilling circularity's potential.

The knowledge among the project actors can be elicited using the 'cognitive mapping' technique (Lourdel et al., 2007). A cognitive map is one's own interpretation of the experienced world (Rosales Carreón, 2012). This interpretation can be visualized using 'cognitive mapping', which is a method used to represent the conceptual understanding of an individual regarding a specific subject (Albino et al., 2002). A conceptual understanding can be a mixture of ideas, opinions and key issues according to an individual (Albino et al., 2002). Cognitive maps have three main functions: i) explicative, by highlighting the context of a decision making process and perspective the respective actors have; ii) predictive, by analyzing the cognitive map predictions can be made based on the designed map; iii) reflexive, the graphical display of concepts can help an individual to reflect the actor's assumptions about a concept or situation (Albino et al., 2002). These reflective characteristics can have positive influences on decision making as it enables visualization of unconscious values or thoughts, which creates the opportunity to assess and possibly change these (Rosales Carreón, 2012).

Figure 2 displays a cognitive map, which is a collection of nodes connected by arrows. The nodes are the elements that are relevant and present regarding the 'focus word or question' and are connected by arrows that portray cause/effect or means/end relationships that could be either positive, negative or neutral. The arrow indicates the direction meaning that the arrowtail causes the effect that is positioned at the arrowhead.

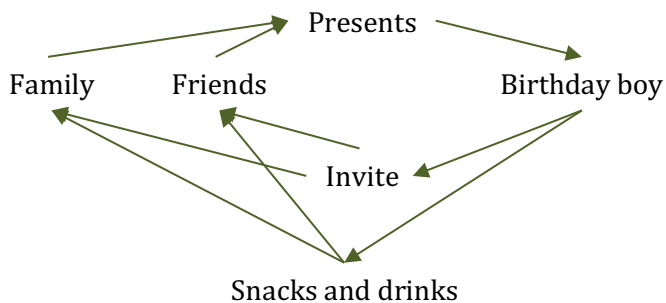


Figure 2, An exemplary cognitive map of a birthday party.

With complex concepts such as the circular economy it can be expected that the cognitive maps differ among individuals in both richness, used words and architecture. The other way around it could be that interviewees mean different things using similar wording, therefore the act of interpretation is inevitable when analyzing the drawn cognitive maps (Legrand, 2000; Albino et al., 2002).

2.4 Sustainable Development

A circular DCS should be aimed at achieving sustainable development. However sustainable development is often called “...one of those ideas that everybody supports but nobody knows what it means” (Porritt, 1998, p20). Therefore, a deeper analysis of the concept is required. Sustainable development (SD) is often used interchangeably with sustainability, while the concepts are quite different (Olawumi & Chan, 2018; Axelsson et al., 2011). SD developed from the rise of international policies aimed at sustainable resource use and the addition of ‘development’ to the sustainability concept (Axelsson et al., 2011). It was agreed on that sustainability should be the aim for resource use and SD as the base for further development (WCED, 1987; UN, 1992). The most well-known and (still) used SD definition probably is the Brundtland Report’s (BR) definition that reads:

“Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

- *the concept of ‘needs’, in particular the essential needs of the world’s poor, to which overriding priority should be given; and*
- *the idea of limitations imposed by the state of technology and social organisation on the environment’s ability to meet present and future needs” (WCED, 1987, p43).*

When referring to this definition, often only the first sentence is used. Although the BR definition’s use is widespread, it often is criticized for its ambiguity. Different interpretations exist, originating from different working fields. Pearce and Markandya (1987, p43) and Bermejo, Arto and Hoyos (2010, p18-23) show how such interpretations can lead to development that still depletes natural resources, thus being unsustainable as resource depletion compromises future abilities. Bermejo, Arto and Hoyos (2010) frame these interpretations as defensive reactions of the dominant economic system, that repentance the fact that economic growth is limited by the earth’s finite resources. Resulting in practices that use the SD concept in a deceptive manner.

These deceptive SD interpretations often miss the two focal points aimed at the world’s poor and the requirement to operate within certain environmental limits, by being solely based on the first sentence of the BR’s SD definition. Bermejo, Arto and Hoyos (2010) show how sticking to the complete definition prevents fraudulent use of the SD concept. These two focal points were the point of departure for the UN’s eight Millennium Development Goals (MDGs) back in 2000. The MDGs were ambitious goals to eradicate poverty and increase the living standards of the world’s poorest by 2015 (UN, nd). During the Rio21+ conference of June 2012, the MDGs were revised and a new set of seventeen targets was compiled that were called the Sustainable Development Goals (SDGs).

The seventeen SDGs are a diverse set of goals ranging from social issues such as famine and educational access to environmental issues as climate change and ecosystem deterioration to economic problems as global poverty, thereby grasping all dimensions of sustainability (UN, nd; Sartori, Latrónico and Campos, 2014). The universal agreement on these goals makes them a widely supported standard for measuring sustainable development. Also, on a more regional level municipalities and cities are increasingly embracing the SDGs and are shaping their policy in line with the SDGs (VNG International, 2015). Due to this wide support for the SDGs, acting according to

the SDGs can thus be seen as ‘acting sustainable’. These goals were therefore used as a frame of reference, when defining sustainability measures for a circular DCS.

2.4.1 Utrecht, a Global Goals City

In 2015 the city of Utrecht embraced the SDGs by presenting itself as a ‘Global Goals City’ (Sakkers, 2018). After several consultations it decided that SDG 11 ‘Sustainable Cities and Communities’ plus a selection of related goals currently were the most relevant for Utrecht. Through the creation of an SDG dashboard that should allow users of the dashboard to identify the connections between their efforts and the SDGs, the municipality intends to facilitate the inclusion of different SDG-related issues into future policy development and actions.

Utrecht’s current efforts regarding SDGs are centered around ‘raising awareness’ and ‘facilitating proposed initiatives’ (Haanen and van Zanen, 2017; ^aProvincie Utrecht, 2017; ^bProvincie Utrecht, 2017; Provincie Utrecht, 2016; Gemeente Utrecht, nd; Broekman et al., 2017). It currently does not pursue policies that enforce action regarding the SDGs. Personal contact in 2017 with Utrecht’s ‘Utrecht4GlobalGoals-team’³ underlines the (only) awareness raising policy aims (van Eijndthoven, 2017). Additional to this contact a desk study was performed, which confirmed the absence of specific SDG aimed policies. However, Utrecht does have policy that already would serve different SDGs. It aims to build ‘climate adaptively’ to cope with the expected weather extremes that result from climate change (Initiatiefgroep Klimaatbestendig Wonen, 2017; Staat van Utrecht, nd). Such measures align well with ‘SDG 13 - Climate Action’. Utrecht also introduced an ‘environmental zone’ for its city center, thereby banning ‘dirty old’ cars (Utrecht your way.nl, 2014). This measure aligns with ‘SDG 11 - Sustainable Cities and Communities’. The city’s policy to create extra jobs and bridge the distance certain people have to the labor market resonates with ‘SDG 8 - Decent Work and Economic Growth’. While its circular ambitions align with the SDG 8’s sub-target of increasing resource efficiency.

These are the SDGs that Utrecht currently already is serving, be it consciously or subconsciously. Through the circular strategies there might also be SDGs that could be served and thus the sustainability of these strategies could be assessed using those SDG related indicators.

2.4.2 Substantiation of sustainability assessment indicators

This paragraph holds a selection of SDGs that touch upon the possible effects of a circular construction sector. SDGs that did not touch upon possible effects, e.g. developing policies that target sustainable tourism, are not discussed (IAEG-SDGs, 2016, p11). First the SDG is briefly explained after which the related indicator is introduced. The indicators are printed in italics.

Goal 8, promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all. Goal 8 is characterized by creating qualitative jobs that reduce environmental degradation (UN, 2018). Environmental degradation is measured by the ‘material footprint’ (MF). The MF is “...*the global allocation of used raw material extraction to the final demand of an economy*” (Wiedmann et al., 2012, p6271). Combining this indicator with the BR’s definition, would mean that the use of nonrenewable resources would be unsustainable. *Job creation*

³ Utrecht4GlobalGoals is the unit responsible for Utrecht’s follow up regarding the SDGs.

is hard to measure as it would require insight in the exact production processes of noncircular and circular options. Alternatively, *the costs of the different circular strategies* can be studied, as cost savings would affect economic growth positively and vice versa.

Target 8.4 Improve resource efficiency, i.e. using the earth's limited resources in a sustainable manner while minimizing impacts on the environment (European Commission, 2017). Improving resource efficiency would complement regenerative material use but does not necessarily cause this. *Resource use* can be measured using different indicators, e.g. energy used for production, share of material wasted, environmental impact per kg etc. Environmental impact also relates to '**SDG 13 - Climate Action**'. Therefore, *resource use* was chosen, herewith killing two birds with one stone. Carbon footprinting is one of the most used methods to assess environmental impact, which measures global warming potential (Becker and Rosemann, 2010; Kim et al., 2016; Soon et al., 1999). However, carbon footprinting is aimed at the use-phase of a product or material. As the goal of CE is the prevention of natural resource depletion, the *carbon footprint* measured should cover the entire production phase of the material, i.e. cradle to (factory) gate. The embodied carbon assessment is the right tool for doing this (^aJones, 2018; ^bJones, 2018).

SDG 11 - Sustainable Cities and Communities, is aimed at making cities inclusive, safe, resilient and sustainable (IAEG-SDGs, 2016). **Target 11.6 reducing the adverse per capita environmental impact** is measured by the proportion of urban solid waste collection with adequate final discharge and mean *level of fine particulate matter*. Fine particulate matter (FPM) is mainly released by the burning of fossil fuels during material sourcing, production and construction processes (Huberman and Pearlmutter, 2004; Zhang, Wang & Huang, nd; Bribián, Capilla & Usón, 2011). The impact of production can be partly deduced from the *energy use* as still a lot of fossil fuels are used for electricity generation and sourcing processes.

3. Methodology

The conducted study consists of three main parts i) cognitive mind mapping, ii) the circular potential analysis and iii) the sustainable implication analysis. The following section describes each research phase, the undertaken performed actions and substantiates with argumentation why this approach was chosen where deemed necessary. Figure 3 displays the research design.

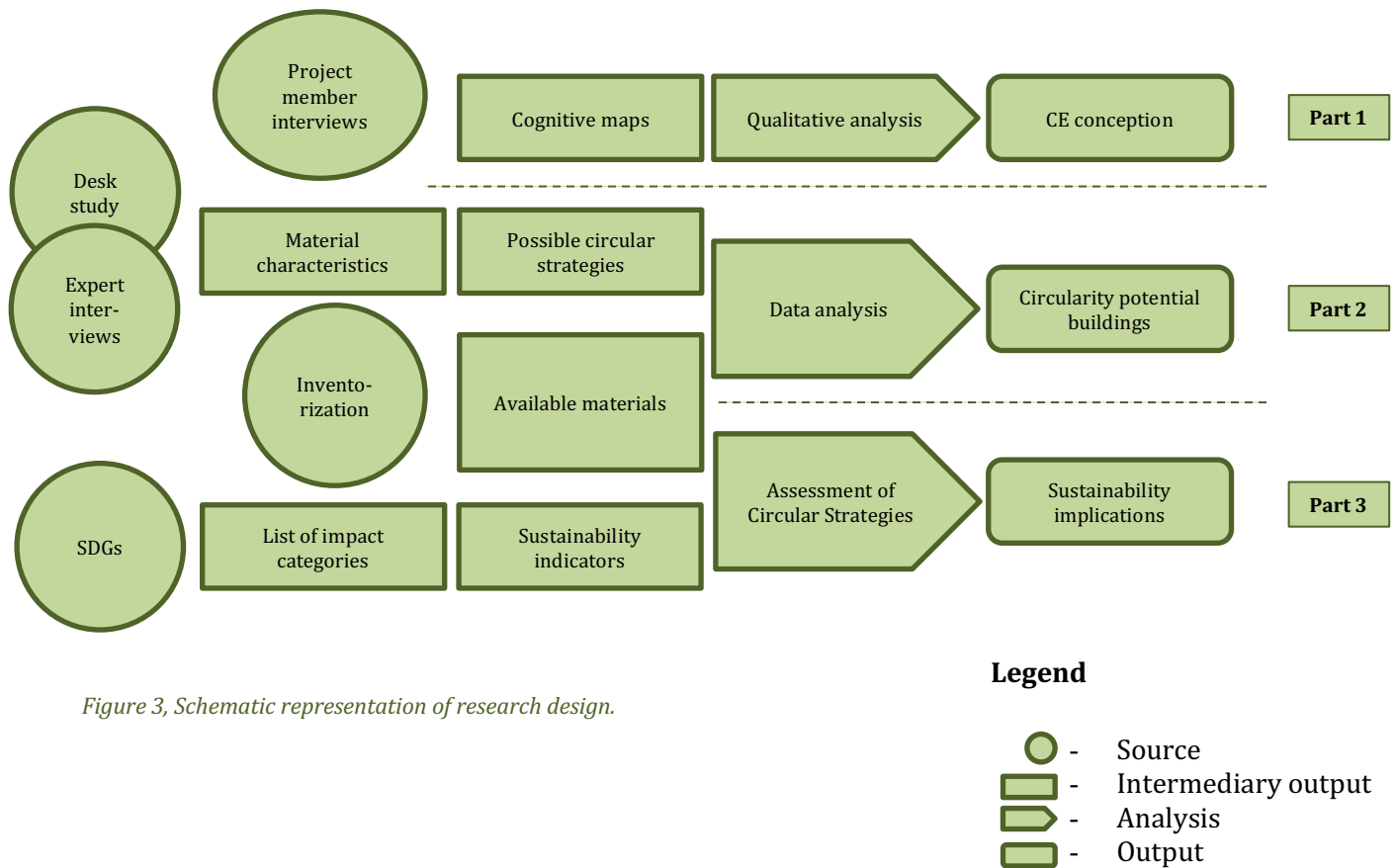


Figure 3, Schematic representation of research design.

3.1 Part 1, Eliciting the CE knowledge through mind mapping

3.1.1 Data collection

Cognitive mapping was used in order to collect the expected different CE conceptions that the project team holds and are needed for answering the first research subquestion. Cognitive mapping is an exercise that can be easily performed. All that is required is a pen, piece of paper and a ‘stimulus-word’ or ‘focus question’ (Funke, 2017; Franceschini, Borup and Carreón, 2018). The result is a collection of maps that represent the conceptual understanding of the different interviewees. For this part of the study six respondents were selected and interviewed. Table 3 provides an overview of the respondents. All interviews were audio recorded and later transcribed. The interview consisted of three parts: i) a standard introduction, ii) a standard warming up exercise and iii) letting respondents create a cognitive map around a standard focus question and finally describe their map. The used interview guide is presented in Appendix C.

All respondents were ‘kept free’ in their cognitive map designs and description. Questions, asked by the respondents, related to the layout were answered neutrally with an emphasis on that it is a personal take of the respondent and that therefore no rights or wrongs existed. Additional questions were asked by the researcher regarding the created mind maps or given node descriptions to avoid vagueness or later misinterpretation during the analysis.

Table 3, Overview of interviewed respondents.

Respondent	Role
1	Circularity pioneer and connector of local parties
2	Demolition and circularity expert
3	Material expert and knowledge partner
4	Project coordinator at a developer
5	Project secretary
6	Material expert and knowledge partner

The **standard introduction** welcomed the participants, briefly explained the coming 30-45 minutes and assured their anonymity in order to create a safe environment where the respondent would feel comfortable to answer questions honestly. After this welcome, the respondent was shown a cognitive map created around the subject ‘a birthday party’ to familiarize the respondent with how a cognitive map could look like. After this the **standard warming up exercise** was performed. The respondents were given a large sheet of paper, a pen and blank post its and were asked to create a cognitive map of their own role within the Werkspoorkwartier project. This way the respondent practiced mind mapping and results of this exercise were used afterwards to enhance the interpretation of the qualitative analysis (section 4.1).

After the warm up the respondent was asked to **draw a cognitive map around the focus question**: “What is required for circular (re)development of buildings based in the Werkspoorkwartier?”. The respondents were given a large sheet of paper, a pen and blank post its. Respondents were explicitly told not to write complete sentences, e.g. “concept a and concept b share a relationship that is influenced by concept c”. Rather they were asked to write down concepts ‘a’, ‘b’ and ‘c’ on different

post its and indicate relationships between the post its, using arrows. The direction of the relationship is represented by an arrowhead. Consequently, the respondents were asked to shortly explain their constructed model. This reflective moment sometimes triggered respondents to add extra concepts or relationships in their model and is therefore highly recommended. After having drawn the second cognitive map the respondent was asked about his experience of the interview, asked for feedback, reminded off the researcher's confidential use of the results and thanked for their time and participation. The 'concept and arrows' approach did not suit all respondents. Therefore, these two respondents were kept free in using their own approach designing mind maps that did not possess nodes and arrows. The wide variety in different map layouts made the analysis of the mind maps difficult. The created mind maps can be found in Appendix C.

3.1.2 Data analysis

The main analysis was done using the interview transcripts. These transcriptions were coded based on six ex-ante defined categories. The self-defined description of the CE formed the basis for defining the six categories (section 2.1.2). Table 4 displays the six categories and the corresponding part of the definition. The categories comprised two goals (cat. 1&5), the requirements for a CE (cat. 6), two means of achieving the goals (cat. 2&3) and a category describing the composition of a CE (cat. 4).

Table 4, Ex-ante defined categories.

Category	Type of category	Definitional coverage
1	Goal 1	"A regenerative system in which...
2	Means 1	...resource input and waste, emission, and energy leakage are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops.
3	Means 2	This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling.
4	Multi-levelness (micro, meso, macro)	It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), ...
5	Goal 2	...with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations.
6	Requirement/conditions to achieve goal	It is enabled by novel business models and responsible consumers."

3.2 Part 2, Circular potential

The second subquestion addresses the circular potential study the Werkspoorkwartier's buildings hold. Five buildings were assessed within the Werkspoorkwartier. The assessment of the buildings was done by the 'Hogeschool Utrecht' (HU). A group of five 'Built Environment' HU bachelor students collected the required data and wrote a document accordingly (Bos et al., 2018). During the writing and data collection process, several contact moments were held in which aim, progress and results were discussed to assure the fit with this study. The students all possessed over a technical background due to their field of study. The five buildings were selected based on their relevance

within the Werkspoorkwartier project and composition of the building. The five selected buildings (table 5) have different material compositions, functions and ages. This allowed to display a variety of circular potentials for different building types.

Table 5, Overview of studied buildings.

Name building	Function
Werkspoorcafé	Tasting room
Hof van Cartesius	Workspace for creative and circular ventures
Werkspoorfabriek	Office space, light industry, beer brewery
Stedin building	Office building
The Sportbox	Sports hall

Table 6, Studied materials.

Aluminum
Concrete
Glass
Insulation
Masonry
Steel
Wood

Eight materials (table 6) were selected for the material inventorying (section 2.2.3). The main requirement was that the materials were present in building components that were easily detectable in building blueprints or visible and controllable by the naked eye, e.g. copper piping and (plastic) sewage piping were not included as materials as these components are often hidden inside walls, ceilings or underground. Inventorying was done in four steps i) blueprint analysis, ii) onsite inventorying, iii) data processing and iv) assigning a circular strategy to the component. Appendix E contains the elaborate four step guideline. These four steps resulted in a rich spreadsheet containing overviews of the five buildings, the present materials per building and potential circular strategies per component (Appendix D). The potential circular strategies data of all buildings was combined in order to arrive at the final results.

3.3 Part 3, Sustainability implications

3.3.1 Indicator selection

To determine the sustainability implications that circular potential holds indicators were selected. In order to have indicators that resembled with the municipality of Utrecht's policy a desktop study was performed to acquire insight in Utrecht's policy regarding the SDGs. Policy documents were searched for using the Google search engine. Keywords used in doing so were, among many others, zorg & Utrecht, beleid & Utrecht, "gemeente Utrecht" & beleid, woonbeleid & Utrecht, milieubeleid & Utrecht, klimaat & Utrecht, "klimaatadaptief Utrecht", "vastgoed Utrecht", vastgoed & Utrecht, Utrecht & Sustainable Development Goals, "Global goals city" & Utrecht, "beleidsnota Utrecht", klimaat & Utrecht, Utrecht & duurzaamheid, beleid & zorg & Utrecht, milieu & Utrecht, doelstellingen & Utrecht, bouw & Utrecht, bouwbeleid & Utrecht. Found documents were scanned in order to analyze them on hints of SDG related policy or targets.

The found documents were then compared with the official list of final SDG indicators (IAEG SDGs, 2016). This resulted in six preselected indicators. Selection of indicators was then based on i) relation to the building sector, ii) availability of data and iii) retrievability of required data. This resulted in the following three indicators: Raw virgin material use per material, energy use per material and CO₂ emission per material.

3.3.2 Exceptional numbers

Wood has the ability to store CO₂. Combined with sustainable forest management this ability results in negative CO₂ emissions during production. With the assumption that wood is a CO₂ neutral material, the act of recycling (R7) or regeneration (R8), should result in 0 net CO₂ emissions. Until the wood is recycled or regenerated, it stores the CO₂, thus saving emissions. However, it proved difficult to process this using the used formulas. Besides, wood's negative CO₂ emission score for primary production would result in a lowering of the total primary CO₂ emission, while the savings resulting from the different circular strategies remained the same. This would result in relative bigger savings⁴. The CO₂ related numbers for wood were therefore excluded from the study.

3.3.3 Data collection

Through desk study the required data regarding RVM use, energy use and CO₂ emissions per ton material were collected, per relevant circular strategy. Whenever the required data was unobtainable or when different sources provided differing numbers, then an estimation was made. The assumptions are described below per circular strategy.

Reuse (R2)– this was assumed to be 5% of primary production for concrete, glass, masonry, insulation sandwich panels, steel and wood. Aluminum reuse was assumed to be 3% of primary production, as according to Potting et al. (2018) that it saves more than recycling which is 5% of primary production.

Repurposing (R6) – for glass and steel it was assumed that 5% of material is lost due to damaging or misfit. For plastic a 1:1 repurposing rate is assumed as all repurposed plastic can be reused as ground stabilizer. For steel it was assumed that repurposing would result in the same savings as reuse.

Recycling (R7) – Cement production is the main energy requiring process of concrete. that 75% of energy use is required for cement production. As 50% of cement can be recovered, still 50% new cement is required, thus requiring 37,5% energy. Coarse aggregate can be retrieved from 'regular demolition', therefore no energy use and CO₂ emissions were accounted for this.

Regeneration (R8) – It was assumed that wood regeneration requires 5% of primary production.

The RVM use, energy use and CO₂ emissions per ton data were combined with the inventoried amounts of material to calculate the saving potential that lays in the different circular strategies per material. The data used can be found in appendix D. The results of these calculations are shown in section 4.

3.4 Trustworthiness of the study

This section discusses the quality of the conducted research along the concept of 'trustworthiness' that was proposed by Guba and Lincoln (1994) as a reaction to the commonly used 'reliability' and 'validity' concepts. The concepts of 'reliability' and 'validity' have their roots in quantitative research and therefore propose that *'...a single absolute account of social reality is feasible'* (Bryman, 2008, p377). As this study took a constructivist approach, using a combined qualitative and quantitative

⁴ The share of CO₂ saved is described by the formula: CO₂ emission savings / Total CO₂ emissions. As the denominator shrinks, the outcome will become larger.

approach, such presumptions do not fit the study and ‘trustworthiness’ is chosen as qualitative measure.

3.4.1 Trustworthiness part 1

The eight directives proposed by Wolcott (1990) were followed to guarantee the validity of the answers obtained. The directives are: i) elaborate an interview guide, ii) pre-test the interview guide, iii) avoid the modification of the interview guide structure during the interviews, iv) listen carefully, v) produce annotations that are as precise as possible, vi) write early, vii) employ a unique format to transcript the interview, and viii) corroborate the information with the interviewee. Furthermore, the study was conducted in line with Draper’s (2004) qualitative research principles to ensure the credibility. Besides respecting these principles, discussing the research’ methods and results with peer researchers lead to a study according to the canons of good practice and fair interpretation.

3.4.2 Trustworthiness part 2

The Werkspoorkwartier buildings’ dataset used was first revised on its content, considering the assigned circular strategies per material. The methods used by Bos et al. (2018) shows resemblance with the proposed assessment by the BAMB2020 project⁵ (BAMB 2020, 2016). Appendix D was used for the revision and some minor flaws were redressed, e.g. repurpose strategies that resulted in RVM savings were changed into recycling and recycling of category C wood was changed into either reuse or regeneration. Through working with the numbers in an iterative fashion, mistakes made by the researcher were recognized and redressed. Therefore, I am confident that the results shown consist of the right calculations using the right numbers.

3.4.3 Trustworthiness part 3

The desk study conducted involved with the policy analysis had an iterative character. It was ended after no new relevant to the DCS policy documents were found. The assumptions made regarding the material characteristics (section 3.3.3), were based on a mixture of material characteristics and common sense, e.g. glass is a fragile material, therefore it is likely that losses will occur by damaging through reuse.

3.4.4 Overall trustworthiness

Different parts of the study were shared with professionals to obtain their judgement on made assumptions and drawn conclusions. This should assure a fit with practice. Lastly, I have tried to be as precise in this methodology chapter as I could, to account for made decisions. This should enable peer researchers to call the author to order when conclusions appear to be non-objective or self-confirming.

⁵ The Buildings As Material Banks (BAMB) project is a project aimed at developing a circular building sector funded by the European Union.

4. Results

This section displays the results that the different analyses provided. It follows the same order as the three study parts described in the methodology. First the CE conception is elicited from the cognitive maps described. Second the circular potential present in the assessed buildings is calculated and third the sustainability implications of the circular potential is presented.

4.1 Cognitive mapping

Six respondents (table 3) were interviewed and asked to create a cognitive map around the question: “What are the requirements for circular (re)development within the Werkspoorkwartier?” This resulted in six mind maps, that differed both in shape and content (figure 4 and 5). The cognitive maps were coded and analyzed using six ex-ante defined categories (table 4). The six categories are leading for the remainder of this section.

Goal 1 describes a circular system as regenerative. Five out of six respondents touched upon this category. The regenerativity was focused on the material and energy use domains. Respondent 2 stressed the need for material loops in order to achieve this and demands the material using market to also return sufficient supplies in order to keep the cycle possible. According to Respondent 3, building a regenerative system depends on a mixture of different technologies/solutions. Reuse, focus on ‘future demountability’ and biobased solutions are mentioned with the addition that the circularity ambition should fit the material user. Respondent 1 is the only respondent that clearly mentions how certain ‘powers’, characteristics or uses can be reapplied, thereby clearly voicing a regenerative need for the system.

Summarizing, according to the participants’ cognitive maps a regenerative system should run on renewable energy. The system’s input should consist of end-of-life materials or renewable raw materials. Future demountability combined with standardization of materials, e.g. standard measures, should enable the cycling of such a system.

.

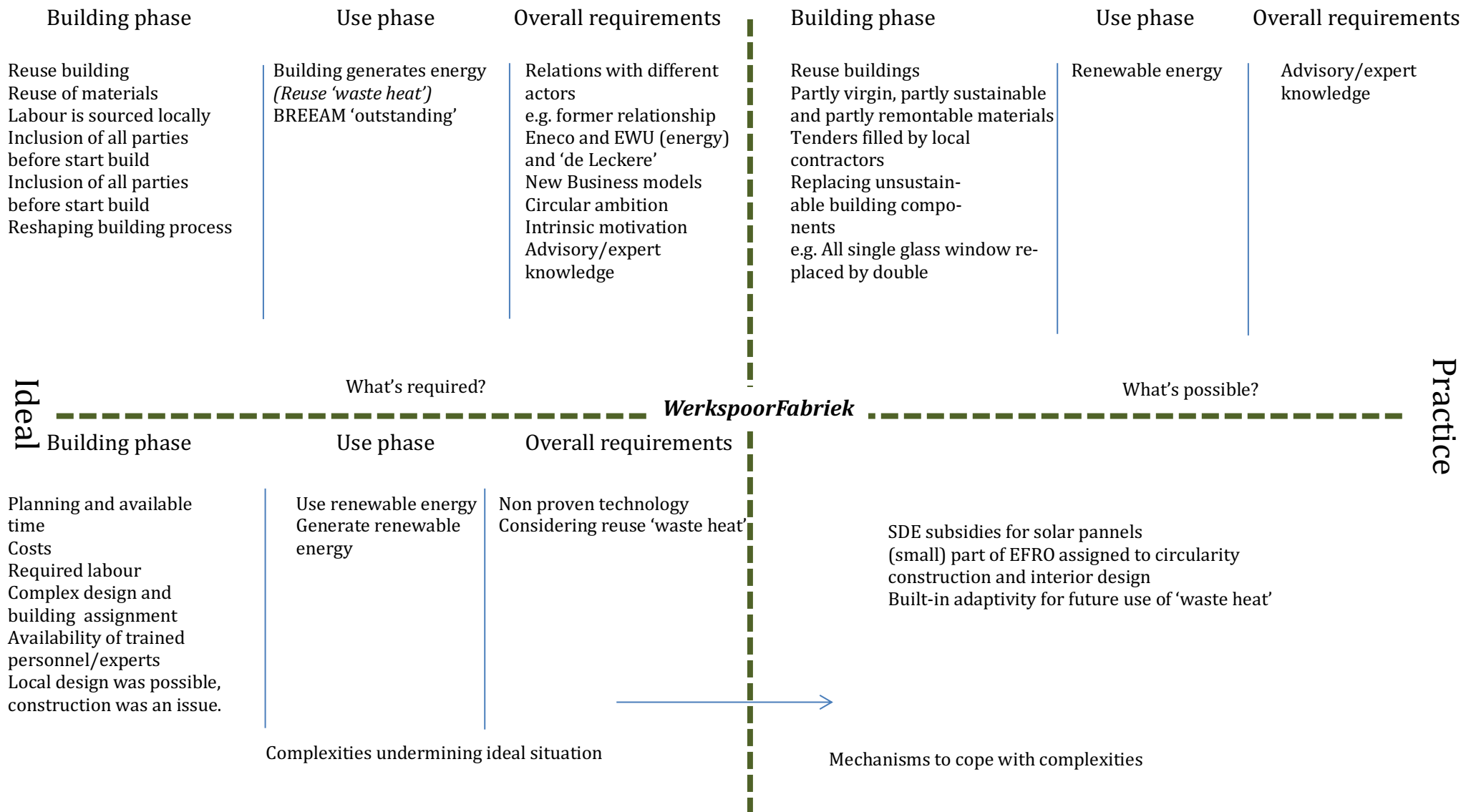


Figure 4, Cognitive map respondent 4.

Barrier

No direct economic value in circular redevelopment
as a result of spillover effects
“What’s in it for me?”

Current financial and ownership structures

Focus of (re)development goes beyond
‘just the building’, it should have a ‘local focus’

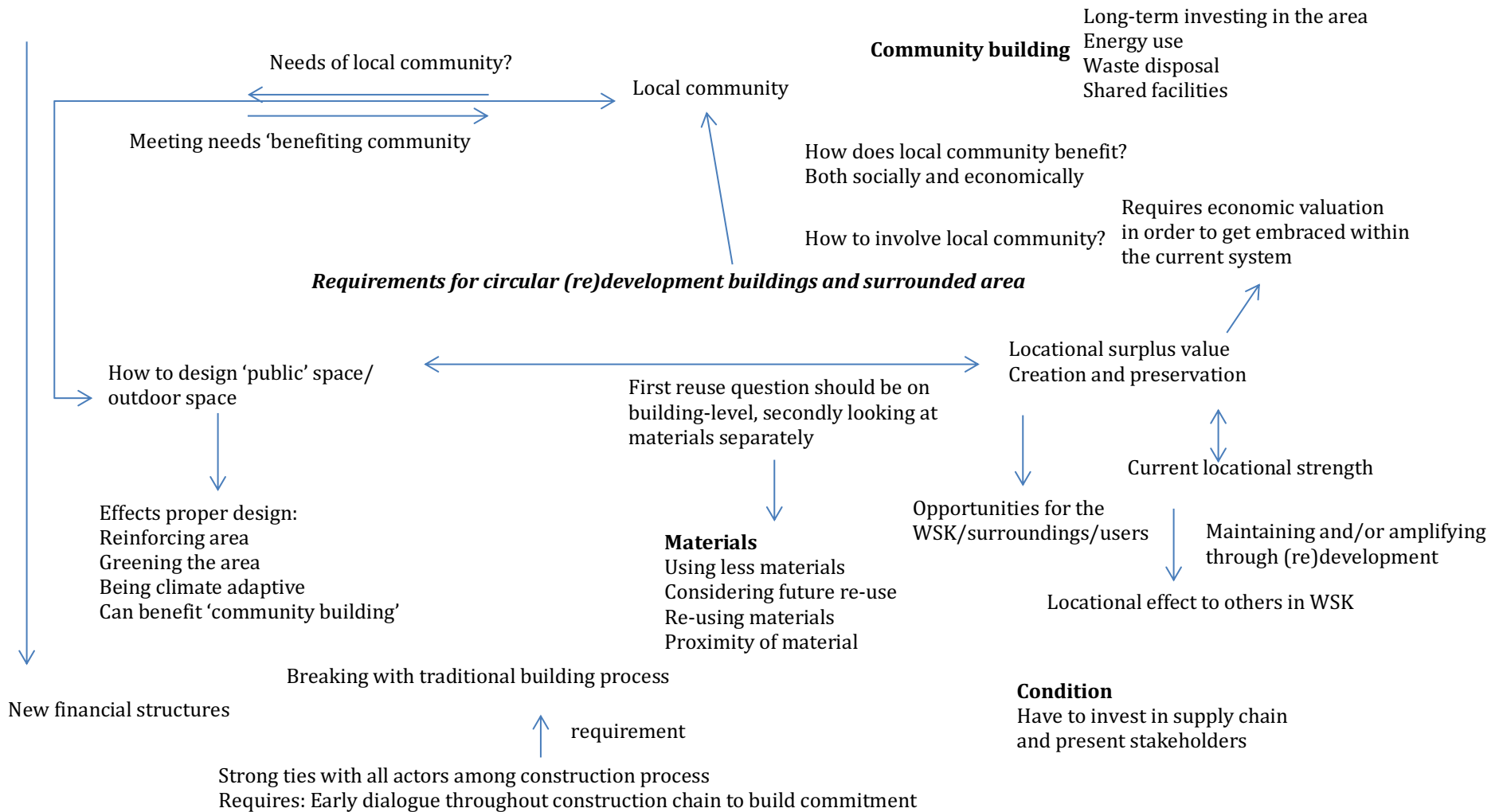


Figure 5, Cognitive map by respondent 1.

Means 1, describes minimization of resource input and output through adjusting material and energy loops. All six respondents touched upon this category, be it with different foci. Resource input, waste, emission and energy leakage minimization were all mentioned throughout the interviews, but not one interviewee included all these topics in his answers. Respondent 2 explicitly mentioned to have spotted a “...complete mismatch”⁶ in supply and demand of reusable materials. Which results in “...a lot of waste and what we are trying is to prevent as much waste as possible.”⁷² Respondent 4 stated their (local) reuse activities, by redeveloping instead of a complete demolish followed by building from the ground up. These redeveloping actions drove the reduction of resource input, waste, energy leakage and emissions. Another driver of input minimization comes from a sense of practical considerations. Respondent 5 finds it unwise to continue using finite virgin materials with the motivation that in 30 years from now they can be reused, as they will run out anyways. Therefore, he focuses on reducing virgin inputs through the input of reused materials. Two critical notes are added to these means being the focus on reducing and eventually banning out toxic materials plus the desire that this should be done locally.

Summarizing, the thoughts of the respondents are mainly aimed at waste and RVM use prevention. This does not necessarily equal input minimization though, as input reducing actions were not mentioned by any respondents

Means 2, describes the different means available for achieving sustainable development. All six respondents touched upon this category, be it using different means. Means mentioned were: design, maintenance, refurbishing, reuse and the extra mean of repurposing. These means all share a close relation to the circular strategies (section 2.2.1). With regards to design, the respondents mainly focused on design for deconstruction (DfD) instead of lifetime (long-lasting design) or a combination of the two. The main issue addressed regarding lifetime was that chosen design and materials should fit the desired lifetime, e.g. temporary solutions should either have a short lifetime and get disposed of then or when having a long lifetime be dismountable and reusable. The latter option was preferred.

A common confusion of tongues may appear in Dutch with the words ‘hergebruiken’ (to reuse) and ‘recyclen’ (to recycle). Especially respondent 2 seemed to use the words interchangeably. This could lead to misunderstandings between actors and also the devaluation of the word ‘reuse’, based on the hierarchical ranking relative to recycling (section 2.2.1). Even respondent 3, who seemed very keen on his definitional use eventually touched the (apparently hidden) complexity of the different means by using ‘reusing’ and ‘repurposing’ interchangeably during the interview. So, although the different circular strategies can be defined precisely in a fashion where they do not overlap (see Reike, Vermeulen and Witjes (2017)), in practice one does not seem that careful with their wording. Here the question remains whether this results from vagueness on behalf of the concept, or carelessness on the behalf of practice.

Summarizing, the respondents mentioned several different methods required to achieve a regenerative system. These methods were all closely related to the circular strategies (section 2.2.1).

⁶ From the original quote by respondent 2: “Wij zien een complete mismatch. Dat betekent dat er heel veel afval is en wat wij proberen is om zoveel mogelijk afval te voorkomen.”

Respondents used different strategies interchangeably, this either showed the vagueness of the concepts or the carelessness in communication existent in practice.

Multi-levelness, describes the different levels a circular economy should occur on. Multi-levelness was addressed by five respondents. The main aim among the respondents is the micro level, i.e. how to use the materials within the Werkspoorkwartier area? Questions were raised considering: availability of materials, future use of materials, material prices and material proximity. However, respondent 1 stated to find the term 'circular redevelopment of a building' to be "...too shallow."⁷ and thinks it is necessary to take a 'broader angle' towards circular redevelopment of buildings, as not doing such a thing tends to converge the attention solely on materials. Circular redevelopment should also consider the surrounding area. In that sense the redevelopment of a building should also contribute positively to its surroundings and in a way respond to local needs. Respondent 5 states that a local collaboration can increase the area's resilience and future-proofness.

The 'construction chain' was commonly referred to on the meso level. Respondents mentioned that the chain and its corresponding processes have to be realigned. The normally fragmented and chronologically active chain has to become less rigid, more connected throughout different stakeholders in the chain and more flexible. This flexibility is required as the material availability can cause a lot of uncertainty that currently does not fit the sector's building cycles and routines, e.g. design is dependent on the availability of components and materials, this availability can be unknown due to lacking communication. The mismatch between required prior certainties through legislation, e.g. to be used material and construction methods, hinder flexibility of the construction process (respondent 5). Trust is a must for achieving changes, as for instance new business models still remain unproven and a new approach can therefore still be uncertain (respondent 6).

The macro level remained relatively untouched, partly this might be explained by the local focus of the focus question. Another reason for this were the CO₂ emissions that result from transport. Therefore a strong focus was on keeping all efforts as near as possible (respondent 5 and 6). Involving the surrounding region was mentioned a few times, but this could also be interpreted as involving the Werkspoorkwartier area, thus not being macro scale.

Summarizing, the micro level was mainly addressed through the different interviews by focusing mainly on resource use. On a meso level the current and desired dynamics of the DCS' value chain were mainly mentioned. The macro level was hardly directed as all interviews mainly focused on the local scale of projects for the purpose of minimizing CO₂ emissions caused by required transport.

Goal 2, describes the aim to accomplish sustainable development. All six respondents touched upon this category, be it with different foci. Only one respondent included all three dimensions of sustainable development in his response. Respondent 1 stated that circularity involves "...adding value, other than economical"⁸, but does mention the importance of adding economic value alongside

⁷ From the original quote by respondent 1: "Dus eigenlijk vind ik de term gebouw te eng voor een herontwikkeling. Ik vind altijd, wat is de plek in het gebied?"

⁸ From the original quote by respondent 1: "Circulair gaat eigenlijk gewoon over waarde toevoegen, anders dan economisch."

social value in circular redevelopment. This mainly seemed a necessity for closing the business case. Economic prosperity was more described as ‘value retention’, i.e. retaining the highest practical value of a component (Respondents 2&3). With value retention there should be a clear future orientation else the use does not fit the ‘value retention aim of circularity’ and can be labeled as a ‘form of delayed linear use’. Meaning that eventually the material is discarded of and leaves the cycle.

Social equity was touched upon through a wide variety of approaches. In general, it was referred to as creating increased welfare for others (other than economic), e.g. opening up private space to the public. Another perspective was involving people with a distance to the labor market in the preparative work, e.g. material mending or refurbishing, often required before materials can be reused or resold (respondent 3). This way a circular system could also generate new jobs. Respondent 5 mentioned that building a circular system also involves the local community that grants each other. As example the pressing of a book was given, which might have been cheaper if done online. But this way it stimulated the local players, retaining and generating extra value within the area while simultaneously strengthening social ties.

The emission diminishing effects of material recovery and RVM use prevention were the main environmental enhancing effects mentioned by the respondents. Respondents seemed personally driven to undertake the required action for this. The issue of climate change was mentioned for instance and that action should be taken against that. There also is a strong requirement to act climate friendly by the current market due to tenders being scored on their environmental impact as well (respondent 2). Environmental action taken by one of the project participants depended on EFRO funding⁹. As getting the money assigned took a while, while the project kept developing, the funding was eventually spent on a “smaller level” than originally intended; being eventually used for the nearby ecosystem (respondent 4). As all building plans already had been made and approved this funding was assigned and had to be spent. The project members all seem intrinsically motivated to successfully develop a new creative and circular business area. The resulting benefits, e.g. environmental, do not seem to be the driving force behind the EFRO project.

Summarizing, a commonly shared conception of sustainable development was not present among the actors. Economic prosperity was not mentioned as a self-contained goal. Social equity ranged from job creation to creating a local community. Creating environmental quality was mainly related to reducing CO₂ emissions in order to mitigate climate change.

Requirements and conditions to achieve goal, describes the requirements for the desired regenerative system aimed at sustainable development. All six respondents touched upon this category, be it with different foci. The main point that stood out was the recurring notion that a ‘fitting business model’ or ‘financial model’ is lacking. The most frequently mentioned business model is a utility contract (leasing), in which the producer remains owner of the material. Such constructions should make reusing materials at their end-of-life easier. Although this seems to be a solution for newly produced materials, this might cause problems or uncertainties considering used materials. Legislation obliges contractors to provide a warranty on newly build houses. When using new materials the producer of those materials can also guarantee a certain quality. Therefore, the risks are taken by the producer

⁹ Funding assigned by the EFRO project, section 1.3.

and not the contractor. If a contractor were to use used materials that might mean he takes on the legal risks. This can make contractors hesitant to use reused materials. Such concerns require custom agreements between clients and contractors. The building process of the Hof van Cartesius underlines this, as the building process differed in its iterative form from the traditional fragmented construction process. The design was kept open in the sense that design said '60% wall surface should be transparent' instead of already having made plans of what windows should be installed where. This allowed for the reuse of second-hand windows, that were not yet known before design.

The role of consumers was mentioned by respondent 2 who mentioned the need for recovered material users, e.g. building component producers, to not only take from the system but also 'put new recoverable material back into the system'. The other respondents did not mention any consumers. As mentioned in section 2.2 construction originates from market pull. Meaning that market demand can 'force' the sector to pursue material driven design, where available materials determine the design possibilities. Opposed to the traditional way where design comes first and later 'suitable materials' are selected. There is little chance that design exactly fits the dimensions of available materials, using the traditional design routine.

Summarizing, all respondents endorse the need for new business models and see this need as a barrier currently holding back circular business. The focus mainly lies on the role that businesses can play in enabling a circular sector, using new business models. Recovered material consumers should not drain the system by only taking materials, but also should provide back into the system.

4.2 Circular potential analyzed buildings

The Werkspoorkwartier possesses over a total of 278 buildings, all holding valuable materials. These materials could possibly be given a successive life (Bola et al., 2018). Recovering these materials, using circular strategies, could lower demand for RVMs and energy, save money and mitigate CO₂ emissions. In order to assess the potential that lies in the Werkspoorkwartier, five buildings were inventoried on their available materials along with the corresponding construction method (Appendix D). These inventories' circularity potential and the corresponding sustainability implications were then analyzed. First the aggregated findings regarding the circular strategies possible are displayed (section 4.2.1). Second, results for the buildings are assessed according to the three assigned sustainability indicators 'RVM use', 'Energy use' and 'CO₂ emissions' (sections 4.2.2-4.2.6). All tables referred to throughout these sections are presented at the end of section 4.2.6. Section 4.2.7 holds the aggregated sustainability scores.

Wood's CO₂ storing ability during production resulted in negative CO₂ emission numbers that biased the calculations. Due to this biasing factor (see section 3.3.2) wood's CO₂ numbers were excluded from the calculations regarding the CO₂ emissions throughout this entire section (4.2).

4.2.1 Overall potential circularity assessed buildings

All materials inventoried can be handled using a circular strategy, meaning that the assessed materials in the five buildings all hold 100% circularity potential. This shows both positive and negative tradeoffs. On the one hand one circularity is a comprehensive concept that has a close fit with our current mode of operation. Thereby it can be implemented easily among our current practices. On the other hand, it can be said that 'almost everything' is circular handling, thereby one

could doubt the value of the concept. This tradeoff is in line with the sustainability concept that sceptics sometimes frame being worthless, as ‘everything is called sustainable nowadays’ (Fuller, 2010). Although the materials can be processed circularly, material losses are inevitable. Due to the nonrenewable character of most materials, this means that depletion still remains an issue.

The circular potential – of the five analyzed buildings – lies 17,6% in reuse (R2), 0,4% in repurpose (R6), 81,8% in recycling (R7) and 0,3% in regeneration (R8)¹⁰. Figure 6 holds a Sankey diagram of the circular potential per material, based on weight. The 81,8% share of recycle potential is a high percentages considering the circular strategy, while ‘R7 - recycle’ is a relatively low strategy. With recycling being the 7th strategy, this means that there might be more material and energy savings achievable, through higher ranked circular strategies. However, due to the large amount of cast concrete present in the assessed buildings this was not the case. This result is likely to account for the entire DCS as it is a commonly used material which is mostly recycled or repurposed as ground stabilizer (Circle Economy, 2015). The materials that are reusable (concrete, masonry, steel and wood) account for a relatively small share of the circular strategies per material. Concrete was found to be 16% reusable, masonry 66% reusable, steel, 25% reusable and wood 71% reusable. To show how design can influence the reusability percentages, the progressively built Hof van Cartesius was compared with the other four conventional buildings. Steel scored 98%_{HvC} vs. 20%_{buildings} and wood scored 91%_{HvC} vs. 53%_{buildings}. Masonry (4%_{buildings} reusable) could not be compared as this was not present in the Hof van Cartesius and of the present concrete (16%_{buildings} reusable) in the Hof van Cartesius none was reusable. The Hof van Cartesius’ high reusability rates can be assigned to the ‘material driven mindset’ used during the building process and the cooperation of material experts, the architect and constructor during all building phases; contrary to the sector’s traditional manner of working where actors build separately one after another instead of together (Ernst, 2018). This shows that building design can have a positive impact on circular potential. Therefore, the following sections (until 4.2.6) assess the materials per building.

¹⁰ Based on the weight of the materials per circular strategy.

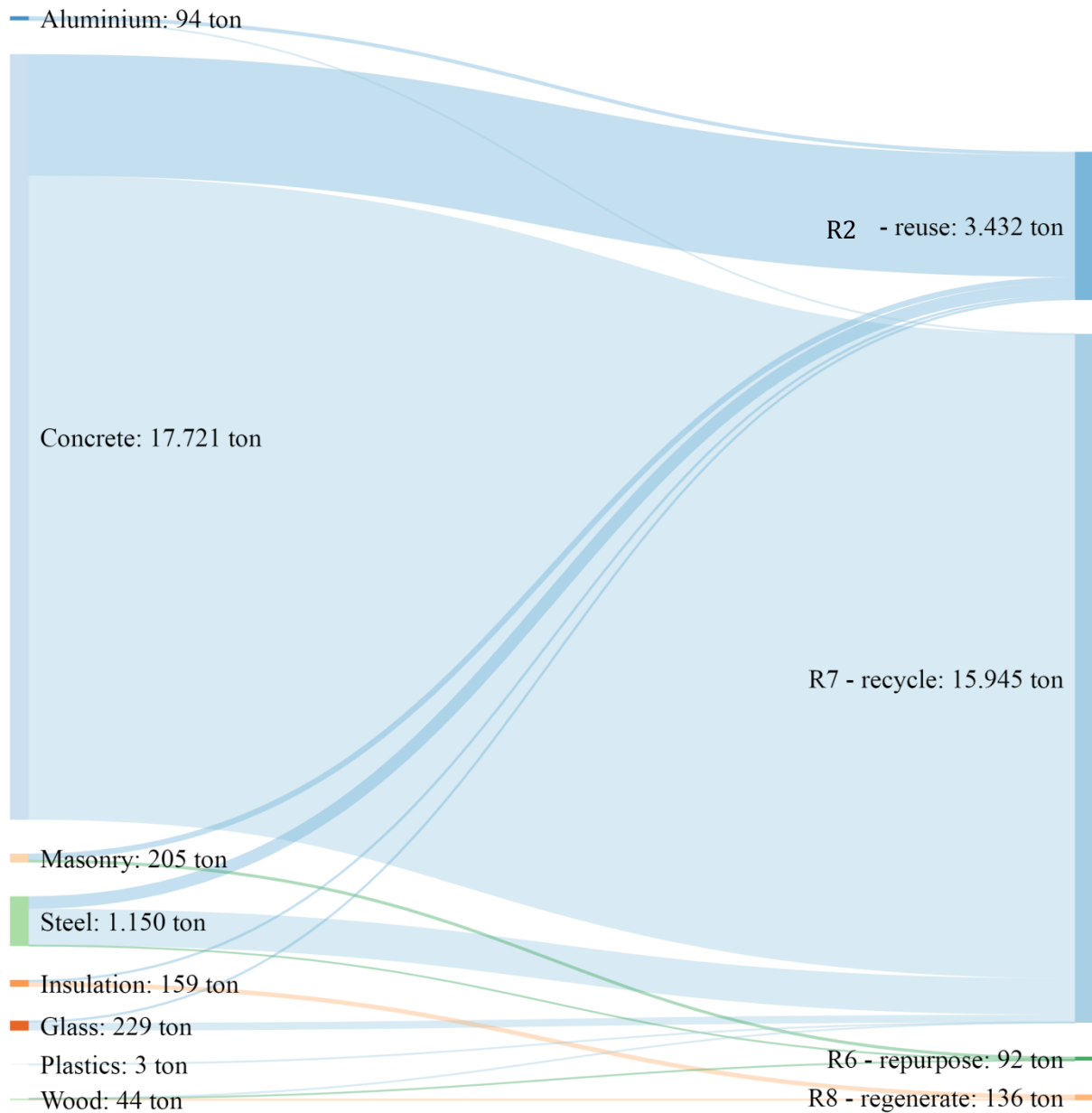


Figure 6, Sankey diagram of circular potential per material.

4.2.2 Werkspoorcafé De Leckere

‘Werkspoorcafé De Leckere’ (Werkspoorcafé) is a small restaurant and tasting room of a local organic craft beer brewery. The brewery is being built in the ‘Werkspoorfabriek’ at the time of writing. The Werkspoorcafé was recently redeveloped using a mixture of new and reused components. Table 7 displays the total amount of materials present in the building. A total of 119t of material was identified in the building. The building mainly consists of concrete and steel.

RVM use

An estimated 150,7t RVM was required to produce the components found in the Werkspoorcafé. Table 8 displays the potential RVM savings that could be made using the available components

through different circular strategies in a new construction. A total of 135,8t (90%) RVMs could potentially be saved through material recovery.

Recycling (R7) and Reuse (R2) (section 2.1.1) are the main circular strategies, selected for the Werkspoorcafé, and together account for 98% of all potential savings. The largest share of all materials in the Werkspoorcafé is the concrete cast flooring (58,7t) which accounts for 39% of all used RVMs. It accounts for 36% (48,7t) of all savings through recycling (R7). Glass (3,0t) has the highest relative RVM saving circular potential (96%). Glass's 71% RVM saving potential through reuse (R2) is striking in comparison with the rest of the materials. If steel would be left out of the total RVMs saved through reuse (R2), glass would account for over 10% of total RVMs saved through reuse, while accounting for less than 2% of all RVMs available in the building. This underlines the low reusability of the other material-based components (except steel). Insulation can only be processed through regeneration (R8), hence the potential to save RVMs is null.

Energy use

An estimated 1,4 TJ was required to produce the materials found in the Werkspoorcafé. Table 9 displays the circular potential regarding energy saving that the Werkspoorcafé holds, per material. A total of 0,94 TJ (69%) could be saved by applying the different circular strategies. Aluminum holds the absolute most energy saving potential, being 0,6TJ (63% of saving potential). This does not come as a surprise since 51% of all energy use for material production originates from aluminum production. Wood has the relative highest saving potential (94%), but with less than 1% energy use during production it does not have relevance. Insulation had zero RVM saving potential, regeneration could account to 50% energy use reduction. This equals 23% of all potential energy savings that could be achieved if all materials were used circularly instead of using new materials.

CO₂ emissions

An estimated 128,2t of CO₂ was emitted during production of the components found in the Werkspoorcafé. Table 10 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 98,4t CO₂ (77%) could potentially be saved if the materials were used in a new construction, compared to building using new materials. Aluminum (40,5t) and steel (65t) are the main CO₂ emitting materials (82% total) but also account for 93% of CO₂ saving potential, mostly through reuse (R2). This has to do with the energy intense sourcing and production process of metals (Gutowski et al., 2013). The large energy savings that can be accomplished through reusing materials in new constructions also result in large CO₂ reduction potential. Insulation does not save any CO₂, instead its regeneration produces 2.9t emissions.

4.2.3 Werkspoorfabriek

The 'Werkspoorfabriek' is currently being redeveloped into a three-story layered venue offering different functions. It will hold the 'De Leckere'-brewery, provide units for light manufacturing industry and offer several office spaces. The redevelopment efforts are focused around the building's original skeleton such as the original steel beams and the original brickwork outer layer. Table 11 displays the total amount of materials present in the building.

RVM use

An estimated 12297,5t RVM was required to produce the components found in the Werkspoorcafé. Table 12 displays the potential RVM savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 11600t (92%) RVMs could potentially be saved through material recovery.

Concrete (11511t) requires the most RVMs but also accounts for 93% of RVM recovery potential, mostly through reuse. Recycling (R7) and Reuse (R2) are the main circular strategies and together account for 99% of all potential savings. Recycling (R7) holds clearly the most circular potential (78%). This is mainly caused by the large share of concrete in this building (94%) of which 82% makes up prefab elements, e.g. floor slabs and Stelcon slabs, that can be reused this results already in 77% of all present materials holding reusable potential. Insulation material has no RVM saving potential, while the insulation sandwich panels have 95%. The panels can be easily dismantled, stored and reused while loose insulation can be messy to retrieve therefore only regeneration was included as a circular strategy for this material type, which is in line with Bos et al. (2018).

Energy use

An estimated 13.1TJ was required to produce the materials found in the Werkspoorfabriek. Table 13 displays the potential energy savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 7.7TJ (58%) could potentially be saved. Insulation requires the most energy (8,0TJ) for production but also account for 52% (4,0TJ) of total energy saving potential, all through regeneration (R8). Masonry and wood have the highest relative energy saving potential (95%), but only account for 6% (0,4TJ) of total energy saving potential.

CO₂ emissions

An estimated 1688,8t of CO₂ was emitted during production of the components found in the Werkspoorfabriek. Table 14 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 1199,3t CO₂ (68%) could potentially be saved if the materials were used in a new construction, compared to building using new materials. Steel (1009,7t) and concrete (388t) are the main CO₂ emitting materials (83% total) but also account for 91% of CO₂ saving potential, mostly through recycling (R7) (62%). The large energy savings that can be accomplished through reusing insulation sandwich panels result in a 95% CO₂ reduction potential. Loose insulation does not save any CO₂, instead its regeneration produces 53,9t CO₂ emissions.

4.2.4 Hof van Cartesius

The 'Hof van Cartesius' is was recently constructed along circular principles. It consists mainly of recovered materials and building components while also over 98% of the building can be dismantled and recovered for future use. It offers workspace to small creative and manufacturing businesses. Table 15 displays the total amount of materials present in the building. A total of 280,6t material was identified in the building. The building mainly consists of concrete (32%), steel (28%) and wood (35%).

RVM use

An estimated 337,8t of RVM was required for the production of the components found in the Hof van Cartesius. Table 16 displays the potential RVM savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 299,1t RVMs (89%) could potentially be saved through material recovery. All available materials can be partly recovered, of which reuse (R2) and recycling (R7) are the main circular strategies. Together these strategies account for nearly all potential RVM savings. Steel (121,2t) has a 100% RVM recovery potential and accounts for 41% of total resource recovery.

Energy use

An estimated 1,0TJ would have been required to produce the virgin materials found in the Hof van Cartesius. As most materials and components used in the Hof van Cartesius are recovered, the actual energy use for material production would only involve the energy involved for recovery instead of the whole sourcing and production process. Table 17 displays the potential energy savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 880 GJ (72%) could potentially be saved. Recycling (R7) is the main circular strategy, accounting for 71% of all potential energy savings. This is remarkable, as aluminum only makes up 1% of weight of the entire building. Glass has the lowest potential energy saving (20%). Due to glass's low amount of required energy use (50MJ) this hardly affects the total energy saving potential. Steel and wood hold the highest relative energy saving potential, but due to their low amounts of energy use this only accounts for 6% of total potential energy saving.

CO₂ emissions

An estimated 228,7t of CO₂ would have been emitted during production of the components found in Hof van Cartesius. Table 18 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 194,1t CO₂ (91%) could potentially be saved if the materials were used in a new construction, compared to building using new materials. Steel accounts for 70% of the total CO₂ emissions, but also accounts for 78% of CO₂ saving potential, primarily through reuse (R2).

Wood was excluded from the result analyses due to its biasing effects. If wood would have been included in the results the CO₂ saving potential would be well over 300%. Wood's CO₂ storing ability results in negative CO₂ emissions for primary production, thereby lowering the total CO₂ emissions of the Hof van Cartesius. As all potential CO₂ savings are positive numbers this creates the possibility for the saving potential to be bigger than the primary emitted amount of CO₂, which results in the possibility of having a saving potential bigger than 100%.

4.2.5 Stedin building

The Stedin-building (Stedin) is a four-story office building. The core of the building was built in the 1980s. The outer layer of the building was recently redeveloped to comply with current quality and sustainability regulations of having energy label C (RVO, 2017). Table 19 displays the total amount of materials present in the building. After redevelopment the building mainly consists of concrete (93%).

RVM use

An estimated 13085,8t RVM was required to produce the components found in the Stedin building. Table 20 displays the potential RVM savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 10922,6t (83%) RVMs could potentially be saved through material recovery.

Concrete (11613,3t) requires the most RVMs (93%) but also accounts for 89% of RVM recovery potential, mostly through recycling (98%). Recycling (R7) is the main circular strategy and accounts for 96% of all potential savings. This is caused by the large share of concrete in the building. Wood holds 5% recovery potential. Repurposing (R6) masonry as aggregate does save RVM used for aggregate production, but does not save clay. Hence the clay RVM saving is 0%.

Energy use

An estimated 35,3TJ was required to produce the materials found in the Stedin building. Table 21 displays the potential energy savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. 25,6TJ (73%) could potentially be saved. Aluminum requires the most energy (18,9TJ) for production but also accounts for 64% (16,4TJ) of total energy saving potential, all through recycling (R7). Wood has the highest relative energy saving potential (91%), but accounts for less than 1% (42,8GJ) of total energy saving potential. The energy saving potential of masonry is displayed in the concrete column under repurpose (R6), as it prevents the production of aggregate.

CO₂ emissions

An estimated 3389,9t of CO₂ was emitted during production of the components found in the Stedin building. Table 22 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 2398,9t CO₂ (71%) could potentially be saved if the materials were used in a new construction, compared to building using new materials. The production of aluminum (1110,1t), concrete (1045,2t) and steel (972,5t) are the main contributors to CO₂ emissions (92% total) but also account for 99% of CO₂ saving potential, mostly through recycling (R7). Again the large energy savings that can be accomplished through reusing materials in new constructions also result in large CO₂ reduction potential. Insulation does not save any CO₂, instead its regeneration produces 47,0t emissions.

4.2.6 The Sportbox

'The Sportbox' is traditional looking warehouse that is being used for hosting different sport facilities. The warehouse is enclosed on its left and right side by other warehouse units and only contains a ground level. Due to the sharing of the side walls these were not included in the material assessment, as these could not be used without disassembling the adjacent buildings. Table 23 displays the total amount of materials present in the building.

RVM use

An estimated 1018,6t RVM was required to produce the components found in the Sportbox. Table 24 displays the potential RVM savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 855,4 (84%) RVMs could potentially be saved through material recovery.

Concrete (885,4t) requires the most RVMs but also accounts for 86% of total RVM recovery potential, all through recycling (R7). Recycling (R7) is the main circular strategies accounting for 99% of all potential savings. Reuse (R2) is the other circular strategy applicable to the Sportbox (1%), which lies in the sandwich panels and steel skeleton of the building.

Energy use

An estimated 891GJ was required to produce the materials found in the Sportbox. Table 25 displays the potential energy savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 624GJ (48%) could potentially be saved. Concrete required the most energy (685GJ) for production but also account for 428GJ (69%) of total energy saving potential, all through recycling (R7). Insulating sandwich panels hold the highest relative energy saving potential (95%), and account for 194GJ (31%) of total energy saving potential.

CO₂ emissions

An estimated 258,9 of CO₂ was emitted during production of the components found in the Sportbox. Table 26 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. A total of 165,5t CO₂ (71%) could potentially be saved if the materials were used in a new construction, compared to building using new materials. Steel (154t) is the main CO₂ emitting material (59% total) but also accounts for 69% of CO₂ saving potential, mostly through recycling (R7). This high saving potential results from the prevention of the energy intense sourcing and production processes of metals (Gutowski et al., 2013). There is approximately one and a half times more CO₂ saving potential than energy saving potential (71% versus 48%). Such difference is notable, as most CO₂ emissions are energy use related (Buchanan and Levine, 1999). A particular reason for this could not be assigned based on comparison with the other buildings.

Table 7, Total amount of materials identified in the Werkspoorcafé.

	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulation	Plastics	Steel	Wood	Total
Material in tons	3,2	74,9	2,5	1,3	2,0	31,7	3,7	119,3
Percentage of total building	2%	64%	2%	1%	2%	26%	3%	100%

Table 8, Primary RVM use and potential in tons for the Werkspoorcafé.

Amount of material inside building in tons	Aluminum		Concrete					Glass				Loose Insulation			Plastics		Steel		Wood				Total	
	3,2		74,9					2,5				1,3			2,0		31,7		3,7				119,3	
	3%		63%					2%				1%			2%		27%		3%					
RVM use in tons	Bauxite		Water	Cement	Fine ag.	Coarse ag.		Quartz sand	Soda ash	Lime		Pol yol	CaC O3		Fossil fuels		Iron ore		Cat. A	Cat. B	Cat. C		All RVMs	
Total in building	12,7		6,0	13,3	17,8	37,8		2,2	0,5	0,3		1,0	0,3		5,2		49,2		3,6	0,3	0,5		150,7	
R2 potential	-	-	1,2	2,8	3,7	7,8	21 %	1,6	0,3	0,2	71 %	-	-	-	-	-	27,9	57 %	1,7	-	0,4	47 %	47,7	32 %
R6 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	6 %	-	0,3	-	6 %	3,2	2 %
R7 potential	12,0	95 %	0	5,2	13,9	29,6	65 %	0,6	0,1	0,1	25 %	-	-	-	4,7	90 %	16,4	33 %	1,4	-	-	33 %	84,9	56 %
R8 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0 %	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0 %
Total	12,0	95 %	1,2	8,0	17,6	37,4	86 %	2,2	0,5	0,3	96 %	0	0	0 %	4,7	90 %	47,3	96 %	3,2	0,3	0,4	86 %	135,8	90 %

Table 9, Primary energy use and saving potential in GJ for the Werkspoorcafé.

Primary energy use in GJ	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulation	Plastics	Steel	Wood	Total
Total energy use	690	58	0,03	426	181	0,7	2,5	1.358
	51%	4%	0%	31%	13%	0%	0%	
saving potential R2	- -	12 21%	0,026 85%	- -	- -	0,4 54%	1,4 58%	14 1%
saving potential R6	- -	- -	- -	- -	- -	0,04 6%	0,2 7%	0,2 0%
saving potential R7	598 87%	28 49%	0 1%	- -	86 47%	0,2 24%	0,7 29%	713 53%
saving potential R8	- -	- -	- -	213 50%	- -	- -	- -	213 16%
Total use for building	598 87%	40 70%	0,026 85%	213 50%	86 47%	0,6 84%	2,3 94%	940 69%

Table 10, Primary CO₂ emissions and saving potential in tons for the Werkspoorcafé.

CO ₂ emissions in tons	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulation	Plastics	Steel	Wood	Total
Total CO ₂ emissions	40,5	6,7	1,8	5,7	8,4	65,0	-	128,2
	32%	5%	1%	4%	7%	51%		
saving potential R2	- -	1,4 21%	1,5 82%	- -	- -	35,0 54%		38,0 30%
saving potential R6	- -	- -	- -	- -	- -	3,9 6%		3,9 3%
saving potential R7	34,7 86%	3,3 49%	0,0 1%	- -	3,8 45%	17,6 27%		59,4 46%
saving potential R8	- -	- -	- -	-2,9 -50%	- -	- -		-2,9 -2%
Total CO ₂ emissions saved	34,7 86%	4,7 70%	1,5 84%	-2,9 -50%	3,8 45%	56,5 87%		98,4 77%

Table 11, Total amount of materials identified in the Werkspoorfabriek.

	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulation	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Plastics	Steel	Wood	Total
Material in tons	-	11.511,1	41,4	1,3	43,9	135,2	-	491,4	73,2	12.297,5
Percentage of total building	-	94%	0%	0%	0%	1%	-	4%	1%	100%

Table 12, Primary RVM use and potential in tons for the Werkspoorfabriek.

Amount of material inside building in tons	Concrete 11.511,1 93%					Glass 41,4 0%				Loose insulation 24,0 0%			Insulation (sandwich panel) 43,9 0%			Masonry 135,2 1%		Steel 491,4 4%		Wood 73,2 1%				Total 12.320,2	
RVM use in tons	Water 920,9	Cement 2049,7	Fine ag. 2733,0	Coarse ag. 5807,5		Quartz sand 36,8	Soda ash 8,0	Lime 5,0		Polylol 19,2	CaCO3 4,8		Steel 19,0	Foam 24,9		Clay 154,5		Iron ore 764,4		Cat A 87,8	Cat B -	Cat C -		All RVMs 12.635,4	
Total in building																									
R2 potential	753,6	1677,3	2236,4	4752,3	82%	-	-	-	-	-	-	-	18,0	23,7	95%	151,402	98%	128,4	17%	69,5	-	-	79%	9.810,5	78%
R6 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2398,5	2%	-	-	-	-	15,21.774,4	0%
R7 potential	0	142,1	378,9	805,1	12%	36,8	8,0	5,0	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	5	52%	-	-	-	-	0	0%
R8 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0%
Total	753,6	1819,4	2615,2	5557,4	93%	36,8	8,0	5,0	100%	0	0	0%	18,0	23,7	95%	151,402	98%	542,2	71%	69,5	-	-	79%	11.600,1	92%

Table 13, Primary energy use and saving potential in GJ for the Werkspoorfabriek.

Primary energy use in GJ	Concrete	Glass	Loose insulation	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Steel	Wood	Total
Total energy use	3.337	0,6	8.049	1.291	406	10	48	13.142
	25%	0,0%	61%	10%	3%	0,1%	0,4%	100%
saving potential R2	1.997 60%	- -	- -	1.227 95%	385 95%	1,6 16%	46 95%	3.656 28%
saving potential R6	- -	- -	- -	- -	-	0,2 2%	- -	,2 0%
saving potential R7	772 23%	0,1 20%	- -	- -	-	5,3 52%	- -	778 6%
saving potential R8	- -	- -	4.024 50%	- -	-	- -	- -	4.024 31%
Total use for building	2.769 83%	0,1 20%	4.024 50%	1.227 95%	385 95%	7,2 70%	46 95%	8.458 64%

Table 14, Primary CO₂ emissions and saving potential in tons for the Werkspoorfabriek.

CO2 emissions in tons	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulatoin	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Plastics	Steel	Wood	Total
Total CO2 emissions	-	388,0	35,1	107,7	115,9	32,4	-	1009,7	0,0	1688,8
		23%	2%	6%	7%	2%		60%		
saving potential R2	- -	232,1 60%	- -	- -	110,1 95%	31,5 97%	- -	161,2 16%	- -	534,9 32%
saving potential R6	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	20,1 2%	- -	20,1 1%
saving potential R7	- -	89,8 23%	10,6 30%	- -	- -	- -	- -	597,8 59%	- -	644,3 38%
saving potential R8	- -	- -	- -	-53,9 -50%	- -	- -	- -	- -	- -	-53,9 -3%
Total CO2 emissions saved	- -	321,9 83%	10,6 30%	-53,9 -50%	110,1 95%	31,5 97%	- -	779,0 77%	- -	1199,3 68%

Table 15, Total amount of materials identified in the Hof van Cartesius.

	Aluminum	Concrete	Glass	Loose insulation	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Plastics	Steel	Wood	Total
Material in ton	3,3	91,0	3,5	-	5,6	-	-	78,1	99,2	280,6
Percentage of total building	1%	32%	1%	-	2%	-	-	28%	35%	100%

Table 16, Primary RVM use and potential in tons for the Hof van Cartesius.

Material in tons	Alumi-num		Concrete					Glass				Insulation (sandwich panel)			Steel		Wood				Total	
Total in building	3,3		91,0					3,5				5,6			78,1		99,2				280,6	
	1%		32%					1%				2%			28%		35%				100%	
RVM use in tons	Bauxite		Water	Cement	Fine ag.	Coarse ag.		Quartz sand	Soda ash	Lime		Steel	Foam		Iron ore		Cat A	Cat B	Cat C		All RVMs	
Total in building	13,3		7,3	16,2	21,6	45,9		3,1	0,7	0,4		2,4	3,2		121,4		118,2	-	0,8		354,5	
R2 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	3,0	95%	118,8	98%	89,1	-	-	75%	213,1	60%
R6 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R7 potential	12,6	95%	0,00	8,1	21,6	45,9	83%	2,5	0,5	0,3	80%	-	-	-	2,4	2%	0,8	-	-	-	94,8	27%
R8 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0%
Total	12,6	95%	0,0	8,1	21,6	45,9	83%	2,5	0,5	0,3	80%	2,3	3,0	95%	121,2	100%	89,9	0,0	0,0	75%	307,9	87%

Table 17, Primary energy used and saving potential in GJ for Hof van Cartesius.

Primary energy use in GJ	Aluminum		Concrete		Glass		Insulation (sandwich panel)		Steel		Wood		Total	
Total energy use	724		70		50		163		1,6		65		1.025	
	71%		7%		0%		16%		0%		6%			
saving potential R2	-	-	-	-	-	-	155	95%	1,5	93%	58	90%	215	21%
saving potential R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
saving potential R7	628	87%	44	63%	10	20%	-	-	0,0	1%	0,4	-	672	66%
saving potential R8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,4	0%
Total use for building	628	87%	44	63%	10	20%	155	95%	1,5	94%	59	90%	888	87%

Table 18, Primary CO₂ emissions and saving potential in tons for the Hof van Cartesius.

CO2 emissions in tons	Aluminum	Concrete	Glass	Insulation (sandwich panel)	Steel	Wood	Total
Total CO2 emissions	42,5	8,2	3,0	14,7	160,4	-	228,7
	19%	4%	1%	6%	70%	-	
saving potential R2	- -	- -	0%	13,9 95%	149,0 93%	- -	163,0 71%
saving potential R6	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
saving potential R7	36,5 86%	5,1 63%	0,9 30%	- -	2,6 2%	- -	45,0 20%
saving potential R8	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Total CO2 emissions saved	36,5 86%	5,1 63%	0,9 30%	13,9 95%	151,6 95%	- -	194,1 91%

Table 19, Total amount of materials identified in the Stedin building

	Aluminum	Concrete	Glass	Insulation	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Plastics	Steel	Wood	Total
Material in tons	86,8	11.613,3	174,0	21,0	-	69,7	1,0	473,3	38,5	12.477,6
Percentage of total building	1%	93%	1%	0%	-	1%	0%	4%	0%	100%

Table 20, Primary RVM use and potential in tons for the Stedin building.

Material in tons Total in building	Alumi-num		Concrete					Glass				Loose insulation			Masonry		Plastics		Steel		Wood				Total	
	86,8		11.613,3					174,0				21,0			69,7		1,0		473,3 4%		38,5 0%				12477,6	
	1%		93%					1%				0%			1%		0%									
RVM use in tons Total in building	Bau-xite		Wat-er	Cem-ent	Fine ag.	Coarse ag.		Quartz sand	Soda ash	Li-me		Poly-ol	CaC O3		Clay		Fossil fuels		Iron ore		Cat A	Cat B	Cat C		All RVMs	
	347,2		929,1	2.067,9	2.757,2	5.859,1		154,5	33,4	20,9		16,8	4,2		79,63657		2,5		736,2		5,8	7,3	33,0		13054,9	
R2 potential	-	-	6,5	14,4	19,2	40,8	1%	34,3	7,4	4,6	22%	-	-	-	-	-	-	-	171,4	23%	2,1	-	-	5%	307,1	2%
R6 potential	-	-	-	-	-	69,7	1%	-	-	-	-	-	-	-	0	0%	-	-	4,8	1%	-	4,1	-	-	78,5	1%
R7 potential	329,8	95%	0,0	1.026,4	2.737	5.816,2	82%	87,5	18,9	11,8	57%	-	-	-	-	-	2,3	90%	503,8	68%	3,1	-	-	-	10.537,0	81%
R8 potential	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0%
Total	329,8	95%	6,5	1.040,8	2.756,2	5.926,6	84%	121,8	26,3	16,5	79%	0	0	0%	0	0%	2,3	90%	680,0	92%	5,3	4,1	0,0	5%	10.922,6	84%

Table 21, Primary energy used and saving potential in GJ for Stedin building.

Primary energy use in GJ	Aluminum		Concrete		Glass		Insulation		Masonry		Plastics		Steel		Wood		Total	
Total energy use	18.921		8.991		2,5		7.027		209		88		9,9		28		35.276	
	54%		25%		0%		20%		1%		0%		0%		0%			
saving potential R2	-	-	-	-	0,7	28%	-	-	-	-	-	-	2,2	22%	1.396	5%	4,3	0%
saving potential R6	-	-	16	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0%	2.663	10%	18	0%
saving potential R7	16.404	87%	5.578	62%	0,3	14%	-	-	-	-	42	47%	4,8	49%	1.545	6%	22.030	62%
saving potential R8	-	-	-	-	-	-	3.513	50%	-	-	-	-	-	-	19.788	71%	3.533	10%
Total use for building	16.404	87%	5.594	62%	1,0	42%	3.513	50%	-	-	42	47%	7,1	71%	25.392	91%	25.586	73%

Table 22, Primary CO₂ emissions and saving potential in tons for the Stedin buliding.

CO2 emissions in tons	Aluminum		Concrete		Glass		Insulation		Masonry		Plastics		Steel		Wood		Total	
Total CO2 emissions	1.110,1		1.045,2		147,2		94,1		16,7		4,1		972,5		-		3.389,9	
	33%		31%		4%		3%		0%		0%		29%					
saving potential through R2	-	-	7,3	1%	40,8	28%	-	-	-	-	-	-	215,1	22%	-	-	263,2	8%
saving potential through R6	-	-	1,8	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	1%	-	-	8,1	0%
saving potential through R7	953,0	86%	648,5	62%	31,5	21%	-	-	-	-	1,9	45%	539,8	56%	-	-	2.174,6	64%
saving potential through R8	-	-	-	-	-	-	-47,0	-50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-47,0	-1%
Total CO2 emissions saved	953,0	86%	657,6	63%	72,4	49%	-47,0	-50%	-	-	1,9	45%	761,2	78%	-	-	2.398,9	71%

Table 23, Total amount of materials identified in the Sportbox.

Material in tons	Aluminum	Concrete	Glass	Insulation	Insulation (sandwich panel)	Masonry	Plastics	Steel	Wood	Total
Total in building	-	885,4	8,1	-	7,0	-	-	74,9	0,0	975,4
Percentage	-	91%	1%	-	1%	-	-	8%	0%	100%

Table 24, Primary RVM use and potential in tons for the Sportbox.

Material in tons	Concrete					Glass				Insulation (sandwich panel)			Steel		Wood				Total	
Total in building	885,36					8,06				6,96			74,94		0,04				975,36	
	91%					1%				1%			8%		0%					
RVM use in tons	Water	Cement	Fine ag.	Coarse ag.		Quartz sand	Soda ash	Lime		Steel	Foam		Iron ore		Cat A	Cat B	Cat C		All RVMs	
Total in building	70,8	157,7	210,2	446,7		7,2	1,5	1,0		3,0	3,9		116,6		-	0,0	-		1018,6	
potential through R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	3,7	95%	4,3	4%	-	-	-	-	10,9	1%
potential through R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potential through R7	0,00	78,8	210,2	446,7	83%	5,7	1,2	0,8	80%	-	-	-	101,1	87%	-	-	-	-	844,5	83%
potential through R8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0	0,0	0%
Total	0,0	78,8	210,2	446,7	83%	5,7	1,2	0,8	80%	2,9	3,7	95%	105,3	90%	-	0,0	-	0	855,4	84%

Table 25, Primary energy use and saving potential in GJ for the Sportbox.

Primary energy use in GJ	Concrete		Glass		Insulation (sandwich panel)		Steel		Wood		Total	
Total energy use	685		0,1		201		1,6		0,0		892	
	77%		0%		23%		0%		0%			
saving potential R2	-	-	-	-	194	95%	54	3%	-	-	194	0%
saving potential R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
saving potential R7	428	63%	0,0	20%	-	-	968	62%	-	-	429	48%
saving potential R8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	90%	0,0	0%
Total use for building	428	63%	0,0	20%	194	95%	1022	65%	0,0	90%	623791	48%

Table 26, Primary CO₂ emissions and saving potential in ton for the Sportbox.

CO2 emissions in tons	Concrete		Glass		Insulation (sandwich panel)		Steel		Wood		Total	
Total CO2 emissions	79,7		6,8		18,4		154,0		0,0		258,9	
	31%		3%		7%		59%		0%			
saving potential R2	-	-	-	-	17,4	95%	5,3	3%	-	-	22,8	9%
saving potential R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
saving potential R7	49,8	63%	2,1	30%	-	-	108,3	70%	-	-	160,2	62%
saving potential R8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0%	0,0	0%
Total CO2 emissions saved	49,8	63%	2,1	30%	17,4	95%	113,6	74%	0,0	-	165,5	71%

4.2.7 Overall sustainability implications of all five buildings together

RVM use

An estimated 26173t RVM was required to produce the components found in the five assessed buildings. Figure 7 displays the potential RVM savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. The left side resembles the total amount of RVMs present in the five buildings. A total of 23815,4t (88%) RVMs could potentially be saved through material recovery 49% through recycling (R7), 38% through reuse (R2) and less than 1% through repurposing (R6).

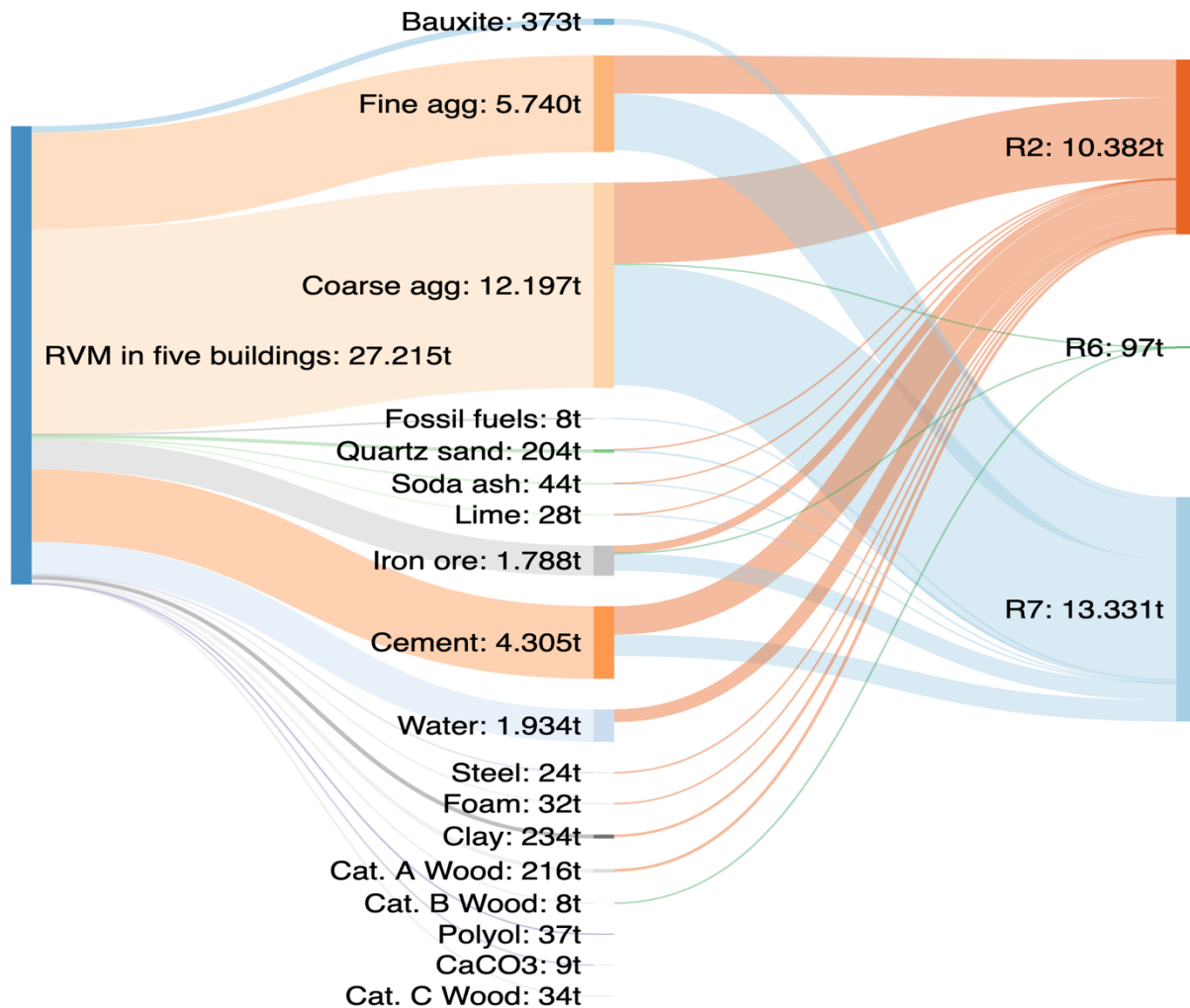


Figure 7, Sankey diagram of the RVM recovery potential.

Concrete use (24175,7t) requires the most RVMs (92%) but also accounts for 87% of RVM recovery potential, mostly through recycling (55%). Due to the large amount of concrete present in the five buildings concrete's recovery potential almost resembles that of the total potential (R2, 39%_{con} vs. 41%_{total}, R7, 49% both). Recycling (R7) is the main circular strategy and accounts for 49% of all potential savings, followed by reuse (R2) (41%). Relatively seen 76% of all used RVMs could be recovered.

If RVM use continues at the current speed, we might face depletion of different materials within the next century (Desjardins, 2014). Reduction in raw material use is therefore required, but replacing finite RVMs, i.e. refuse (R1), by noncritical, i.e. nonrenewable materials that are abundantly available, or renewable RVMs would be even more preferred. Overall, the materials account for an average saving potential of 74%. However, the majority of materials (7 out of 8) use nonrenewable materials that can be depleted within decades, thus being unsustainable, e.g. fossil fuels used in plastics or insulation (see appendix B) (‘t Hoen, 2017; Desjardins, 2014; WCED, 1987). Even if slowing current depletion rates, using circular strategies, would mean depletion might take centuries, such practices cannot be dubbed sustainable. Replacing these non-renewables by renewables could be the key to sustainable resource use, as proposed by for instance Buchanan and Levine (1999). Insulation is the only material that does not possess over RVM saving potential, as it is incinerated.

Energy use

An estimated 57,3TJ was required to produce the materials found in all buildings. Figure 8 displays the potential energy savings that could be made using the available components through different circular strategies in a new construction. 35,9TJ (63%) could potentially be saved. This equals the annual energy use of 5040 Dutch households (CBS, 2019).

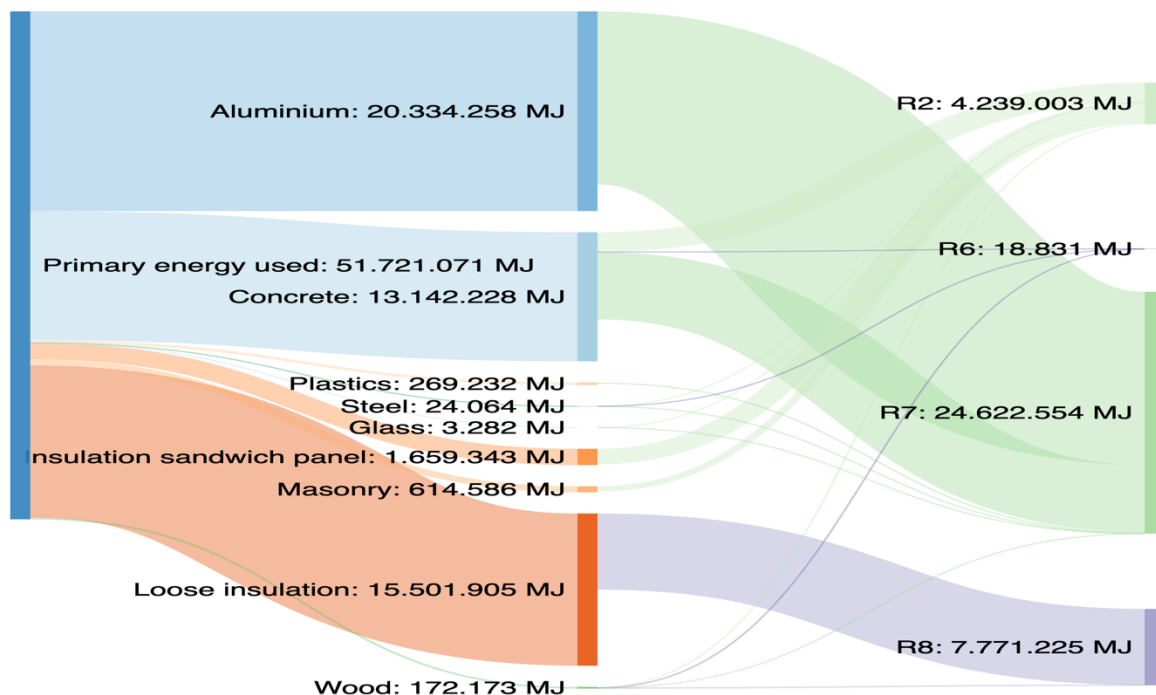


Figure 8, Sankey diagram of total energy recovery potential.

Aluminum requires the most energy (20,3TJ) for production and accounts for 49% (17,6TJ) of total energy saving potential, all through recycling (R7). The production of aluminum, insulation and concrete requires the most energy (39%, 30%, 25%; 94% total). The energy demand for insulation is striking, as with less than 1% total RVM use it accounts for 30% of total energy used. It must be noted that insulation contributes to increase the energy efficiency of a building during its use phase. However, substitution by (renewable) materials can lower the energy use while simultaneously

improving the sustainability of score of RVM use, e.g. using flax or wool (Hammond & Jones, 2008). Glass and plastics scored under 50% saving potential. This is due to the large share that is recycled (R7), which remains an energy intensive process. Recovering the materials through a higher circular strategy could save a lot of energy, thereby supporting the Potting et al. (2018) claim of higher strategies equal increased savings. Insulating sandwich panels scored the highest relative energy saving potential (95%). Aluminum has the second highest relative energy saving potential (87%). Despite this large share of potential energy savings, producing secondary aluminum still remains an energy intensive process (2900 MJ/t). For instance, it still is over a 100 times more energy intensive than producing primary steel and over 200 times more energy intensive than primary glass production. Meaning that it might be more beneficial to substitute a material for a primary produced substitute compared to recycling it.

CO₂ use

An estimated 5694,7t CO₂ was emitted during production of the components found in the five buildings. Figure 9 displays the potential CO₂ savings that could be made using the available components through different circular strategies in new constructions. A total of 3914,6t CO₂ (72%) could potentially be saved if the materials were used in new constructions, compared to building using primary produced materials. Steel, concrete and aluminum are the main sources of CO₂ emissions (41%, 27%, 21%; 88% total), but also account for 94% of CO₂ saving potential, mostly through recycling (R7). Glass and plastics (45%) have the lowest energy saving potential, as both materials have energy intensive recycling processes. Like with energy saving potential, more reuse of these materials could help save CO₂ emissions as recycling. As the energy saved, mostly derived from fossil fuels, equals saving CO₂ emissions. The burning of loose insulation would generate additional CO₂ emissions.

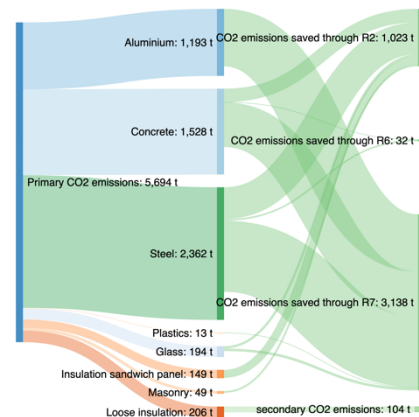


Figure 9, Sankey diagram of total CO₂ emission prevention potential.

In 2017 the Netherlands emitted 163 Mt CO₂ (CBS, 2018). The saving potential of 3914,6t equals a saving potential of 0,039% of the total Dutch CO₂ emissions, coming from five buildings. On average 17213 buildings were demolished annually in the past 6 years (CBS StatLine, 2019). If all these buildings would be recovered using circular strategies this could account for a large share of CO₂ savings.

5. Discussion

This thesis aimed to deepen the academic understanding of the circular economy, while also providing practice with a tool that provides insight in circularity potential for current building stock. Finally, the study assessed the sustainability implications circular strategies have and examined circularity accordingly.

5.1 Envisioning a circular system

The cognitive maps (section 4.1) display different views on a circular system. The views covered different components of a circular system. As the CE concept is complex, e.g. it consists of multiple layers and actors that interact, it was expected that different conceptions would exist. Lourdel et al. (2007) studied sustainable development (SD) understanding by engineering students. Like CE, SD is a complex concept. Lourdel et al.'s (2007) study displayed how students, that followed resembling curriculums, differed in their conception of the SD concept. All the respondents mentioned positives regarding the sustainability impact that a circular economy could have. They also showed a drive to contribute positively themselves. Adams et al. (2017) suggest that a possible lack of knowledge regarding the circular economy might be the fundamental difference among these conceptions. The difference in conceptions can be an indication of the lack of clarity that exists around the concept (Adams et al., 2017). An example of this is the confusion over the circular strategies of recycling and reuse. Since this study found that respondents used recycling and reuse interchangeably, while these are different strategies, there might be a lack of clarity (Reike, Vermeulen and Witjes, 2017). The recognition of the Netherlands as being Europe's leading country regarding recycling might explain the appraisal of recycling as 'doing good' by the DCS and respondents within this study (Faaij et al., 1998; Blair, 2012). Nevertheless, while recycling might be desired over wasting material, applying higher circular strategies could result in more sustainability benefits. Given the prevailing confusion over circular strategies and different conceptions of a CE, it might be beneficial to agree on one standard framework regarding the different circular strategies that exist. Reike, Vermeulen and Witjes' (2017) 10 R-hierarchy or a revision of the 'Ladder van Lansink' using this 10 R-hierarchy could be used for this. Setting a standard could help increase clarity and raise awareness of the importance of pursuing higher circular strategies (section 2.2.1).

5.2 Enhancing the circular potential

The Werkspoorkwartier buildings' circular potential was determined using the different possibilities of material recovery. All assessed building components and materials held a potential form of recovery. Thus, all buildings showed a 100% circular potential. This circular potential can mainly be reaped through recycling, a low ranked circular strategy. However, we should aim at the highest level of circularity potential. Since it is naive to think that these buildings were designed with an infinitive lifetime in mind, it can be argued that design did not include future use at the building's end-of-life as there was no urgent need for doing that. Retrieval of undamaged components may therefore be difficult, resulting in recycling as first suitable circular strategy. The progressive design and construction approach of Hof van Cartesius displays how collaboration between the different building actors and including future demountability as a requirement for construction result in a mainly reusable building. The Hof van Cartesius can therefore be seen as a best practice and act as an example for future building design. The findings by Debacker et al. (2017) regarding the

requirements for systemic changes in the construction sector support this. In their work, the connection between all phases (and respective actors) is called for in order to achieve the required information exchange. This information exchange is a necessity for collaboration among the value chain. The constant communication between different building actors at the Hof van Cartesius enabled both the inclusion and future reusability of (secondary) components and materials.

5.3 Sustainability implications

The circular potential present in all five buildings showed that savings can be made regarding RVM use, energy use and CO₂ emissions. This section puts the savings in perspective by comparing them with relevant policy measures and its coverage among the SDGs.

5.3.1 RVM use

As depletion of finite resources compromises future possibility, such an act is unsustainable (WCED, 1987). Even if the finite material is noncritical, eventually it will run out thus being unsustainable. Regarding RVMs, the Netherlands has the goal to achieve 50% less use of primary resources by 2030 (Rijksoverheid, 2019). Aluminum, concrete, glass, insulation sandwich masonry, panels, plastics, steel and wood all had scores over 50%. Only loose insulation material (0% RVM saving potential) scores under the 50%. As loose insulation only accounts for less than 1% of total weight for all materials present it has little effect on the average RVM saving outcome (90%). Using circular strategies can contribute to achieve less primary material input and can contribute to achieving the Dutch targets.

RVM use is a topic covered by the SDGs. Targets 8.2 and 12.2 call for efficient resource use, i.e. producing more with less resources. Prevention of environmental pollution is the main driver for these targets. The link with resource depletion is absent in any of the SDGs. The inclusion of this issue might help increase raising awareness for this rising problem (Diederer, 2017).

5.3.2 Energy use

Efficient energy use can save money, lower environmental impacts (IEA, 2019). It also lowers reliance on external energy provision (European Commission, 2018). Dutch policy is aimed at energy use reductions during buildings' use-phase, but does not address the building process prior to it (RVO, 2016). Doubling the energy intensity improvement rate by 2030 is one of the goals related to SDG 7 (Subratty, 2017). It remains unclear compared to which number it should be doubled. Between 1970 and 2010 the improvement rate was 1,3%, this would mean a total reduction by approximately 50% by 2030 (IEA, 2019). Glass and plastic materials scored under this percentage. As these materials together make up less than 1% of energy use, this affects the average energy saving potential hardly. Using circular strategies can contribute to lower energy use and can help achieve the European reduction target.

5.3.3 CO₂ emissions

CO₂ emissions, resulting from the burning of fossil fuels, are the main cause for climate change (Montzka, Dlugokencky and Butler, 2011). The reduction of CO₂ emissions is therefore an important global target. The Paris Agreement (PA) is the most recent global agreement in which targets are set to reduce global CO₂ emissions (UNFCCC, 2015). Following the PA, Dutch national CO₂ emissions should be lowered 49% by 2030 and 95% by 2050 (compared to 1990) (European Commission,

2015; Rogelj, Schaeffer and Hare, 2015). With an average CO₂ saving potential of 74% the circular strategies already go beyond the intermediate 49% target. However, increasing the current savings by 28%¹¹ is still required to achieve the 95% target. The results have shown that different circular strategies – with the words of Reike, Vermeulen and Witjes (2017) and Potting et al. (2018) higher ranked circular strategies – can increase the saving potential and therefore can help achieve the 2050 95% reduction target. Adding the hierarchical distinction between the different circular strategies to current Dutch policy and provided information regarding the CE could help spreading this insight.

5.4 Limitations and suggestions for further research

As the study had the purpose to determine the circularity potential in current building stock, this meant that circular strategies ‘refuse’ (R0) and ‘reduce’ (R1) were excluded as assessed strategies. However, in the light of circularity, these might be the most efficient and effective strategies possible. While their potential might be highest, their uptake seemed low as the respondents hardly mentioned these strategies. From an economic perspective this seems understandable, as within our current system refusal or reduction by one party can affect another party, e.g. building a smaller house requires less materials resulting in less product sales for producers and less labor for builders. I therefore doubt the possibility of resource use and economic growth, as an affected party is likely to keep expanding their business. Therefore, it is suggested that additional research is done in either the effects of refusal within a supply chain or study the requirements for refusal.

While the provision of a tool was intended, it proved challenging to develop one. The used methods for data collection, resulting spreadsheets and calculations made (Appendix D) can be used as the basis to develop a more user-friendly tool. The used indicators regarding sustainability implications, RVM use, energy use and CO₂ emissions, are all environmentally related indicators. In the light of sustainability, it might be desired to include social and economic related indicators to the model to provide a more holistic view.

It proved difficult to find the values assigned per circular strategy, e.g. resource use, energy use, CO₂ emissions recycling of aluminum, per material. Also, sources sometimes remained unclear about the part of lifecycle the value covered, e.g. this was the case with recycling values regarding insulating sandwich panels. For these values assumptions were made (section 3.3.4, table 8). More time might have been required to invest in studying these values, but due to the research design only limited time was available for this. Especially regarding wood, results were simplified as it was assumed that wood use resulted in CO₂ neutral outcomes. That way, the calculations could be excluded from the results as the negative numbers would have biased the total outcomes (see section 3.3.2). The assumptions were discussed with experts to prevent unrealistic representations. However, more specific research, e.g. calculating the savings for one material including its entire production chain. A final limitation of this thesis is that are not able to implement the suggested circular strategies, therefore it remains uncertain whether theoretical potential savings resemble in practice. On top of this is the uncertainty of being able to perform the suggested circular strategy as there still remains a mismatch regarding supply and demand of secondary components and materials. Efforts are made to bring supply and demand closer to each other in the form of urban mining collectives and online

¹¹ 74% * 1,28 = 95%

marketplaces for recovered materials and components (Urban Mining Collective, 2019; Insert, 2019; Gebruiktebouwmaterialen, 2019). However, availability of materials and technical solutions might not even be the real problem. The real problem might be in the sector's still linear dynamic, driving traditional handling (Pomponi & Moncaster, 2017). Research in the direction of sector dynamics and barriers holding back a circular construction sector is therefore recommended.

6. Conclusion

Global efforts are made to reduce material use among the construction sector. These efforts share a connection with the concept of 'circular economy' (CE). A CE focuses on preserving resources, maximizing utility and maintaining value. This thesis was aimed at the understanding of the circular economy within the Werkspoorkwartier redevelopment project in Utrecht, within the context of the Dutch construction sector. Besides building understanding, the thesis provided practice with a tool that provides insight in circularity potential for current building stock. Circular potential can be understood as the potential to recover a building component or building material at its end-of-life using a circular strategy. For this an excel based tool was developed. The tool provides insight in both the circular potential and involved sustainability implications regarding resource use, energy use and CO₂ emissions. These efforts were all directed at answering the main research question: *"What does circular action imply for the Dutch construction sector?"* This question was answered through three sub questions. The conclusions are structured accordingly, ultimately answering the research question.

Sub question 1, *"What conception of a circular economy do the actors involved in the Werkspoorkwartier have?"*, was addressed using a qualitative approach. Six actors active within the Werkspoorkwartier were interviewed and asked to draw a cognitive map regarding the requirements for circular (re)development in the Werkspoorkwartier. All respondents held different conceptions of a CE regarding goals (saving materials now vs. future material recovery; waste reduction vs. input reduction; different sustainability foci), means (standardization vs. trust; reuse vs. recycling) and scope (focus on material related effects vs. focus on effects on surroundings). Nevertheless, the respondents coincided in the fact that the main focus, of circularity, should lie on material usage. Circular strategies suggested to achieve these preventions were mainly end-of-life oriented. The main purpose for RVM use reduction and waste prevention was reducing CO₂ emissions.

The interviews also addressed the rigidness and fragmentation of the current sector composition, undermines collaboration. Sector actors are involved one after the other and interact little with each other. Also, current legal structure makes contractors hesitant to use reused components. New business models should enable the implementation of the suggested circular strategies, but how these models would function was mentioned to be still unknown.

Sub question 2, *"What circular potential do the Werkspoorkwartier's buildings contain?"*, was addressed using a quantitative approach. Five buildings in the Werkspoorkwartier were selected for the circularity potential analysis. Circularity potential was determined using the Reike, Vermeulen and Witjes' (2017) '10 R-hierarchy'. Data regarding the presence of the eight building materials, aluminum, concrete, glass, loose insulation and insulation sandwich panels, masonry, plastics, steel and wood was retrieved in the form of a spreadsheet. The circular potential was then calculated for each building material. All buildings held a 100% circular potential. Materials can be recovered 82% through recycling and 18% through reuse. The high percentage of recycling potential results from the buildings' designs, as they were built without future material recovery in mind at their end-of-life. However, recycling is ranked 7th in the hierarchy and remains an energy intense process for

several materials, higher ranked circular strategies are therefore desired. Including future material recovery in building design could enable this.

Sub question 3, *“What are the sustainability implications of the Werkspoorkwartier’s circular potential?”*, was addressed using three indicators. Using the Sustainable Development Goals (SDGs), three sustainability related indicators were selected being RVM use, energy use and CO₂ emission. These indicators relate with SDGs 8, 11, and 13. These indicators were used to assess the sustainability implications that the different circularity strategies held, per material. The results show that overall 90% of RVMs, 71% of energy use and 74% of CO₂ emissions could be saved through circular strategies compared to primary production. Despite the 90% RVM saving potential, different materials could be depleted within several decades. Refusal (R1) and substitution by noncritical or renewable materials is required to prevent this depletion. Further analyses of the results showed that despite high percentage savings some materials (aluminum, plastics) still required over a 100 times more energy for secondary production than other primary produced materials. In the light of current RVM-, energy- and CO₂-related policies it was shown that applying circular strategies can potentially contribute to achieving set goals.

Circular action can bring beneficial effects for the Dutch construction sector. It can potentially help bring down RVM use, energy use and CO₂ emissions. The current organization of the sector does hamper reaping the full benefits, as its fragmented composition undermines the connection and collaboration between sector actors. A circularity potential of 100% was demonstrated, through 82% recycling and 18% reuse circular strategies. Despite the positive effects that recycling has, some materials still remain more energy intensive or polluting than primary materials. Material substitution or higher ranked circular strategies are then desired. While this may be desired, mismatch between demand and supply for recovered building materials can undermine this. New business models are mentioned as means to resolve this. However, it remained unknown how such business models should look like. In the light of current RVM-, energy- and CO₂-related policies it was shown that applying circular strategies can potentially contribute to achieving set goals. Research in the direction of sector dynamics and current barriers holding back a circular construction section is therefore recommended.

7. Bibliography

- Abergel, T., Dean, B., & Dulac, J. (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*.
- Achinta, M. (2016). Sustainability of glass in construction. *Sustainability of Construction Materials*, 1(1), 79-104.
- Adams, K., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. *Waste and Resource Management*, 170(1), 15-24.
- Ahimbisibwe, A., & Ndibwami, A. (2016). *Demystifying Fired Clay Brick: Comparative analysis of different materials for walls, with fired clay brick*.
- AIMPLAS. (2016). *Sustainable Urban Furniture: Tool design to perform environmental assessments in the green procurement framework; LCA Factors report*. Life Future.
- Ajzen, I., Brown, T., & Carvajal, F. (2004). Explaining the Discrepancy Between Intentions and Actions: The Case of Hypothetical Bias in Contingent Valuation. *Personality and Psychology Bulletin*, 30(9), 1108-1121.
- Akinade, O., Oyedele, L., Ajayi, S., Bilal, M., Alaka, H., Owolabi, H., . . . Kadiri, K. (2017, 2 1). Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Waste Management*, 60, 3-13.
- Albino, V., Di Bari, P., Kühtz, S., & Scozzi, B. (2002). *Cognitive maps and the sustainable development in the Mediterranean region*.
- ALUMINIUM 2020. (2019). *Demand for aluminium is growing worldwide*. Retrieved from <https://www.aluminium-messe.com/en/ALUMINIUM-2020/Demand-for-aluminium-is-growing-worldwide/758/> on 2019-03-02
- Aluminium Federation. (2018). *UK Aluminium Industry Fact Sheet 3: Aluminium and Sustainability*.
- Aluminum Federation. (2018). *UK Aluminium Industry Fact Sheet 8 : Aluminium in Building and Construction*.
- ArcelorMittal. (2015). *ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION According to EN 15804; ArcelorMittal Construction Mineral wool sandwich panels*. ArcelorMittal.
- Arnoldussen, J., Groot, P., Halman, J., & van Zwet, R. (2017). *Innovatie in de bouw*.
- Avio, C., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017, 7). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2-11.
- Axelsson, R., Stryamets, N., Elbakidze, M., Johansson, K.-E., & Angelstam, P. (2012). Sustainable Development and Sustainability: Landscape Approach as a Practical Interpretation of Principles and Implementation Concepts. *Journal of Landscape Ecology*.

- AZO Materials. (2012). *Polycarbonate (PC) (C15H16O2) Plastic Recycling*. Retrieved from <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7963> on 2019-02-14
- Babor, D., Asachi, G., Judele, L., Babor, D., & Plian, D. (2009). *Article in Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, CONSTRUCTIONS. ARCHITECTURE Section* .
- BAMB 2020. (2016). *BAMB - Buildings As Material Banks (BAMB2020)*. Retrieved from <https://www.bamb2020.eu/> on 2019-03-19
- Becker, J., & Rosemann, M. (2010). Measuring the Carbon Footprint of Business Processes. *Business Information Processing*, 2-11.
- Bell, T. (2019). *The Modern Steel Manufacturing Process; Removing Carbon From iron Creates Steel*. Retrieved from The Balance: <https://www.thebalance.com/steel-production-2340173> on 2019-01-18
- Bermejo, R., Arto, I., & Hoyos, D. (2010). Sustainable Development in the Brundtland Report and Its Distortion: Implications for Development Economics and International Cooperation. In R. Bermejo, I. Arto, D. Hoyos, K. Unceta, & A. Arrinda (Eds.), *Development Cooperation: Facing the Challenges of Global Change* (1 ed., pp. 13-34). Reno: Center for Basque Studies, University of Nevada.
- Blair, C. (2012). *The Netherlands has the best waste management in Europe*. Retrieved from <https://www.iamexpat.nl/expat-info/dutch-expat-news/netherlands-has-best-waste-management-europe> on 2019-03-20
- Blake, J. (1999, 10 2). Overcoming the 'value-action gap' in environmental policy: Tensions between national policy and local experience. *Local Environment*, 4(3), 257-278.
- Boin, U., & Bertram, M. (2005). Melting Standardized Aluminum Scrap: A Mass Balance Model for Europe. *Journal of the Minerals, August*, 26-34.
- Bola, H., van der Lek, K., Oudshoorn, N., Arnold, L., & Mikael, S. (n.d.). *Werkspoorkwartier Circulair 'living lab' van Utrecht*.
- BOOT. (2018). Personal contact with BOOT (Maria van Driel).
- Bos, J., Huisman, D., van Kruistum, C., Nissan, M., & Slootweg, S. (2018). *Circulair maakgebied Werkspoorkwartier*. Hogeschool Utrecht, Utrecht.
- Boustead, I. (2005). *Eco-profiles of the European Plastics Industry; POLYCARBONATE*. PlasticsEurope.
- Bouwend Nederland. (2012). *Feiten en cijfers; Luchtemissie door de bouwsector*. Zoetermeer.
- Bouwend Nederland. (2019). *Feiten en cijfers*.
- Brinksma, H., Pijpers, I., & Woude, D. (2004). *Hogere bouwkunde Jellema 1, Bouwnijverheid : inleiding*. ThiemeMeulenhoff.

- Broadbent, C. (2016). SSteel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(11), 1658-1665.
- Broekman, M., Hadzizulfic, T., Charreton, C., Melazzi, G., Brek, Z., Schouten, T., . . . Compennolle, W. (2017). *Circulair Beurskwartier; Living Lab Utrecht: Werklijn Circulaire Economie*. Utrecht.
- Buchanan, A., & Levine, S. (1999). Wood-based building materials and atmospheric carbon emissions. *Environmental Science and Policy*.
- CBS. (2018). *Lagere CO2-uitstoot in het vierde kwartaal 2017*. Retrieved from <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/07/lagere-co2-uitstoot-in-het-vierde-kwartaal-2017> on 2018-05-07
- CBS StatLine. (2019). *Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, regio*. Retrieved from <https://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=81955NED> on 2019-03-26
- CCA-Europe. (2016). *Calcium Carbonate is a renewable raw material*. Calcium Carbonate Association Europe, Brussels.
- Christensen, C. (1997). The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. *Business*.
- Circle Economy. (2015). *CIRCULAR CONSTRUCTION. THE FOUNDATION UNDER A RENEWED SECTOR*. Circle Economy, ABN Amro.
- Clifton Steel. (2017). *How is Steel Made?* Retrieved from <https://www.cliftonsteel.com/knowledge-center/how-is-steel-made> 2019-01-18
- Cuchi, A., Arcas, J., Casals, M., & Fombella, G. (2014). *Building a common home Building sector. A Global vision report*. Global Vision Area within the World SB14 Barcelona Conference, Barcelona.
- Debacker, W., Manshoven, S., Peters, M., Ribeiro, A., & De Weerd, Y. (2017). *International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition*. Delft.
- Desjardins, J. (2014). *A Forecast of When We'll Run Out of Each Metal*. Retrieved from Visual Capitalist: <https://www.visualcapitalist.com/forecast-when-well-run-out-of-each-metal/> 2019-01-18
- Dhillon, R., & von Wuehlisch, G. (2013, 1). Mitigation of global warming through renewable biomass. *Biomass and Bioenergy*, 48, 75-89.
- Diederer, A. (2017). GLOBAL RESOURCE DEPLETION: THREATS AND OPPORTUNITIES. *TNO*.
- DIYtrade. (n.d.). *Image of insulation sandwich panels*. Retrieved from https://img.diytrade.com/smimg/2128592/33684640-5874890-0/Thermosteel_Structural_Insulated_Roof_and_Wall_Sandwich_Panels_/3606.jpg on 2019-03-26

- Draper, A. (2004). The principles and application of qualitative research. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 641-646.
- Duddu, P. (2016). *Report: Iron ore production and consumption set to increase globally in 2020*. Retrieved from Mining Technology: <https://www.mining-technology.com/news/newsreport-iron-ore-production-consumption-set-increase-globally-in-2020-4911056/> on 2019-01-18
- Dyer, T. (2014). Chapter 14 - Glass Recycling. In T. Dyer, E. Worrell, & M. Reuter (Eds.), *Handbook of Recycling* (pp. 191-209). Boston: Elsevier.
- Ecotricity. (2019). *When Will Fossil Fuels Run Out?* Retrieved from <https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/energy-independence/the-end-of-fossil-fuels> on 2019-01-18
- EFRO WSK. (2016). *Werkspoorkwartier: Creatief Circulair Maakgebied*.
- EIB. (2018). *Krachtige groei infrastructuur*. Retrieved from Economisch Instituut voor de Bouw: <https://www.eib.nl/nieuws/krachtige-groei-infrastructuur/> on 2018-05-17
- Elia, V., Gnoni, M., & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 2741-2751.
- Engineered Panels in Construction. (2017). *Insulated Panels Identification and disposal; Advice and guidance on the identification and disposal of metal faced Insulated Panels used in buildings Introduction and foreword*. Environment Agency, Stockport.
- Engström, S., & Hedgren, E. (2012, 10 5). Sustaining inertia? (M. Alshaw, Ed.) *Construction Innovation*, 12(4), 393-413.
- EPA. (2012). *Materials fact sheet*. NSW EPA.
- Ernst, B. (2018). Personal contact with Bianca Ernst. Utrecht.
- European Circular Construction Alliance. (2018). ECCA PROJECT- 690364 Adopting Circular Economy for internationalization and global competitiveness of European SMEs in Building and Construction. *D3.2: 1 st ECCA conference proceedings*, (p. 45).
- European Commission. (2011). *Bio-based economy for Europe: state of play and future potential -Part 1*. Brussels.
- European Commission. (2015). *2030 climate & energy framework*. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en on 2019-02-12
- European Commission. (2017). *Resource Efficiency*. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm on 2019-02-23
- European Commission. (2018). *Implementation of the Circular Economy Action Plan*. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm on 2019-03-15

- Faaij, A., Hekkert, M., Worrell, E., & van Wijk, A. (1998, 3 1). Optimization of the final waste treatment system in the Netherlands. *Resources, Conservation and Recycling*, 22(1-2), 47-82.
- Franceschini, S., Borup, M., & Rosales-Carreón, J. (2018, 4 1). Future indoor light and associated energy consumption based on professionals' visions: A practice- and network-oriented analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 1-11.
- Freement. (2019). *Smart Liberator - Freement*. Retrieved from <https://freement.nl/smart-liberator/> on 2019-02-13
- Freement.nl. (2019). *How it works*. Retrieved from <https://freement.nl/home/> on 2019-02-13
- Funke, J. (2017). How Much Knowledge Is Necessary for Action? In J. Funke. Springer, Cham.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The Circular Economy e A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Gemeente Utrecht. (n.d.). *Werken aan de toekomst; Utrechtse visie op participatie*. Gemeente Utrecht, Utrecht.
- German Aluminium Association. (1999). *ALUMINIUM in the Building and Construction Industry; Ecological and Sustainable*.
- Gilstad, G., & Hertwich, E. (2013). *Life cycle assessment of secondary aluminium refining*. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In E. Guba, & Y. Lincoln, *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Sage Publications Ltd.
- Gujarat Insulation. (2019). *Rockwool Loose Wool*. Retrieved from <http://www.gujaratinsulation.com/product/18/Ahmedabad/Rockwool-Loose-Wool> on 2019-03-23
- Gursel Vural, I. (2018). Biobased Economy Course - Biorefinery Lecture 3: Conversion Processes + Products. 38. Utrecht.
- Gutowski, T., Sahni, S., Allwood, J., Ashby, M., & Worrell, E. (n.d.). The energy required to produce materials: constraints on energy-intensity improvements, parameters of demand.
- Haanen, G., & van Zanen, J. (2017). *Raadsbrief Circulaire Economie*. Utrecht Municipality, Utrecht.
- Hammond, G., & Jones, C. (2008). *INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE); Version 1.6a*. University of Bath, Bath.

- Horvath, A. (2004, 11 21). CONSTRUCTION MATERIALS AND THE ENVIRONMENT. *Annual Review of Environment and Resources*, 29(1), 181-204.
- Husain Al-Sherrawi, M., Mubder Edaan, E., Al-Rumaithi, A., Sotnik, L., Al-Sherrawi, M., Edaan, I., . . . Lyashenko, V. (2018). FEATURES OF PLASTICS IN MODERN CONSTRUCTION USE. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(4), 975-984.
- Hydro. (2016). *Alumina refining*. Retrieved from <https://www.hydro.com/en/about-aluminium/Aluminium-life-cycle/Alumina-refining/> on 2019-02-13
- Hydro. (2016). *Bauxite mining*. Retrieved from <https://www.hydro.com/en/about-aluminium/Aluminium-life-cycle/Bauxite-mining/> on 2019-02-13
- IAEG-SDGs. (2016). *Final list of proposed Sustainable Development Goal indicators*. United Nations.
- IBRAM. (2011). *Information and Analyses on the Brazilian Economy - 7th Edition*. Instituto Brasileiro De Mineracio.
- IEA. (2019). *Energy Efficiency 2017*. Retrieved from <https://www.iea.org/efficiency2017/> on 2019-03-20
- Initiatiefgroep Klimaatbestendig Wonen. (2017). *Klimaatbestendige wijkaanpak in Kanaleneiland Midden-Utrecht*. Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Utrecht.
- Ismail, M. (2013). *BRICKS, BUILDING BLOCKS AND MORTARS*. Faculty of Civil Engineering, UTM-Skudai, Johor Darul Ta'zim.
- Jones, C. (2018). *Embodied Carbon Assessment*. Retrieved from <http://www.circularecology.com/embodied-carbon.html> on 2019-01-29
- Jones, C. (2018). *What's the difference between a carbon footprint and embodied carbon?* Retrieved from <http://www.circularecology.com/carbon-footprint-v-embodied-carbon.html> on 2019-01-29
- Kim, T., Chae, C., Kim, G., & Jang, H. (2016). Analysis of CO2 Emission Characteristics of Concrete Used at Construction Sites. *Sustainability*, 8(348), 1-14.
- Kirchherr, J., Hekkert, M., Bour, R., Huibrechtse-Truijens, A., Kostense-Smit, E., & Muller, J. (2017). *Breaking the Barriers to the Circular Economy*.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*.
- Korbee. (2018). *"Voor 2021 moet het circulaire basecamp er staan"*. Retrieved from Building Holland: <https://www.buildingholland.nl/thema-circulariteit/20180417-voor-2021-moet-het-circulaire-basecamp-er-staan> on 2019-02-11
- Koremans, E. (2018). Personal contact with circularity expert 17-10-2018. Eindhoven.

- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*.
- Lalwani, M. (2010). Conventional and Renewable Energy Scenario of India: Present and Future. *Canadian Journal on Electrical and Electronics Engineering*, 1(6), 122-140.
- Legrand, E. (2000). Utilisation pragmatique de cartes cognitives comme outil d'évaluation en éducation relative à l'environnement. *ÉDUCATION RELATIVE À L'ENVIRONNEMENT*, 2, 75-95.
- Lourdel, N., Gondran, N., Valérie, L., Debray, B., & Brodhag, C. (2007). Sustainable development cognitive map: a new method of evaluating student understanding. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(2), 170-182.
- Maslow, A. (1943). A THEORY OF HUMAN MOTIVATION. *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Menkveld, N. (2017). *Alles van waarde; Circulariteit door sectoren heen*. ABN Amro.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2014). *Sectorplan 36 Hout*. Rijkswaterstaat.
- Ministry of Economic Affairs. (2015). *Biomassa 2030 - Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030*. Den Haag.
- Mohammed, S., & Dumville, B. (2001). Team mental models in a team knowledge framework: expanding theory and measurement across disciplinary boundaries. *Journal of Organizational Behavior*, 22, 89-106.
- Mokhtariani, M., Sebt, M., & Davoudpour, H. (2017). Construction Marketing: Developing a Reference Framework. *Advances in Civil Engineering*.
- Montzka, S., Dlugokencky, E., & Butler, J. (2011). Non-CO₂ greenhouse gases and climate change.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*.
- NRMCA. (2012). *Concrete CO₂ Fact Sheet 2012*. National Ready Mixed Concrete Association.
- Nuwer, R. (2014, 3 18). What is the world's scarcest material? *BBC Future*.
- Oerlemans, L., Meeus, M., & Boekema, F. (1998). DO NETWORKS MATTER FOR INNOVATION? THE USEFULNESS OF THE ECONOMIC NETWORK APPROACH IN ANALYSING INNOVATION. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 89(3), 298-309.
- Olawumi, T., & Chan, D. (2018, 5 10). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 183, 231-250.

- Pearce, & Markandya. (1987). Marginal Opportunity Cost as a Planning Concept in Natural Resource Management. In Pearce, Markandya, G. Schramm, & J. Warford (Eds.), *Environmental Management and Economic Development* (1 ed., pp. 39-55). Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Perchard, E. (2016). *Product design for the circular economy*. Retrieved from Resource Magazine: <https://resource.co/article/product-design-circular-economy-11338> on 2019-03-01
- Plastics Europe. (2018). *Plastics; Architects of modern and sustainable buildings*. Brussels.
- Porritt, J. (1998, 17). Natural step to sustainability. *Financial Times*, p. 20.
- Potting, J., Hanemaaijer, A., Delahaye, R., Hoekstra, R., Ganzevles, J., & Lijzen, J. (2018). *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten; Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Provincie Utrecht. (2016). *BELEIDSKADER BINNENSTEDELIJK ONTWIKKELING*. Provincie Utrecht, Utrecht.
- Provincie Utrecht. (2017). *BINNENSTEDELIJKE ONTWIKKELING; Uitvoeringsprogramma 2017-2021*. Utrecht.
- Provincie Utrecht. (2017). *HET BESTE VAN TWEE WERELDEN; Vraag en aanbod vinden elkaar in vernieuwend opdrachtgeverschap*. Provincie Utrecht, Utrecht.
- Ramadevi, K., & Chitra, R. (2017). Concrete using recycled aggregates. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 8(9), 413-419.
- recycling.nl. (2018). *Ladder van Lansink - De Afvalhiërarchie; De rangorde van afvalverwijdering*. Retrieved from <http://www.recycling.nl/ladder-van-lansink.html> on 2018-12-01
- Reike, D., Vermeulen, W., & Witjes, S. (2018, 8 1). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017). *Energiemix huishoudens*. Retrieved from <https://energiecijfers.databank.nl/dashboard/Energiemix> on 2019-03-05
- Rijksoverheid. (2016). *Nederland circulair in 2050*.
- Rijksoverheid. (2019). *Alle grondstoffen hergebruiken in 2050*. Retrieved from Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/alle-grondstoffen-hergebruiken> on 2019-03-15
- Rodriguez, J. (2018). *5 Types of Materials Used in Bricks*. Retrieved from The Balance: <https://www.thebalancesmb.com/bricks-types-uses-and-advantages-844819> 2019-01-17

- Rogelj, J., Schaeffer, M., & Hare, B. (2015). *Timetables for Zero emissions and 2050 emissions reductions: State of the Science for the ADP Agreement*. Climate Analytics, Berlin.
- Rosen Jacobson, L. (2018). Interview with material expert. Utrecht.
- RVO. (2017). *Meerjarenaafspraken energie-efficiëntie*. Retrieved from <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/meerjarenaafspraken-energie-effici%C3%ABntie> on 2019-03-15
- Sakkers, H. (2018). *Utrecht: A Global Goals City Utrecht's Approach to Localising the UN Sustainable Development Goals*. City of Utrecht, Utrecht.
- Sammer, K., & Wüstenhagen, R. (2006, 5 1). The influence of eco-labelling on consumer behaviour – results of a discrete choice analysis for washing machines. *Business Strategy and the Environment*, 15(3), 185-199.
- Sartori, S., Latrónico, F., & Campos, L. (2014). SUSTAINABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A TAXONOMY IN THE FIELD OF LITERATURE. *Ambiente & Sociedade*, 17(1), 1-22.
- Schebek, L., Schnitzer, B., Blesinger, D., Köhn, A., Miekley, B., Linke, H., . . . Seemann, A. (2017, 8). Material stocks of the non-residential building sector: the case of the Rhine-Main area. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 24-36.
- Schoolderman, H., van den Dungen, P., & van den Beukel, J. (2014). *ondernemen in de circulaire economie; nieuwe verdienmodellen voor bedrijven en ondernemers*. OPAi, MVO Nederland.
- Schut, E., Crielaard, M., & Mesman, M. (2015). *Beleidsverkenning circulaire economie in de bouw*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Shaffer, N. (2006). The Time of Sands: Quartz-rich Sand Deposits as a Renewable Resource. *Electronic Green Journal*, 24(1), 1-35.
- Sociaal Economische Raad. (2016). *Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen Advies 16/05 Juni 2016*. Sociaal-Economische Raad.
- Soon, W., Baliunas, S., Robinson, A., & Robinson, Z. (1999). Environmental effects of increased atmospheric carbon dioxide. *Climate Research*, 13(October), 149-164.
- Staat van Utrecht. (n.d.). *Klimaatadaptatie; Maatschappelijke opgave*. Retrieved from <http://staatvanutrecht.nl/thema/klimaatadaptatie>
- Staatscourant. (2016). *Aanbestedingsreglement Werken 2016*. [, Den Haag.
- Stanislaus, M. (2016). A Virtuous Circle. *The Environmental Forum*(September/October), 30-33.
- Steel Recycling Institute. (2017). *Steel is the World's Most Recycled Material*. Retrieved from <https://www.steelsustainability.org/recycling> on 2019-01-18

- Subratty, D. (2017). DOUBLE THE GLOBAL RATE OF IMPROVEMENT IN ENERGY EFFICIENCY. *Symposium on SDG 7 (Energy) in Preparation to the 2018 High-Level Political Forum on Sustainable Development*, (pp. 1-16). Oslo.
- Sukontasukkul, P. (2013). Guideline for Calculating CO2 Emission from Ready Mixed Concrete Production and Its Case Studies. *Sustainability in Concrete Technology and Construction*, 1-32. Bangkok: Mongkut University of Technology.
- Suter, F., Steubing, B., & Hellweg, S. (2017). Life Cycle Impacts and Benefits of Wood along the Value Chain: The Case of Switzerland. *Journal of Industrial Ecology*.
- 't Hoen, J. (2017). *Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directie Water en Bodem, Arnhem.
- The Guardian. (2015). *What plastic can learn from steel in a circular economy | Guardian Sustainable Business*. Retrieved from The Guardian: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/jan/29/plastic-industry-recycling-learn-from-steel-circular-economy> on 2019-01-18
- Transitieteam circulaire bouweconomie. (2018). *Transitie-agenda circulaire bouweconomie*.
- Turner & Townsend. (2017). International construction market survey 2017; Building momentum. 100.
- UN. (1992). *A/CONF.151/26 (Vol. I) REPORT OF THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*. Retrieved from <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm> on 2019-03-26
- UN. (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015*. United Nations.
- UN. (2018). *Promote inclusive and sustainable economic growth, employment and decent work for all*. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/economic-growth/> on 2019-03-20
- UN. (n.d.). United Nations Millennium Development Goals.
- UNFCCC. Conference of the Parties (COP). (2015). Paris Climate Change Conference-November 2015, COP 21. *Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President*, 21932(December), 32.
- US Geological Survey. (2009). *Mineral commodity summaries 2009*. (US Geological Survey, Ed.) St. Louis: US Govt. Printing Office.
- US Geological Survey. (2017). SODA ASH (Data in thousand metric tons unless otherwise noted). In US Geological Survey, & US Geological Survey (Ed.), *Mineral Commodity January 2017* (pp. 154-155). St. Louis: US Govt. Printing Office.

- Usman, M., Adeosun, S., & Osifeso, G. (2012). Optimum Calcium Carbonate Filler Concentration for Flexible Polyurethane Foam Composite. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 11(03), 311-320.
- Utrecht your way.nl. (2014). *Gemeente Utrecht voert milieuzone in*. Retrieved from <https://www.utrechtyourway.nl/event/gemeente-utrecht-voert-milieuzone> on 2019-01-02
- van Arkel, G. (2016). Towards a restorative enterprise; The circular economy in practice with nature as mentor. 1-39.
- van Eijndthoven, M. (2017). Personal contact with Maike van Eijndthoven. Utrecht.
- van Odijk, S., & van Bovene, F. (2014). *Circulair bouwen*.
- Vissering, C. (2018). Concrete expert interview 14/11/2018.
- Vlkglas Recycling Nederland. (2017). *Jaarverslag 2017*.
- VNG International. (2015). *Global Goals Municipality Campaign*. Retrieved from <http://www.vng-international.nl/our-projects/global-goals-municipality-campaign/> on 2019-01-09
- WCED. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*.
- Wiedmann, T., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., . . . Almer, J. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(20), 6271-6276.
- Winnipeg CA. (2012). *Emission factors in kg CO2-equivalent per unit*. Retrieved from https://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_Appendix_H-WSTP_South_End_Plant_Process_Selection_Report/Appendix%207.pdf 2019-02-16
- Wittekoek, C. (2018). *Collecting and recycling of flat glass-a step forward to a Circular Economy*. Vlkglas Recycling Nederland.
- Wolcott, H. (1990). *Writing Up Qualitative Research* (3 ed.). (V. Knight, S. Connely, L. Habib, A. Viriding, & L. Lech, Eds.) Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- World Economic Forum. (2017). *Shaping the Future of Construction Inspiring innovators redefine the industry*.
- Zabalza Bribián, I., Valero Capilla, A., & Aranda Usón, A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*.
- Zink, T., & Geyer, R. (2017, 6 1). Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602.

Zwaga, J. (2018). *Top-10 bouw: orderboek puilt uit, marge blijft dun*. Cobouw.nl:
<https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2018/08/top-10-bouw-orderboek-puilt-uit-marge-blijft-dun-101263415> on 2019-03-01

Appendix A: Construction of circular economy definition used in this study

The circular economy definition used in this master thesis was created by combining the following two definitions.

Geissdoerfer, 2017 p766:

“...a regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops. This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling.”

Kirchherr, Reike and Hekkert, 2017, p229:

“...an economic system that replaces the ‘end-of-life’ concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes. It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations. It is enabled by novel business models and responsible consumers.”

Both definitions are very similar. Geissdoerfer (2017) is more detailed on resource use and therefore the created CE definition is started off with this. Although Kirchherr Reike and Hekkert (2017) do touch upon this subject in their definition, I felt that starting off with Geissdoerfer would lead to a richer definition. Kirchherr, Reike and Hekkert (2017) mention, additionally to the focus on ‘resource use’ and ‘waste minimization’, that a circular economy should be present among all levels of the economy, which goals a circular economy serves and conclude with two means of achieving a circular economy. This led to the following definition:

“A regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops. This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling. It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations. It is enabled by novel business models and responsible consumers.”

Appendix B: Substantiation chosen circular strategies per material

Aluminium, is a popular construction material. It is produced out of bauxite ore, which is extracted from the earth's crust through mining. Roughly one quarter of all finished aluminum products are consumed by the construction sector (Aluminium Federation, 2018). Aluminium is a lightweight material with an exceptional strength-to-weight ratio. Besides this, it is low in maintenance and can be recycled without quality loss, which also causes for a certain certainty that aluminum will remain its value over time (German Aluminium Association, 1999; Aluminium Federation, 2018). Recycling aluminum requires 95% less energy than producing primary aluminum (Aluminium Federation, 2018). Due to these characteristics it is a highly liked material and the aluminum sector is expected to keep growing (ALUMINIUM 2020, 2019). The main downside of the material is its expected finiteness within a maximum of 340 years. Reduction of virgin aluminum and aluminum as a whole therefore seem to be the most preferred circular strategies. On top of this could be mounting aluminum frameworks and components using methods that allow easy disassembly for aluminum component reuse. Even with a 100% recycling rate, mining of new aluminum cannot be prevented due to the growing demand (also in other sectors). As it is one of the most abundant minerals present in the world's earth's crust, this does not pose a problem on the short term (75 years) (German Aluminium Association, 1999; Nuwer, 2014). Between 92-98% of aluminum is being recycled within the construction industry (Boin and Bertram, 2005). Reuse of the material is also a possibility, but in practice aluminum is mostly recycled into new secondary aluminum (Aluminium Foundation, 2018). Therefore, recycling of aluminum is the only considered circular strategy.

Concrete is a building material that is created by combining a binder, water, fine and coarse aggregate, i.e. a material that differs in granule size such as sand and gravel (Babor et al., 2009). A chemical reaction between water and the binder 'locks the aggregate into place' creating a solid material once it has dried up. Concrete is most known as a combination of water, cement, sand and gravel. It can be reinforced by adding 'steel reinforcements' that provide extra support against tensile stresses. The main environmental impacts of concrete come from the production of cement, which uses a large amount of energy and emits ditto CO₂ emissions (Babor et al., 2009).

The characteristics of concrete are very well manageable through different binders and additional chemicals, leading to a wide variety of types of concrete. This uniqueness has a direct effect on the reuse options concrete components might have, as each cast of concrete will differ increasing the difficulty of developing a standardized reuse manner.

Over 95% of concrete is crushed and then repurposed as a ground stabilizer, e.g. under roadways (Circle Economy, 2015). As the crushed concrete still remains some unreacted binder it holds an advantage over 'other stoney rubble' as this would require additional cement to be bound together and provide more solidity (Vissering, 2018). Recently new technologies have entered the market that recycle concrete back into its original ingredients. The recyclable concrete traditionally has been crushed into stony rubble that could be used as foundation or soil reinforcement, e.g. used under highways (Circle Economy, 2015). In 2018 the 'Urban Mining Collective' announced their breakthrough 'Smart Liberator technology' which recycles concrete into fine and coarse aggregate and unreacted cement (Koremans, 2018). The fine and coarse aggregate are reused in newly produced cement. Up to 50% of the used cement volume could be reused as new unreacted cement

(Freement.nl, 2019). As 64% - 98% of concrete's CO₂ emissions originate from cement production, this could save up to 49% CO₂ emissions (Leung, 2009; Purnell, 2013; Sukontasukkul, 2013). The technology is still very young and only one 'Smart Liberator plant' exists to date. The scale to which this method therefore can be used is still very small. As a result it is likely that on the short term the majority of the recycled concrete will end up as foundation or soil reinforcement. Concrete's RVMs will therefore remain high in demand.

Concrete constructions also have the ability of being reused. However due to the divergent characteristics, dimensions and possible difficulty of transport, e.g. due to weight and size, this circular strategy has only been included for a small selection of prefab components.

Glass its functions as building material seems ever increasing. The most commonly used form for flat glass, i.e. windows and glass plates, is 'soda-lime-silicate glass' which consists of sodium oxide (Na₂O), calcium oxide (CaO) and silicon dioxide (SiO₂) (Dyer, 2014). Where glass used to be used solely as daylight enabling barrier to the elements, during the past 25 years it also functions as a main construction material, going beyond its decorative role (Achintha, 2016). Glass's transparent, chemically inert, sustainable, thermal and easily available characteristics make it a highly desired construction material (Achintha, 2016). It has the ability to increase occupants' comfort through its ability to create bright, airy and energy efficient buildings (Achintha, 2016).

The RVM required for glass production are quartz sand, calcium carbonate and soda ash. Quartz sand and calcium carbonate are produced by ongoing geologic processes (Shaffer, 2006; CCA-Europe, 2016). The production of both materials is far larger than the current consumption (Shaffer, 2006; CCA-Europe, 2016). These materials are therefore labeled renewable. The current soda ash reserves hold 350-430 years of supply (US Geological Survey, 2009; US Geological Survey, 2017). Soda ash can be produced artificially, however this brings environmental wastes (US Geological Survey, 2017).

When recycling flat glass, i.e. windows, it has to be managed carefully due to its indistinguishable characteristics to other bulk materials such as inorganic or non-metallic materials (Dyer, 2014). The Dutch recycling scheme of glass is well developed and 80-90% is being recycled (Vlaskglas Recycling Nederland, 2017). Of all recycled glass 8-9% returns back into the flat glass industry (Vlaskglas Recycling Nederland, 2017; Wittekoek, 2018). A common voiced problem for this low percentage are contaminated glass streams (Glass for Europe, 2013). Impure glass remains can be repurposed as glass aggregate in concrete, however mainly 'glass waste', i.e. glass food and beverage containers, is used for this function due to its more common impurities making it unsuitable for new glass production (Dyer, 2014). Another function of glass waste (cullets) is that to add it to the production process of flat glass, as its thermal characteristics cause a 2-3% required energy reduction for every 10% share of cullets used (Dyer, 2014; Glass Packaging Institute, 2015). As the study only assessed flat glass, the assumption is made that all non-reusable glass will be recycled. Even though it is unclear what share of glass is eligible for recycling.

The majority of *insulating material* are plastic, glass or stone based. There are two forms of insulating materials 'simple' or 'composed' (Engineered Panels in Construction, 2017). The simple form is just

the insulating material itself, e.g. bales or rolls of rockwool (figure 10). In the composed form the insulating material is plated and forms the core of a panel, e.g. metal ‘sandwich panels’ (figure 7). Simple plastic-based insulation can only be incinerated. Simple glass and stone wool insulation can be recycled back into resources for glass or stone wool. Composed insulation panels can be reused, depending on their age and used insulating material (Engineered Panels in Construction, 2017). Pre-2004 panels might possess ozone depleting substances and are classified as ‘special’ or ‘hazardous’ waste and cannot be reused (Engineered Panels in Construction, 2017). Trials have proven that recycling of pre-2004 panels is possible. With newer panels both reuse and recycling are options.



Figure 10, Loose insulation (Gujarat Insulation, 2019) and different insulation sandwich panels (DIYtrade, nd).

Masonry is a combination of bricks connected by a mortar joint. Both materials have a high durability and can last for ages. Three main types of bricks exist i) concrete bricks, ii) burnt clay bricks and iii) sand-lime bricks (Rodriguez, 2018). Burnt clay bricks are baked from clay, which is a nonrenewable material that is ‘largely’ available (US Geological Survey, 2017). Burnt clay bricks are weaker than sand-lime bricks and therefore can be used for less purposes (Rodriguez, 2018). Sand-lime bricks are made of sand, fly ash and lime. These sand-lime bricks are not baked, but retrieve their strength from a chemical reaction that occurs as the bricks dry. Due to their strength, sand-lime bricks can be used for load bearing constructions (Rodriguez, 2018). However, when building over four stories high reinforced concrete structures are required (Ismail, 2013). Concrete bricks were not identified in any of the assessed buildings. For these bricks the same circular strategies as concrete would apply. The current mortar is very tough, making recovery of single bricks difficult. Earlier brickwork, using lime mortar, can be separated more easily as the joint is less strong. Undamaged bricks can be reused. Damaged brickwork can be repurposed into aggregate for concrete or roadworks.

Plastics used in the construction industry are made out different polymers, which are long carbon chains that can be chemically altered to create plastics with a wide variety of characteristics often retrieved from fossil feedstocks. Thousands of different polymers exist and virtually all construction materials could be replaced by plastics (Al-Sherrawi, 2018). The carbon chains are usually fossil based and production is an energy intensive process. Within construction, plastics are the fourth major class of building material used (Al-Sherrawi et al., 2018). The density of plastics can vary from

10 - 2200 kg/m³. Plastics do not corrode and are poor heat conductors, (good insulator). Finally, polymer composites can show deformation due to aging. The lifetime can be adjusted due to the chemical structure. For polycarbonate 50 a lifetime of 50 years can be expected (Kahlen, Wallner & Lang, 2010).

Plastics are nonrenewable fossil-based materials and thereby available in finite amounts. Plastics can mostly be found in constructions as walls, windows (profiles), floor coverings, e.g. linoleum or carpets, piping and heat-insulation and piping (which often is present out of sight). The production is highly energy intensive and causes CO₂ emissions. Serious efforts are put into the development of renewable plastic substitutes (European Commission, 2011; Gursel Viral, 2018; Ministry of Economic Affairs, 2015; Dhillon & von Wuehlich, 2013). These substitutes are biobased and created from vegetation-based sugars and thus renewable (Gursel Vural, 2018). Forecasts do not predict a 'biobased revolution' for the coming decades, but do underline biobased materials' crucial role in resource independency and mitigating the climate problem (European Commission, 2011). As with fossil fuels, plastics are under much scrutiny due to their feedstock. However, the current focus primarily is on short single use consumer products, e.g. plastic bags, and packaging, that cause the 'plastic soup' which pollutes our open waters (European Commission, 2018; Avio, Gorbi & Regoli, 2017). Within the construction sector plastics are often praised for their exceptional insulating qualities and does not seem to be buckled under a negative image (Plastics Europe, 2018). Although this might be, plastics still is a fossil based nonrenewable material. Therefore, the advised circular strategy is reduction and replacement by renewable bioplastics, which eventually should lead to refusal. On the short term, standardization of type of plastic use could lead to better recycle practices. Another possibility could be learning from the steel sector, which learned how to produce a-quality steel from scrap through innovation (The Guardian, 2015). Plastics can be recycled through chemical modification, thermal reprocessing or mechanically recycled and repurposed as a filler, e.g. in road construction as aggregate. The potential of plastic recycling highly depends on the purity and remaining quality of the offered plastic product. The circular potential that lays in plastics is well shown by Interface, a plastic flooring producer. It is a world leader in recycling plastic flooring, which is enabled by their products as a service business model (van Arkel, 2016).

Steel is a material used primarily for a construction's skeleton. Steel is produced by melting iron ore, coke (anaerobe heated coal) and limestone and afterwards lowering the melted iron's carbon to 0 - 1,5% through the addition of oxygen (Bell, 2019; Clifton Steel, 2017). At current consumption rates, iron ore is expected to run out in approximately 80 years (IBRAM, 2011; Duddu, 2016). Coal is expected to run out in 70 - 115 years (Ecotricity, 2019; Desjardins, 2014). It is hard to say whether coal consumption will drop or rise as a result of the energy transition. It could be used to replace gas powered power plants, as gas also is expected to run out within 70 years (Desjardin, 2014). On the other hand, coal could be refused due to increasing renewable energy use. Limestone is expected to be available in 'adequate amounts' for many years to come (US Geological Survey, 2016). Due to the short-term shortages of iron and coal the refusal of primary steel is highly desirable. A refusal of coal by the energy sector would be more effective though, as the sector accounts for 68% of coal consumption (Lalwani, 2010). The current steel should be reused when possible and else recycled. Steel is already being recycled for 84% globally, which causes 74% CO₂ reduction and 90% energy savings compared to primary steel production (Steel Recycling Institute, 2017; Broadbent, 2016).

With such a high recycling percentage already, it can be said that only little can be gained considering extra recycling. Therefore, it is even more important that primary steel production is reduced. It can be reused in two ways: i) not removing the skeleton during demolition and rebuilding around it, ii) reclaiming elements during demolition and reusing that in new constructions. Steels metallurgical characteristics make it infinitely recyclable. However, quality loss can occur when different quality metals are recycled together. Therefore, same quality steel might require high quality RVM input. Sourcing of RVMs will therefore always remain required for steel.

Wood is a renewable construction material that has been used since time immemorial. It is praised for its capability of storing CO₂, making a temporary CO₂ mitigator (Suter, Steubing and Hellweg, 2017). Due to wood's renewable characteristic, it is a circular material. However, it still requires energy and space to grow the trees. Therefore, reduction still remains a useful circular strategy considering use. There seems to be a trade-off between the durability of wood and preventing system leakage. Not only is wood a primary construction material, it is also used as formwork when creating concrete constructions, temporary supportive constructions or scaffolds. Once the concrete has dried or the other function has become redundant, the wood is discarded off or (rarely) reused for later construction projects (Rosen Jacobson, 2018).

The purposes reused wood can serve depend on the category and type of wood. There are three categories: Category A, clean and unprocessed wood; category B, processed, painted, coated or glued wood; category C, impregnated or processed wood with the aim to extend its lifetime (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2014). Category C wood could be reused and afterwards only be incinerated (Bos et al., 2018).

Category A - reuse, repurpose, recycle (compost), regenerate.

Category B - reuse, repurpose, regenerate.

Category C - reuse, regenerate.

Appendix C: Interviews

Interview guide

☐ Post its	1 stack	☐ Charged laptop	1
☐ Pens	3	☐ Laptop charger	1
☐ A2 sheet	1	☐ Charged phone	1
☐ Interview guide	1	☐ Phone charger	1
☒ Focus question	1	☐ Cognitive map birthday example	1

1. Welcome (1 minute)

- Thank them for their participation
- Explain goal of the study and the upcoming exercise

Voor mijn masterscriptie ga ik voor het Werkspoorkwartier EFRO-project de circulariteit van het hergebruik van gebouwen binnen het Werkspoorkwartier meten. Doel hiervan is om aan de hand van mijn bevindingen mogelijk aanbevelingen op te stellen zodat het herontwikkelen en gebruik van de gebouwen (nog) circulaarder

kan in de toekomst. Hiervoor ben ik geïnteresseerd in uw ideeën over de circulaire economie en vandaar ook dit gesprek.

Voor het komende half uur heb ik twee kleine opdrachten voorbereid die ingaan op uw ideeën rondom de circulaire economie.

De resultaten die hieruit voortkomen zal ik vertrouwelijk behandelen en zullen geanonimiseerd verwerkt worden in de uiteindelijke versie van mijn master thesis. Om de resultaten zo goed mogelijk te kunnen analyseren, zou ik tevens graag een geluidsopname van onze sessie maken zodat ik het achteraf kan terugluisteren tijdens de data analyse. Vindt u dit goed? Daarbij zou ik graag op een later moment mijn bevindingen aan u willen terugkoppelen met de vraag of u zich in mijn verwerking hiervan kunt vinden, om de validiteit van de data te verhogen.

Antwoord respondent; start geluidsopname indien akkoord.

2. Personalia interview (7 minutes)

- Start off with a small focus 'introduction' tailored to the respondent based on information gathered up front. E.g. "So, you are responsible for 'blanc' within the Werkspoorkwartier. - leave room for response - I would like to elaborate on this through a little exercise. It will tell me a little bit more about yourself and it will also function as a warm up exercise for the next part. I would like you to write down some concepts about 'blanc', put the post its in order and then tell me about the model you created.

3 minutes for writing down concepts - 2 minute for hanging the post its - 3 minutes for explanation.

3a. Cognitive mapping / rendering

I would like to repeat the previous exercise, but now considering the Werkspoorkwartier. I would like you to write down all concepts that you think are required related to the following question.

“Wat zijn de vereisten voor een circulaire herontwikkeling van de gebouwen in het Werkspoorkwartier?”

- Explain the exercise of writing down all the related items to ‘FOCUS QUESTION’ on post its.
- Perform exercise

7 minutes to write on the post its

3b. Cognitive mapping / construction

- Explain the exercise of putting all post its in order on the A2 sheet along with ‘relationship arrows’.
- Ask respondent to explain the designed model.

15 minutes total.

Thank interviewee for their time. Allow for questions/remarks.

- How did they experience the exercise?
- How would interviewee like to be updated about the study?
- Assure the confidentiality of data use.



Figure 11, Example of a cognitive map

Interview transcripts

Transcript Respondent 1

Introductie 'hoe mindmap tekenen'. Opwarmoefening Rol respondent binnen het Efroproject.

B: Ik begin maar even met WSK, want daar gaat het EFRO project over.

Ja ik doe het gewoon op mijn manier hè.

J: Ja dat is prima.

B: Het gaat over het verbeteren van de WSK. Het aantrekkelijker maken. En dat willen we doen door dat project 'creatief en circulair'. Daar hebben we allemaal mensen voor bij elkaar hè.

Buurman Rotterdam, HU, HKU, UU, BOOT, USI, EWU, Eneco doen we niet meer en het Hof. Dat zijn de partijen die eraan werken ... maar wat hier interessant aan is, er zijn natuurlijk maar 2 van deze partijen die aan het (WSK) gebied gekoppeld zijn. Die twee partijen (EWU en Hof). Dus die zijn gezamenlijk ... Deze twee voelen zich wel ... Die willen écht resultaat zien, omdat we in dat gebied zijn. Dus die willen 'actie, programmering, resultaat'. En deze zie ik erin (overige actoren) die zitten vooral

Deze zie ik ook wel naar elkaar gelinkt, veel meer. Dat zit dan vooral op onderzoek en leren, die. Wat onze rol is, hierin. Ik denk als ik ga kijken naar deze twee, in deze is er maar één partij die dat is, en dat is het hof (creatief en circulair). En daarmee zijn wij eigenlijk een 'pionier'/'voorloper', op de rest van deze partijen - dat is interessant, want om deze partijen heen heb je natuurlijk heel veel andere bedrijven zoals 'creatieve bedrijven', 'productiebedrijven', 'events', sport. Die staan los van het EFRO project.

En ik denk dat wij daar een koppeling in maken en EWU, die maakt een koppeling daar naartoe.

J: En is dat dan vooral omdat jullie echt partijen hier binnenbrengen door deze locatie aan te bieden. Dat je daardoor die koppeling maakt?

B: Nee, nee, dit zijn echt de partijen in WSK zelf (creatieve en productiebedrijven). Die komen niet eens hier (HvC), want die zijn er al.

Ik denk wel dat wij, EWU en het Hof doen, wij zitten ... Woensdag bijvoorbeeld 'Werkspoorkwartaal' en dan hebben wij met heel veel spelers aan een 'verhalentour' gewerkt. En dan gaan we ook de nominatie van het WSK toelichten. Dus we proberen de mensen in het gebied, los van deze groep, ook enthousiast te krijgen voor dit (circulair en creatief).

En dat doen we door bij die werkspoorkwartaal aan de slag te zijn maar óók met de visie bijvoorbeeld. Er komt een nieuwe visie voor het WSK, nou daar zitten Gabriëlle en ik ook bovenop. Dus dat we zorgen eigenlijk, dat wat we hier doen bij deze groep, dit deel, dat het ook landt voor de lange termijn bij de rest. Dat is een deel waar wij stapje voor stapje aan werken.

Ik zie gewoon dat wij in die zin, pionier en voorop lopen en heel actief zijn met creatief en circulair. Als eerste voorbeeld hier ook. EWU volgt daarin, SWK komt erbij - als het goed is - bij het project. En SWK die zit hier aan de andere kant en die heeft ons zelf ingehuurd en gezegd op een gegeven moment: "Ik wil daar ook een gebouw (circulair)".

- plan met plattegrond wordt getoond - Gebouw komt aan de noordzijde van het WSK en wordt ook een 'circulair uithangbord' aan de voornaamste autoroute van het gebied.

Het Hof heeft samen met de opdrachtgever, architect en de bouwer advies gegeven, hoe kan je dat nu circulair doen?

En circulair is met minder materialen, voor ons, en met gebruikte materialen. Óf nieuwe materialen die opgebouwd zijn met een blik op de toekomst (ontmanteling).

Vanuit deze ambitie (creatief en circulair) vanuit EFRO, en in die groep die hierachter zit, proberen wij anderen daarin mee te krijgen. Dus ik zie ons ook als een 'verbinder'. Dus samen met EWU zijn wij de 'verbinder'. En op creatief en circulair zijn wij het 'voorbeeld'.

- Overgang naar de volgende mind map -

J: "Wat zijn de vereisten voor een circulaire (her)ontwikkeling van de gebouwen in het Werkspoorkwartier?" En daar zou ik dan graag jouw idee over hebben.

B: Circulair is

Ik denk dat zelf dat het al nodig is om deze term, 'gebouwen', breder te zien. Want als je het hebt over circulaire gebouwen, wordt heel snel alleen gekeken naar de materialen. En dat is op zich wel een belangrijke, máár dat is maar één aspect van het circulaire. En wel een heel belangrijk aspect hoor. Het is wel een basis die je mee moet nemen. En dan is denk ik de allerbelangrijkste vraag die men moet stellen .. Maar laten we eerst eens bij het gebouw beginnen, want ik vind dus dat je breder moet denken .. Is van: "Wat van dit gebouw kan ik hergebruiken? Wat kan ik laten staan?"

Dan heb je iets wat er anders moet, en in dat anders ga je je afvragen: "Kan ik dat met de materialen die ik al heb?" of "Kan ik dat op een manier doen waarbij ik minimaal aantal materialen nodig heb?" Dus dat die hele materialen kant kan. En "Heb ik die materialen al in de buurt?" Dat is natuurlijk ook een hele belangrijke. En als het allemaal moeilijk is: "Kan ik het dan doen met materialen die ik in de toekomst kan hergebruiken?" Maar dat is voor mij de laatste vraag eigenlijk, vind ik.

Maar, dat zie je hier ook, het gaat eigenlijk niet over het gebouw. Het gaat eigenlijk over, als je het hebt over circulaire herontwikkeling, is het altijd over een plek in een gebied. En dan is het eigenlijk van: "Wat is deze plek?", "Wat doet ie (deze plek) voor dit gebied?", en "Hoe kan je die kracht opnieuw inzetten?" - als het een kracht is, het kan ook een pijn zijn. Dat zie je ook heel goed bij de Werkspoorkathedraal.

J: En daar bedoel je dan mee de huidige karakteristieken van het gebouw? Het is groot, het is een open ruimte.

B: Ja, maar ook de functie (toegankelijk voor evenementen etc.)

Hier bijvoorbeeld dit is een plek welke aan het begin van het gebied is. Het is bij het stationsgebied. Er komen dus heel veel mensen langs. Daar kan ik aan voorbijgaan....

J: ...Of je maakt er (van het Hof) een uithangbord van.

B: Ja! Zo hebben wij gekeken. Dit is een heel belangrijke plek. Dit is een plek waar we ook mensen naar toe willen trekken. En mensen die uitgenodigd worden ... het is vrij makkelijk om hier te komen, in plaats van achterin het gebied.

Dat we dan ook zorgen dat we hier het voorbeeld neerzetten.

Terwijl je ook kan kiezen, als je er (functie) niet naar kijkt, "Nou ik zet hier gewoon een dicht gebouw neer en ik ga erin zitten en de deur gaat dicht." Dan mis je een kans voor het gebied. Dus dat 'kansen voor het gebied, omgeving en gebruikers' (wordt opgeschreven.)

Bij ons was ook een hele interessante, die is minder ... ingevuld. Maar dit is een soort van uitlaatplek voor honden en mensen. Dus we hebben heel bewust, er zit nog een stuk hiertussen (wijst op kaart), dit opgelaten. Het is nu net helaas nog te onveilig, maar we zouden heel graag het hek hiervoor weghalen zodat mensen hier (door het Hof) heen kunnen lopen. En dat het dus die functie kan behouden. Dat soort elementen daar kijk je naar.

We gaan doorontwikkelen, er zitten hier prachtige bomen. Echt prachtig. Nou ja, daar gaan wij omheen bouwen.

Dat is echt een prachtige plek al, van zichzelf.

J: Ja dat is dan zonde om te zagen en weg te gooien.

B: Ja! Dan moet je iets nieuws weer creëren daar, dat gaat je hartstikke veel tijd kosten.

Dus op die manier kijken, wat is de kracht van die plek en hoe kun je daar omheen ontwikkelen. Dat vinden wij circulair.

'Kracht plek omgeving, waarde, meerwaarde' (wordt opgeschreven).

En dan heb je nog daaromheen een aantal andere dingen... Dit zit heel erg op de plek an sich.

Wij zitten heel erg, circulair is ook 'lokale gemeenschap'.

In de circulaire economie heb je heel sterk dat je in materialen maar ook in andere dingen die toevoegen lokaal samenwerkt en dingen voor elkaar krijgt. Dus ik zou ook kijken bij circulaire herontwikkeling: "Hoe helpt mijn herontwikkeling de lokale gemeenschap die er is, of in de gebieden eromheen? Wat kan ik daarvoor betekenen?"

J: En bedoel je dat dan in zowel economische als sociale zin? Zoals ik zoek een ondernemer/aannemer die mij kan helpen hierin. En dat de plek zelf een functionaliteit biedt voor het gebied waar anderen ook gebruik van zouden kunnen maken.

B: Ja! Of wat zij zelf missen. Sociaal en economisch.

En dat kan natuurlijk niet bij elke herontwikkeling van een gebouw hè. Want ik bedoel als jij een gesloten organisatie bent, dan heb je dat niet aan de ene kant.

- intermezzo -

B: Nee dan kan dat op zich niet, maar dan nog kies je er wel voor om ergens te zitten. In die zin is het dan interessant van "Waarom kies je voor die plek?" En, als je kiest omdat die plek iets aan jou geeft, wat geef je dan terug aan die plek? Dat is wel een beetje softerig hoor.

'Openbare ruimte', die kan daar ook heel erg aan gekoppeld zijn he.

Als je een plek hebt, heb je daar ruimte om heen en hoe versterkt dat? Of hoe vergroent dat?

Vergroenen is ook wel een onderdeel van circulair.

J: Om met die openbare ruimte aan de slag te gaan. Heb je dan nog bepaalde connecties nodig met de lokale overheid? Of ...

B: Nou dan heb je het heel sterk over de openbare ruimte zoals bijvoorbeeld de weg.

Als je daar iets mee wilt, moet je altijd met de gemeente aan de slag. Maar bijvoorbeeld dit, is geen openbare ruimte. Het is eigenlijk ons gebied, maar noem het 'buitenruimte' gewoon. Dus als je gaat herontwikkelen en er is buitenruimte bij, in de circulaire herontwikkeling, is dat een heel belangrijk onderdeel van de herontwikkeling. Niet alleen de gebouwen, maar ook de omgeving eromheen. En hoe maak je die alleen niet, die koppeling met je gebouw, maar ook met de openbare weg zoals de weg en noem maar op. Wat is er nodig in zo'n gebied? En wat doe je er dan mee? Je kan het bijvoorbeeld helemaal vol leggen met stenen en dat het niet ... maar dat het lekker makkelijk te beheren is. Maar in een circulair gebied is dat een integrale opgave eigenlijk.

Waar vergroenen ook een heel belangrijk onderdeel is, want dan ga je naar de klimaat adaptiviteit van je binnen- en buitenruimtes.

En daarmee kun je weer iets teruggeven hier aan (lange pijl). Als je daar een keuze in maakt: "Hoe ga ik om met mijn buitenruimte" dan kan je al iets teruggeven aan de lokale gemeenschap, hoe gesloten je ook bent.

En dan heb je nog hele andere dingen zaken van: 'lange termijn investering in de omgeving' 'hoe ga je om met afval?' 'shared facilities'. Dit is meer community building.

En dat zijn dan meer de facilitaire dingen, hardere dingen. Hoe richt je dat in? En maak je daarin iets wat geen schade toebedeelt aan de omgeving? Of waarin je dingen deelt. En dit zijn de wat zachtere elementen, de 'community'.

Dus eigenlijk vind ik de term gebouw te eng voor een herontwikkeling. Ik vind altijd, wat is de plek in het gebied?

Circulair gaat eigenlijk gewoon over waarde toevoegen, anders dan economisch.

J: En kan je dit in je eentje?

B: Nee nooit. Daar heb je altijd een groep voor nodig en eigenlijk een keten 18:08

En daar moet je eigenlijk - dat is iets wat Charlotte en ik heel erg hebben gedaan - je moet investeren in je omgeving. In de bedrijven eromheen, de mensen eromheen. In wat die interessant vinden in de mensen die in jouw gebouw gaan zitten. Heel interessante - wij werken samen met EWU hè, en het is wel een grote speler hier, maar het is wel een traditionele ontwikkelaar. Ze gaan nu dit pand ontwikkelen en als eerste nodigen ze een architect uit, een ontwerper uit.

Die staat hier nog niet he. Die staat bij mij hier ergens achter (achter het circulaire benodigde voor herontwikkelen). En dán ga je ontwerpen. Maar eigenlijk moet je dit eerst voor jezelf duidelijk hebben. En dán kan je tegen een architect zeggen van: "Ga maar een ontwerp maken".

J: Ja dit komt uit meerdere gesprekken naar voren. Dat de ambities heel goed zijn, maar dat de aanpak dan nog traditioneel is en dat dat daardoor eigenlijk niet aansluit op wat je wilt gaan bereiken.

B: Ja, ja. En dat heeft bijvoorbeeld deze, die is op zich nog vrij vroeg aangehaakt, dus wij hebben echt met de opdrachtgever, bouwer en de architect in het beginstadium aan tafel gezeten. Maar dan was wel interessant, aan de ene kant zijn ze aangehaakt, maar aan de andere kant denderen ze ook door in hun oude proces. Dan merk je in één keer: "Hey, ze zijn al met bouwafspraken bezig."

Dus je kan het zéker nooit alleen! Je hebt hierin de keten nodig. En dat er ketenen ontstaan in de gebouw ontwikkeling, maar ook in de - hoe zeg je dat - in je belanghebbende die hier allemaal (omgevingswaarden) mee te maken hebben.

J: Uit nieuwsgierigheid. Het Hof is zo gebouwd, dat het ook weer gemakkelijk uit elkaar gehaald kan worden. Maar van wie zijn de materialen op dit moment?

B: Van ons (Het Hof), allemaal van ons. Dat is echt .. We hebben daar eventjes over nagedacht (dus utility contract), maar wij merkten zelf eigenlijk al dat in dit bouwen. Wij zijn natuurlijk best wel ver gegaan in het hergebruik van materiaal, dat was eigenlijk al een hele grote ambitie; een grote stap. Dat daarnaast het eigendom ook nog bij een ander, dat te veel grote ambities waren. We zijn nu bijvoorbeeld met een buildsysteem bezig, die komen hier - dit zijn jongens die echt hun eigen bouwsysteem hebben - en flexibel bouwsysteem voor de toekomst, die willen het ook hier etaleren, die willen hier ook een werkruimte in. Daar hebben we wel die gesprekken mee. Daar zeggen we okay dit is dan van jullie, wij maken er gebruik van; of wij kopen dit 'plaatje' van jullie, maar ook zelfs zij - terwijl ze dat heel graag willen - de financiële constructies die zijn er ook nog niet op ingericht.

J: Dat was ook nog een vraag, je zegt: "Het is een te grote ambitie" Is het dan het zoeken van de juiste persoon daarvoor al heel veel werk en dan misschien nóg meer werk omdat er nog niet echt standaarden zijn qua modellen.

B: Ja, dus dat was hier al niet voor (Het Hof). Dus daar moesten we al pionieren met de constructeur, met de bouwer, met de gemeente met vergunningen. En, maar dat konden we met een vrij traditionele financiële constructie. Als we dan ook nog zo'n lease optie gebruikt hadden, dan was die financiële constructie niet doorgegaan. Dat is te veel, teveel nieuws.

Die hebben we dus wel op bepaalde andere dingen, al onze facilities. Op de koffie, op de vaatwasmachine, dat zijn allemaal lease concepten. Dat zijn wat makkelijkere zaken.

J: Een heel positief verhaal. Zijn er nog dingen die dit tegenhouden.

Externe: Alles en iedereen.

B: Hahaha. Ja je moet wel een bord voor je kop hebben, wil je dit voor elkaar kunnen krijgen. Weet je wat het is. Als je bij ons kijkt, wij hebben dit zelf neergezet. 22:31

Intermezzo

22:38 Dit hebben wij neergezet en heel positief klinkt het allemaal en is het eigenlijk ook wel. Het is wel investeren in betreft wat er nu zit, in wat ze willen, in de omgeving eromheen, in wat er speelt allemaal. Nou dat kost mij, ons, geen moeite omdat we het ook leuk vinden om te doen. Maar als je het hebt over circulaire herontwikkeling van gebouwen, dit is zó anders dan, van wat we net al zeiden, hoe de systemen zijn ingericht... Daar zit de grootste bottlenecks. En dat heeft volgens mij niet eens te maken met ... Het is volgens mij meer een gedragsverandering, van wat je gewend bent, dan dat het echt hele grote belemmeringen oplevert.

Dat is mijn overtuiging daarin. Kijk als je hier al kijkt, met de gemeente bijvoorbeeld. Ja die heeft ons best wel op circulair ... Ik kan best wel zeiken op de gemeente, maar op circulair gebied hebben ze best wel gewoon meegedaan en staan ze open voor het experiment.

J: Hoe is de kennis bij de gemeente? Is het meer van 'jullie weten het wel en leiden ons de goede kant op'?

B: Ja en dat is hetzelfde wel in het project ook hoor. Ik merk dat de kennis, ook in het project zelf, op circulair heel minimaal is. Dus dan is het eigenlijk wat wij 'doen of roepen' maar circulair (dat wordt aangenomen) en bij de gemeente is dat ook wel minimaal.

Maar we hebben wel met de gemeente, vooral met vergunningen, echt met iedereen - met constructeur, welstand - echt om tafel gezeten. En hen verteld: "Dit zijn de kaders, zo gaan we aan de slag." En dan zeggen ze ... Dan hebben zo daarvoor die ruimte gegeven. Dus dat is wel ... Ik denk zelf dus ook als je alleen hierop zit dat je dan misschien een probleem hebt (alleen gebouw). Maar als DIT (hele omgeving herontwikkelen, meerwaarde creëren), ja dan moet de gemeente wel van goeden huize komen om te zeggen: "Daarover gaan wij niet in gesprek met elkaar." Want je zegt eigenlijk als ontwikkelaar dan: "Ik wil waarde toevoegen in dit gebied." Dat is heel anders dat je zegt "Ik wil mijn gebouw ontwikkelen en dat wil ik zo en zo doen."

J: En dan krijg ik (ondernemer) er zoveel mogelijk waarde er uit, omdat ik dat op die circulaire manier doe.

B: Ja! Dat is wel trouwens een interessante omdat ik gisteren bij de dag van de stad sprak (in Amersfoort). Kijk dit, dat is de allergrootste belemmering.

25:49 intermezzo einde

B: Kijk deze waarde, dat is natuurlijk ook een interessante; wat ook een beperkende factor is, deze waarde komt direct toe naar de persoon die het gebouw ontwikkelt. Deze waarde (community) niet perse.

J: Nee en dan zou je bijvoorbeeld 'free riders' kunnen hebben, of überhaupt het feit dat mensen iets gunnen aan een ander, wat tegenhoudt.

B: Ja, waarom raak je hiermee (meerwaarde creëren) aan de slag? Daar moet ook een bepaalde intrinsieke waarde, nu op dit moment, achter zitten ja. En dat is wel interessant. Gisteren had ik die workshop, en toen zei iemand van TNO: "Super interessant, want deze moet op een gegeven moment/manier ook economisch gemaakt kunnen worden." Want economisch is de enige meetbare waarde. 26:29

En ook op een bepaalde manier naar jou, degene die dit doet, toe kunnen komen. En dán, dan gaat iedereen .. dan gaat dit onderdeel (meerwaarde creëren) onderdeel uitmaken van het systeem.

Anders gaat niemand tot die tijd niet ...

Dus de grootste belemmering is eigenlijk, er hangt geen economische waarde aan van circulaire herontwikkeling.

J: Het leuke is wel, elke mindmap die gemaakt is is uniek, omdat iedereen het op zijn eigen manier doet. En ik denk dat dit de makkelijkste manier is om je geest op papier te krijgen.

B: Leuk dat je dit zegt, want dit heb ik nooit zo gehad hoor. Want toen wij er instapten ... wij kozen hier voor (materialen). Wel erg voor community natuurlijk, dat is wel heel duidelijk. En groen.

28:04 En lokale gemeenschap, dat zie je ook echt in onze waardes terug komen (bord wordt getoond). Dus dat zat wel al in ons DNA toen we dit gingen ontwerpen.

De rest, heel grappig, dat lees ik nu ook zo van: "Dat is circulair". Maar dat volgt eigenlijk een beetje automatisch. Ten minste bij ons werkt dat dan zo. Kijk als we hier al keuze op hebben gemaakt, dan ga je niet 'kut' met je afval om.

Of je gaat niet iedereen een eigen punt, eigen zus .. Automatisch doe je dat dan.

J: Maar is het automatisch deel je dat dan? Of heb je eigenlijk die anderen nodig om jouw wensen voor elkaar te krijgen?

B: Ik denk dat het gewoon een bepaalde 'mindset' is, die je al bij jezelf hebt geïntegreerd inderdaad, want zoals jij het nu zegt. Zo, dat is een soort van bewuste gedachte: "Dat doe ik omdat ik dan die integratie krijg.. Maar ik denk dat het vooral hem erin zit van je hebt bepaalde keuzes gemaakt van hoe je bepaalde dingen inricht, en dan kan je op een bepaald onderwerp niet meer traditioneel aan de slag. Dat pást gewoon niet meer bij je. Dat kan je niet aan jezelf verantwoorden.

En nog steeds hoor, die jongens bijvoorbeeld. Hebben hun eigen ruimte afgebouwd. Allemaal nieuwe materialen zijn er tegenaan gegooid. Ja en daar hebben we echt over zitten van "Shit" weet je wel. Kan dat wel, kan dat niet?

Aan de ene kant deed dat pijn, aan de andere kant zijn we allemaal wel individuen. Iedereen moet zijn eigen weg daarin kunnen vinden.

De basis hebben wij circulair neergezet, zij kiezen er voor voor extra geld een esthetische afwerking. Ja, het is ook niet dat we dan een soort van dictatuur willen doorvoeren.

Maar bijvoorbeeld de mensen, ...

34:15 Einde intermezzo

J: Dit had te maken met wie er nodig waren toch? Check linksonder op model.

B: En wij zijn dus ook in dit verhaal .. Nu zit de mastertrack van Cirkelstad, dat gaat over 'redesign'. Kijk wat wij hebben gedaan is vanuit de circulaire herontwikkeling van een gebouw - bij ons de nieuwbouw van een gebouw - hebben wij eigenlijk een soort van kader gesteld met van: We zien de hofjes voor ons, de werkruimten die eromheen zitten en dat was het. En toen zijn we een materiaalexpert erbij gaan halen, een bouwer, een architect en een constructeur. En met elkaar gezegd van: "Wij willen circulair bouwen, met dit idee in ons achterhoofd. En hoe ver gaan we daar dan in? En wat betekent dat voor de architect?" Die heeft niet gezegd: "Deze ramen moeten erin" hij geeft gezegd: "Elke binnengevel heeft 60% transparantie". En je ziet er zit wel een bepaalde L-vorm in nu. Maar dat is pas eigenlijk veel later gekomen. Eerst die 60% transparantie 35:41 - toen zijn we ramen gaan zoeken - en toen pas gekeken wat kan ik daar van maken?

De buitenkant, heeft ie wel gezegd: "Wil ik eigenlijk gewoon bijna geen transparantie. Zodat het naar de binnenkant gericht is allemaal." Dus dat zijn hele andere soorten kaders, dan dat je het normaal van te voren zou uitwerken allemaal.

En de bouwer die is heel erg op zoek gegaan naar gebruikte materialen met de architect. En de constructeur die heeft ook gekeken in wat van mijn constructie kan ik gebruikte materialen doen?

Waar kan ik minder ... Daar hebben ze met elkaar over zitten praten. Daar hadden wij niet kunnen bedenken van tevoren.

J: Nee dat kwam ook uit een ander gesprek naar voren van: "Laat mensen met elkaar dingen afspreken".

B: En als jij ook zelf bedenkt van: "Dit is circulair en zo wil ik dat jij het bouwt" Dan is de commitment van de ander om dat te doen minder. Hij vóelt hem niet.

Terwijl als iedereen een beetje mede architect is 36:41 dan heb je een gedragen (her)ontwikkeling. En is de kans op succes ook veel groter.

Helaas hebben we nog steeds lekkende goten ...

J: Dat had natuurlijk ook bij een nieuw gebouw gekund.

B: Ja dat klopt. Ik was er nogal chagrijnig van maar toen zei iemand anders: het hele Rietveld lekt aan alle kanten.

J: Goed beeld hoe jij het ziet, herontwikkeling en circulariteit plus alles wat eromheen is.

B: De koppeling trouwens naar duurzaamheid, ik weet niet wat jij duurzaam vindt hoor? Heb jij daar een definitie voor, of eigenlijk nog niet?

J: Verhaal over Brundtland rapport, SDGs etc.

Laatste 10 minuten, meer over m'n thesis dan inhoudelijk op de mindmap.

Fin.

Transcript Respondent 2

E: Wij zijn New Horizon, Urban Mining en wij geloven in .. Wij zien de stad als bron van materialen en grondstoffen. Dus wij kijken anders naar de bebouwde omgeving, dan dat je alleen maar bebouwde omgeving ziet. Wij zien in bebouwde omgeving, wij kunnen van oud beton weer beton maken. Wij kunnen van oude bakstenen, nieuwe bakstenen maken. Vandaag hebben wij de lancering van nieuwe dakbitumen. Van oude dakbitumen, kunnen we nieuwe dakbitumen maken; dat noemen we citumen. Circulaire bitumen. Met andere woorden, wij geloven in waarde behoud. Dus als we kijken naar die stad, dan willen wij eigenlijk zorgen dat zoveel als mogelijk van wat daar staat aan waarde blijft behouden. Dus wat wij in Nederland zien, is dat we te maken hebben met een vastgoedsector die opdrachtgever is voor heel veel nieuwbouw, maar tegelijkertijd is diezelfde vastgoedsector opdrachtgever voor heel veel ontmanteling, heel veel slopen. Dat woord gebruiken wij liever niet, wij slopen niet; wij oogsten. Wat wij constateren is dat die materiaalstromen, enerzijds van nieuwbouw en anderzijds van demontage elkaar nauwelijks raken. Wij zien een complete mismatch. Dat betekent dat er heel veel afval is en wat wij proberen is om zoveel mogelijk afval te voorkomen.

In dat opzicht zijn we gaan nadenken over hoe we daar een business model van kunnen maken. In 2015 zijn we opgericht en hebben wij ons eigenlijk gericht op het aannemen van nieuwe ontmantelingswerkzaamheden. Een portefeuille voor de komende jaren. Waarbij we dus eigenaar en regie hebben over heel veel materialen en grondstoffen. Dan heb je ze en dan moet je ze ook nog kwijt en moet je ook nog misschien gaan innoveren, om er misschien wat nieuws van te maken. Dus daar heb je partners voor nodig en de afgelopen 2-3 jaar hebben wij gebruikt om na die periode van ontmantelen; - dat is eigenlijk een bedrijf van wat nu staat en loopt - om partners om ons heen te verzamelen via wie wij die materialen en grondstoffen en materialen kunnen terugleveren aan de markt. Die partners hebben zich vorig jaar verenigd in het Urban Mining Collective, daar zitten 15 partners in momenteel. Met wie wij een aantal product- en systeeminnovaties hebben.

J: Wat voor partijen zijn dat dan?

E: Dat zijn partijen uit iedere geleding van de de bouwkolom. Dus dat zijn fabrikanten, groothandels, logistiek partners, aannemer, een installateur, een kennispartner; een ingenieursbureau/een instituut welke LCA's berekeningen maakt, maar ook milieukosten berekeningen. Dus dat is een collectief van partners via wie wij die producten, die materialen, weer terug kunnen leveren aan de markt. Zo werken we met de Rutte groep als partner

J: Ja, die beton innovatie

E: Samen met Rutte en Smart Liberator hebben geïnvesteerd in een techniek waarbij we uit oud beton niet gereageerd cement kunnen halen. Met dat niet gereageerde cement wat we vrijmaken, dat 'freement', maken we dan weer nieuwe betonproducten. Van oude bakstenen en glas, baksteengranulaat, maken wij weer nieuwe bakstenen. Ook in iedere kleur, met een beetje bijmengen van pigment kunnen we heel veel voor elkaar krijgen. Met Knauff, een andere partner, daar maken wij de circulaire gipswand mee. De circulaire gipswand bestaat uit een voor- en een achterkant. Wij leveren gips aan, verkregen uit Urban Mining, uit sloop, demontage. En daarmee maken wij de achterwand die niet zichtbaar is. Dus op die manier bespaar je grondstoffen en dus ook CO2. En laat je een groot deel van de waarde behouden. In dat idee werken we ook met Rexel (groothandel elektronica), als logistiek partner op het gebied van elektrotechniek. Rensa als logistiek partner op het gebied van werktuigbouwkunde. Stio, als bouwkundig partner. Wavin is aangesloten, de buizenfabrikant. Partijen als Philips, als Draka

(draad en kabels). Die zijn voornemens zich aan te sluiten bij het collectief. Dus wij hebben een heel collectief aan organisaties met wie we aan productinnovatie kunnen doen en aan systeeminnovatie.

J: En hoe ... Gaat dit dan op projectbasis? Dit is een probleem, we kijken binnen de groep wie we aan elkaar kunnen koppelen en daar rolt dan weer een nieuwe lijn uit? Wat is jullie rol daarin?

E: Wij hebben een heel productportfolio. Wij hebben meer dan 30 innovaties zoals wij dat dan noemen. Die we kunnen leveren aan de markt, verkregen uit urban mining. Dat is een nieuw vak; het oogsten van gebouwen. Zo hebben wij tot aan 2023 een hele orderportefeuille aan ontmantelingswerkzaamheden. Dus wij hebben een bepaald voorspelbaar volume van hetgeen dat er aan oogstmaterialen op ons afkomt; daar maken wij een oogstkaart van per gebouw. Bouwkundige zaken, elektro technische zaken, werktuigbouwkundige zaken, komen daar keurig op vermeld te staan. Dat communiceren wij naar de partners, wat er aan komt, zodat ze weten op welke vraag ze in kunnen gaan.

J: Zodat ze materialen driven aan de slag kunnen gaan.

E: Juist. En wij creëren vraag naar deze materialen en grondstoffen aan de bovenkant van de markt. Wij zijn in gesprek met projectontwikkelaars, met vastgoedbeleggers, om daar hen enerzijds bewust te maken van het feit dat ze een probleem hebben en anderzijds doen we dat omdat zij eigenlijk als enige de juiste vraag kunnen stellen aan de markt. Dus als ze dat op een manier doen, die aansluit op wat wij te bieden hebben dan hebben we het cirkeltje op die manier rond. Dat is eigenlijk wie we zijn en wat we doen. En iedere stap die we maken in die richting is er één en iedere stap is ook nodig. Want wat we doen is een stap in de richting van een steeds meer circulaire economie. Dat is niet ultiem, maar wij hebben het er niet alleen maar over, maar zijn ook wat er nu mogelijk is aan het toepassen.

Dus wat ik net al aangaf, wij maken ook inzichtelijk wat de schaduwkosten zijn van materialen die wij terugleveren aan de markt, ten opzichte van nieuw. Dus nieuwe materialen die worden gemaakt vanuit grondstoffen uit de aarde. Die raken op. Dat is 1. Twee, we hebben te maken met een klimaatproblematiek, dus wij zijn er alles aan gelegen om CO2 te reduceren en 3 zien wij dat opdrachtgevers, gemeenten, overheid - die een doelstelling hebben om in 2050 helemaal circulair te zijn - in heel veel aanbestedingsstukken ook de vraag stellen letterlijk aan de installateur of de aannemer: "Hoe draagt u concreet bij aan CO2 reductie op het werk?"

J: En zie je al, met betrekking tot circulariteit, dat dat ook in de tenders een extra wegingsfactor aan het worden is?

E: Zeker, dat wilde ik je gaan uitleggen. Dus op het moment dat je antwoordt, dat je je personeel laat carpoolen dan is dat wel CO2 reducerend, maar scoor je daarmee niet de punten mee die je op dat onderdeel kunt verkrijgen in de aanbesteding. Maar ga jij antwoorden dat jij materialen inzet, of grondstoffen inzet, die eigenlijk al eerder leven hebben gehad. Dus eigenlijk dat je daarmee waarde blijft behouden, dan hebben wij aantoonbaar ook een case waarbij we andere schaduwkosten laten zien, dan dat je nieuw zou inzetten. En zo helpen wij die aannemers en installateurs met het gegund krijgen van opdrachten in de markt. Dat is eigenlijk onze werkwijze. En wat je ziet is dat we helpen om daarmee de maximale aantal punten wat je op dat onderdeel kan krijgen ook gescoord te krijgen. Dus dat.

En daar hebben we ook voorbeelden van hoor, referenties, productportfolio, berekeningen die je dan bespaard, dus we kunnen alles aantoonbaar maken.

J: Daarom ben ik heel blij 09:32 Intermezzo - circulaire economie definitie > is natuurlijk breder. Laten we daarom inzoomen op de bouwsector

Begin oefening 10:38

Wat wij nodig hebben is een bepaalde continuïteit, een bepaalde toevoer, aan wat wij noemen 'oogstpanden'/sloopgebouwen.

Wij zeggen tegen onze klanten: "Wij vinden het heel goed dat jullie vraag hebben naar die circulaire materialen en begrijpen we ook. Maar als je komt halen, kom dan ook brengen." Dat is de enige manier waarop wij onze belofte aan de markt kunnen blijven waarmaken; als wij voldoende aanvoer hebben van sloopgebouwen. 'Voldoende aanvoer'

En op het moment dat we dat hebben en wij halen waarde uit die panden, wij genereren 'waardebehoud'. Dan kunnen wij de kosten voor het oogsten van die panden concurrerender maken dan onze concurrent, want die haalt er geen waarde uit. Maar wij kunnen bijvoorbeeld van oud beton weer beton maken. Dus wij kunnen dat weer verkopen. Wij kunnen van oud gips, weer nieuwe gipsplaten maken. Wij kunnen van die oude bakstenen, nieuwe bakstenen maken. Dus hoe meer waarde wij genereren aan die verkoopkant, hoe scherper wij die aanbidding kunnen maken voor demonteren. Waardoor we eigenlijk ons in staat stellen alles, wat de markt aan slooppogaven heeft, naar ons toe te trekken. Dat is ons businessmodel.

Dus wat wij nodig hebben is ook waarde genereren, dus nu hebben we 30 innovaties. Maar we willen naar misschien wel 50 innovaties.

Wat wij nodig hebben ook is om systeemverandering door te kunnen voeren. En systeemverandering, om een voorbeeld te geven, wij doen nu mee aan een ontwerpsestijn op het Campina terrein. Want dat wordt helemaal gesloopt en herontwikkeld. Wij mogen de ontmanteling doen. En we zijn nu met BPD, dat is een ontwikkelaar, en een architect uit Eindhoven .. Er zijn nu ongeveer zo'n 50 architecten en ontwerpers aan de gang om met de oogstkaart, van dat terrein, weer te gaan ontwerpen.

Dus wij gaan eigenlijk anders ontwerpen, lees: circulair ontwerpen.

Wij jureren daarin mee, want dat is ook voor ons nieuw.

Dus als je zegt, wat heb je daar voor nodig? (circulair herontwikkelen) Dan heb je een andere manier in dat hele bouwproces nodig om op deze manier gebruikte materialen en grondstoffen een plaats te geven in het ontwerp.

J: Want wordt daarbij ook weer gekeken naar de volgende levensfase?

E: Tuurlijk! Waardebehoud is waardebehoud, want anders is het uitstel.

Alleen je moet je realiseren dat wij in het verleden natuurlijk nooit hebben gebouwd om terug te nemen. Dus dat is nieuw. Met die beperking worden we ook geconfronteerd. Maar we hoeven ook niet alles te bouwen met gebruikte materialen; dat kan ook niet. Maar we kunnen wel gaan bouwen met herbruikbare materialen. Dus als je dan kijkt naar bio-based oplossingen. Als je dan kijkt naar een standaardisatie in maatvoering, dat je weer terug kunt nemen en toepassen. Dat zijn allerlei manieren om waardebehoud te genereren.

Want wat ik zeg, als wij gebruikte materialen inzetten is dat niet ultiem. Maar het is beter dan dat het nu op de sloophopen komen en de verbrandingsoven ingaan.

J: En daarin, in de standaardisatie van maten. Zou de overheid daar ook een rol in kunnen spelen door dat te gaan verplichten? Of gebeurt dat al binnen de markt al standaard?

E: Zeker (als antwoord op overheidsrol). Daar gebeurt nog niet zo heel veel in he. Want de overheid heeft zich alleen ten doel gesteld om in 2050 circulair te zijn. Afgeleide doelstellingen 2030 50% minder hoogwaardige grondstof 2023 alle kantoorgebouwen naar energielabel C. En, anderzijds zien we eigenlijk pas sinds de aantreding van het laatste kabinet dat we voor het eerst in de historie te maken hebben met een minister van klimaat. Die daar nog helemaal nog geen ruimte voor heeft, geen middelen daar tegenover stelt. We staan nog maar aan het begin hè. We hebben enerzijds een circulaire ambitie, anderzijds staan de huidige wet en regelgeving ons compleet in de weg om die ambitie te realiseren. Dus wat wij ook doen is wij zijn een samenwerking aangegaan met de universiteiten van Delft, Leiden en van Rotterdam, om wetenschappelijk te weerleggen waar wij tegenaan lopen. Om versneld wet en regelgeving te veranderen. Dus dat is wel wat we proberen. Dus als je zegt: "Oogstpanden hebben wij nodig." Wij willen waardebehoud genereren, dus we willen 'doorontwikkelen' met die innovaties en systeemverandering. En uiteindelijk wat we willen is impact maken met circulaire economie. En impact maken op schaalbaar maken. Want nu doen we het nog op kleine schaal, maar deze innovaties willen we echt booming laten worden. We hebben een kennisvoorsprong, we hebben in alle opzichten een voorsprong en die willen we wel behouden. Dat kan alleen maar door op te gaan schalen. Is dit wat je wilt horen?

J: Ja. Er is natuurlijk meer gezegd dan wat er nu op papier staat. Dit is zeker wel een beetje wat ik verwachtte en dat kan ik verder uitwerken.

J: Wat ontbreekt er nog?

E: Wet- en regelgeving ontbreekt. Subsidiering ontbreekt.

J: En waarom zou dat nodig zijn dan? Want je zegt net, we zijn concurrerender dan...

E: Ja wij kunnen het op eigen kracht doen om het opschaalbaar te maken. Zou kunnen, weet ik niet zeker. ..

Het bewustzijn moet groeien. De kennis rondom het thema is zeer divers; dat zit nog niet op 1 niveau.

De manier waarop wordt uitgevraagd, daar zien we nog heel veel onwetendheid. Wél ambitie! maar nog wel een heleboel onwetendheid. Om een voorbeeld te geven, de gemeente Leeuwarden wilde een school zo veel mogelijk circulair bouwen. En die gaf de aannemer en installateur al kant en klare tekeningen mee, waar volgens lineair altijd werd gewerkt en gedacht.

Een aannemer en installateur zijn altijd heel gedienschtig, dus die gaan een opdrachtgever niet tegenspreken. Waardoor je dus ruis op de lijn krijgt.

Dus wat ontbreekt is dat je ook nog die opdrachtgever moet opvoeden in hoe die de juiste vragen stelt aan de markt.

Er is ook nog geen CO2 tax. Een CO2 tax zou misschien helpen om zoveel als mogelijk een zo laag als mogelijk CO2 uitstoot aan te moedigen. Terwijl CO2 al wel uitgedrukt kan worden in een eurowaarde per ton. En dat is dan weer gerelateerd aan die milieukostenindicator, die schaduwkosten per product.

Een nieuw verdienmodel ontbreekt nog, want wil je dit draaiende krijgen dan verdienen we nu aan de productie. Lineaire economie is productie, productie, productie. En afval? Dan moeten we kijken naar de waarde van dat afval. Dus als je een ander verdienmodel kan krijgen waarbij je misschien eigenaar blijft als fabrikant van de materialen en grondstoffen en alleen betaald krijgt voor het functioneel ter beschikking stellen daarvan, kijk naar een Uber, Netflix, Philips - light as a service. Product as a service, misschien building as a service? Dan ontstaat daar ook een hele andere

dynamiek. Maar dan moet je iedere geledering in de bouwkolom meekrijgen want iedere verdienmodel is gebaseerd momenteel op een lineair denk- en werkproces. Dus wat ontbreekt nog? Een goed werkend nieuw circulair economisch verdienmodel.

Als het op papier staat en je hebt nog een vraag, neem contact op.

Transcript Respondent 3

J: Kun je een map maken van jouw rol binnen het project.

E: Ik denk dat het belangrijkste is, dat ik de projectleider ben vanuit de HU.

USI leidt het hele project en ik ben dan verantwoordelijk voor wat de HU doet binnen het project.

Wij doen 2 dingen, wij doen onderzoek en onderwijs. Dat zijn twee dingen die we doen en bij dat onderwijs ... we willen eigenlijk kennis inbrengen, maar ook wel vergaren juist. "Wat gebeurt er nou op het gebied van circulariteit? Hoe gaat dat? Hoe maak je een circulair gebouw?" Dat is dat onderzoeksaspect. En een circulair gebied, dat kan een gebouw zijn of een gebied; en hoe gaat dat dan in zijn werk? Daar zijn wij benieuwd naar en dat is dan ook kennis die wij nog niet hebben.

J: Als ik denk hieraan, er is al best wat bekend mbt circulariteit, is het dan meer echt de praktische toepassing?

E: Eigenlijk de praktische toepassing ja. Bedrijven weten eigenlijk niet hoe ze een circulair gebouw moeten bouwen. "Hoe gaat dat nou, als je dat doet?" Want je kunt namelijk niet de producent opbellen en zeggen: "Ik wil dit circulair hebben" want het is er niet.

Dus als je dat in de praktijk wilt doen, hoe gaat dat dan? En wat betekent dat dan als dat gebeurt?

Betekent dat iets voor het gebied, of de mensen die daar actief zijn?

De slag naar de praktijk. En dat past ook binnen ons ... wij doen ook niet over niets praktijk gericht onderzoek.

Kijk theoretisch kun je zeggen: "Circulariteit, dat is op zich vrij makkelijk uit te werken en toe te passen." Maar wij zijn vooral benieuwd dat als mensen dat doen, waar lopen ze tegenaan?

En aan de andere kant dat willen we weten omdat we daar onze studenten over willen vertellen, want dit gebeurt nu. En dan heb je dus ook die kennis nodig om te weten 'wat is de gang van zaken' en kunnen we daarmee bij een bedrijf waar we gaan werken een voordeel mee doen? Dus dan willen we die ... dus dat is het doel om dat in het onderwijs het onderwerp beter te kunnen bespreken. Dus eigenlijk over 'circulariteit'. En we betrekken ook het onderwijs deels soms omdat we onderzoek te doen. We willen ze natuurlijk iets vertellen over de stand van zaken, maar ook: "Als je dat zelf doet, hoe is dat dan?" En dat kunnen wij weer benutten (die uitkomsten); en dat is de samenhang.

Je zou kunnen zeggen, onderzoek doen misschien?

En ik ben ervoor verantwoordelijk dat beiden gebeuren, dus in het project moeten we dit ook laten zien. En in het onderzoek hebben we drie lijnen. Dat zijn 5.1, 5.2 en 5.3; dat zijn ontwerp-vraagstukken, vraagstukken rondom de circular hub en vraagstukken rondom evaluatie.

En in het onderwijs dat zit met namen op 5.1 en 5.2, omdat we niet van tevoren hebben bedacht:

"Die evaluatie, daar geven we les over, maar het kan soms wel input zijn voor de evaluatie." Dat is meer vanuit een vak, daar zijn ze bezig, met de circular hub als het gaat om materialen; die gaan erin die gaan eruit. Dat is het thema wat we daar aan ophangen. En eigenlijk kwat ik doe is het nagaan van welke onderzoeksvragen Nouja, wat kunnen we eigenlijk leren van wat daar gebeurt? *Schrijft dit op*

En hoe kunnen we studenten - *schrijft kennis voor onderwijs op - het project zichtbaar maken.*

We willen ook laten zien dat dit gebeurt.

J: En is dat dan aan alle studenten of aan een specifiek groepje?

E: Niet aan alle studenten van de HU, perse. Dus we beginnen klein, maar het doel is wel dat we in bepaalde cursussen, of opleidingen, dat het dan in een cursus zit. Zodat iedereen daarvan weet. maar het begint altijd klein met ons. Zo heb je nu bijvoorbeeld een paar groepjes die zijn met het project bezig. Die komen ermee in aanraking, anderen niet.

En dit doe ik dus met andere onderzoekers en docenten, dus niet allemaal alleen.

J: Nee inderdaad, daar zag ik gisteren twee van.

E: Iedereen is onderzoeker/docent. Deze constructie is er omdat we niet zozeer onderzoek doen om 'iets nieuws te ontdekken wat er nog niet is', maar om te ondervinden van 'hoe is het in de

praktijk?' om dat dan ook in het onderwijs terug te kunnen laten komen/ En soms ontdek je dan ook iets nieuws.

Rol duidelijk, warmgedraaid voor het maken van de CE map.

E: [13:04](#) Ik denk dat je moet weten 'wat er al is'; dus je moet goed weten 'wat zit er in die gebouwen?'

Ik denk dat het ook ... welke materialen zijn beschikbaar in de buurt, regio, Nederland?

Eigenlijk heb je twee elijnen. Uit sloop en uit nieuw. Je moet inzicht hebben, als je uit tweedehands materialen iets maakt, dan moet je weten waar zijn die dan? Dus dan heb je ook een soort van databank nodig, maar misschien voor dat nieuwe ook wel?

Je moet ook weten, 'welke materialen zijn circulair'? Dus daar heb je ook een bepaalde databank voor nodig. Stel je hebt een wc nodig, dat je dan niet alle wc makers hoeft te bellen met de vraag: "hebben jullie een circulaire wc?" Wat dan wordt het echt wel heel lastig en veel werk.

Je moet inzicht hebben in de toeleveranciers van de bouw; ook bij nieuw.

Inventarisaties maken van wat er al is; én wat moet je dan nog verder hebben? Maar dat is ook wel logisch. Dit is ook natuurlijk bij herontwikkelen, daar wil je als je iets sloopt dat het wel een tweede leven krijgt. Volgens mij hier ook ergens creativiteit. Stel nou dat je een bepaald materiaal hebt, wat ga je daar dan mee doen?

J: Ja zodat je weet welke mogelijkheden er zijn..

E: Dit gebeurt eigenlijk nog niet zoveel. En je hebt kennis nodig over de materialen, in het algemeen, ook bij nieuwe materialen. Dus wanneer is een materiaal nu eigenlijk circulair? Want je kunt natuurlijk een laptop modulair opbouwen, maar voor welke legering aluminium kies je dan? Welke is het beste op te smelten, of waarmee kun je nog wat? En hoe leg je ook vast dat hte die legering is? Want ze gooien het allemaal op één hoop en dan heb je wel aluminium, maar dan kunnen ze die kwaliteit niet meer onderscheiden.

Ik denk dat je toch best wel veel, dus dat die kennis wel een belangrijke is, maar goed tegelijkertijd heb je ook wel een soort van durf of ondernemerschap nodig om het te doen. Dus dat zit een beetje in het begrip als visie ofzo in, misschien ondernemerschap. [16:26](#)

Je kunt ook niet helemaal wachten tot je dit helemaal weet. Je moet wel ergens beginnen. Dus dat is helemaal aan de andere kant van het verhaal ..

J: En als je dan kijkt naar wie het moet gaan doen? Of waar het vandaan moet komen? Wat voor spelers heb je dan nodig?

E: Dit zou je kunnen afdwingen als overheid .. Bedoel je dat?

J: Het is gewoon een vraag, zijn er partijen nodig? Of kan je het in je eentje?

E: Het zouden de partijen moeten zijn die daar zitten, of willen zitten.

J: In het Werkspoorkwartier?

E: Ja, of de gebouweigenaren. ... Ja de gemeente is ook een belangrijke speler, die kan wel zeggen: "We willen dit." Die kan randvoorwaarden stellen.

Miscshien in samenspraak met de huurder.

Maar ik weet niet zeker of dat zo is, maar in principe heb je deze - de eigenaar van het gebouw of de grond (heb je nodig). (Over afdwingen) Je mag alleen iets bouwen als het circulair is.

Dan is natuurlijk het volgende dat je moet weten: "Wat is circulair?"

J: Herhaling van wat ik zie staan.

Het is erg belangrijk dat je weet welke materialen er zijn.

E: Ja dan zeg ik je hebt dus veel kennis nodig over de materialen en dan moet je soms dus ook op zoek naar nieuwe oplossingen.

Dit gedeelte is meer: "Wie zorgt er voor dat het ook echt gebeurt?"

De vraag hierachter is natuurlijk: "Wat is circulaire herontwikkeling?"

J: En daar zou dan jullie als kennisinstelling in kunnen helpen.

E: Wij zouden kunnen zeggen: "Dit is de definitie die gebruikelijk is." Maar ene opdrachtgever moet die dan wél gaan gebruiken.

En misschien moet het dan ook niet te vaag zijn, van 'circulair is als het daarna nog een keer gebruikt kan worden', maar dat is ook niet zomaar helemaal sluitend te maken.

J: Nee, iets ik denk ik juist heel snel circulair, omdat je al die verschillende opties hebt - van repurpose tot regenerate, waar je het gewoon verbrand en je zegt: "We hebben energie opgewekt, het is circulair, want het valt in het rijtje.."

E: Ja, iemand moet daar een besluit over nemen. Ik kan wel zeggen: "Kijk als je naar die R en kijkt, dan moet het altijd de beste optie zijn en pas dan is het circulair."

De volgorde die het hoogst mogelijk ligt. Anders is het niet circulair.

Maar dat is wel best uitdagend denk ik, maar dat zou het meest in de buurt komen denk ik. Maar dan heb je die kennis ook nodig. Anders kun je dat bepalen, dus dat zijn allemaal voorwaarden.

J: Ik zit nu te denken van: "Wat ik nu zelf verwacht had voor model eruit ging komen" Wat ik mij heel erg afvraag is, of vereisten het goede woord is. Misschien dat benodigdheden uitnodigender is om meer op te schrijven?

E: maar misschien is het in je eentje best wel lastig om heel veel dingen op te schrijven hoor.

J: Dat was een ander idee, van moet ik mee gaan helpen/schrijven?

E: Dat zou ik niet doen, dan vul je het te veel in.

Misschien komt er niet zoveel en ik zit te dneken dat het misschien een wisselwerking is. Dus je begint eigenlijk met iemand die durft. En dan creer je ook meer kennis. En dán ga je door, via een iteratief model. En dan moet er weer een nieuw iemand durven, of de volgende stap durven te zetten.

Ik denk wel dat je ergens hier moet beginnen. Van 'we moeten het eerst maar eens neerzetten'. Dan komt die kennis en kunnen we het ook beter doen.

J: Dat denk ik ook, dat het iets is - het is nog heel erg nieuw en onbekend dus het moet allemaal een beetje uitgevonden worden, maar ook geïntroduceerd worden bij de overheden, zodat ze dat ondersteunen.

E: En in die tussenstap is het vastleggen wel heel belangrijk.

J: het vastleggen van wat?

E: Nou, van wat gebeurt hier nu? Zodat je die kennis ook kunt versterken.

En ik denk dat het een randvoorwaarde is om een soort van 'open data'/'open source' te hebben. Dat wordt wel natuurlijk lastiger.

Ja ik denk dat wel nodig is, dat het wel open is.

J: Benodig je dan puur en alleen de beschikbare materialen?

E: Nou, de kennis over materialen. Over wanneer is het circulair? Dat die ook voor bedrijven te vinden is. En dat ze ook mee kunnen in die circulaire economie.

Net zo als je kunt vinden wat de 'commodity price is voor staal' of voor dit soort grondstoffen. Zou je ook dit soort dingen moeten kunnen vinden.

E: Maar als je dit met een aantal mensen doet, heb je best veel denk ik.

J: Het is meer ik wil per persoon er zoveel mogelijk uit halen, want iedereen heeft wel zijn eigen idee ... Ik had zoiets van: 'Het zijn maar 8 velletjes' dus daarin had ik iets meer verwacht. Ik weet alleen niet, waar dat vandaan kan komen (die wens) of hoe ik dat kan stimuleren (meer schrijven) - of misschien heb ik wel verkeerde verwachtingen.

E: Ik ben wel de hele tijd bezig, dus misschien werk ik niet hard genoeg, maar dat is het niet. Dus dit is ook wel een beetje de (te verwachten) output in dat tijdspanne. Misschien kun je het opsplitsen in een paar vragen. En op die manier steeds meer, dat het dan groeit.

Transcript Respondent 4

G: Nou, dit ben ik. (midden) Project coordinator, EWU - Erfgoed Werkspoor Utrecht. Dat is mijn opdrachtgever. Die is eigenaar van WSKathedraal, WSFabriek, WSCafé, mede investeerder in het Hof.

J: Is dat Bob?

G: Ja, ik ben zijn rechterhand. Dus dat is niet nodig, want ik vertegenwoordig hem.

G: En ook Central Studios - zet dit bij de map.

G: Dit zijn alle ontwikkelingen waar EWU mee bezig is. En mijn rol is dus om die ontwikkelingen op elkaar af te stemmen. Ja, je hebt altijd een conceptfase - o ja, de architecten (plakt verschillende architecten bij het model). - wordt samengevat als 'de ontwerp-tak').

G: Dus ja, in dit hele veld beweeg ik mij.

J: Je probeert dit dus allemaal op elkaar af te stemmen?

G: Ja, nou ja .. en opdrachten uit te zetten. En te zorgen dat, ja goed naar het gebied toe hè. De relaties meer informeel. - Kijk naar onze eigen ontwikkelingen zit ik natuurlijk zelf vaak in een gedelegeerde opdrachtrol, dus namens de eigenaar. Naar de ontwikkelingen is het meer netwerk, ja netwerkachtige rol. Want dat zijn niet ontwikkelingen die wij zelf kunnen beïnvloeden, maar omdat wij veel ontwikkelingen in het gebied hebben zijn wij natuurlijk een belangrijke partij in het gebied. Zit ik met de gemeente aan tafel voor onze eigen ontwikkelingen, voor vergunningen, maar ook - dit is dan meer; dit hoort formeel bij mijn rol (ZOEK in model wat ze aanwijst!)- en dit is meer het netwerkoeverleg, van: "Hoe gaat het gebied zich verder ontwikkelen? Hoe gaat het gebied zich verder positioneren?"

EFRO, ben ik vergeten; de EFRO partners (voegt toe aan model).

Dus dat is meer dat je als partijen de koppen bij elkaar steekt om de som meer te laten zijn dan de afzonderlijke delen. En natuurlijk omdat het Hof circulair aan het onwikkelt, en omdat wij met EFRO te zijn, worden wij natuurlijk ook meer gestimuleerd om meer over ... **ja kijk punt 1 van het circulair is dat we niet slopen, maar hergebruiken. Al die panden die hier staan, ja dat zijn bestaande panden waarbij we herontwikkelingen**, ook dat paviljoen.

Dat moet wel nog in elkaar gezet worden. Dat is een oud paviljoen van de 'wereldtentoonstellingen'. Het Hollandpaviljoen van de wereldtentoonstelling. Dat is gewoon een glazen kas. Maar, ja dus dat is niet iets wat we dan nieuw gekocht hebben, maar na die wereldtentoonstelling opgekocht hebben. Want anders zou het gewoon ergens weggedaan of vernietigd worden. En daar gaan we een restaurant in maken. Het Werkspoor Café (restaurantje waar de Leckere in zit). Dit is het proeflokaal, van de Leckere. Maar de brouwerij van de Leckere komt in de WSFabriek.

Hun café staat alvast, maar zo direct dan komt het bier van daar. **Dus dat scheelt weer heel veel transportbeweging.**

Maar dat is ook gebouwd (Café) rondom het oude stalen frame van de spuiterij van het Werkspoor. Dus eigenlijk alle panden waar we mee bezig zijn is allemaal herontwikkeling.

J: Ja het geraamte stond er al en dan wordt dat weer ingekleed.

G: Ja. En nou ja goed. Dan ga je dat ontwikkelen. Dan moet je met ontwerpers kijken wat kun je er van maken? Dan moet je met huurders kijken, van wat willen ze? Wat voor ruimte wordt er gezocht? Nou de de bestemming van dit gebied is creatief en maken. Dus ja, bij de WSFabriek zie je echt dat de benedenkant meer echt op maken gericht is. En de bovenkant meer creatieve studioruimtes; met Sustainer Homes. Die dan, een soort van eigen onderaannemer in het Werkspoorproject zijn. Nou als dat klaar is dan moet dat ook beheerd worden en geëxploiteerd. Dus ja, voor de hal hier (WSKathedraal) hebben we een event organisatie dat is Werkspoor Kathedraal BV. Nou daar heb ik, ik zit bij hen op het kantoor als ik daar ben. En, daar heb ik een afstemmingsrelatie mee. Ook in het kader van het gebied. We communiceren van wat er in het gebied gebeurt. Vanuit de Werkspoor Kathedraal BV kijken we ook van in principe hoeveel commerciële events gewoon om de investeringen terug te verdienen. Maar we doen ook een aantal waardoor het gebouw voor het publiek vaker wordt opengetrokken zoals het Werkspoor Festival, zoals culturele initiatieven die daar dan goedkoper een plek krijg. Dus we willen ook dat het gebouw niet altijd een 'gesloten bastion' is. maar, we hebben laatst hier een opera gehad. Dan moet je wel een kaartje kopen natuurlijk, maar dat kan wel in het algemeen. Of soms zijn er beurzen, die publiek toegankelijk zijn; of een rommelmarkt. Dus vanuit programmatisch oogpunt kijk je wel van ...

J: Om echt mensen hier naartoe te trekken, of om te laten zien van 'dit gebeurt er' en dit is er ook.

G: Ja, ja en daarmee leg je ook weer een link met de omgeving, met de omliggende wijken. Dus ja het sociale aspect van circulair dat zit eigenlijk ook wel in de Werkspoor Fabriek. Er komt straks ook een museum van Zuilen te zitten. Dat zegt het al dat is een wijkmuseum. Daarmee is het gebouw ook publiek toegankelijk. Plus dat er horeca in komt bij de entree. En plus dat er ook bijeenkomsten gaan plaatsvinden. Dus ja op die manier zorg je dat die gebouwen geen gesloten bastions zijn, maar dat ze ook publiek toegankelijk zijn. Dus ja, met al die partijen moet ik praten, aan tafel zitten, zorgen dat dingen op elkaar afgestemd worden.

J: Okay, duidelijk. De spin in web.

G: Ja.

GEEN UUUUHM MEER ZEGGEN.

Introductie 2e opdracht.

J: Nu zou ik graag willen dat je dit nog een keer doet, maar dan rondom de volgende vraag: "Wat zijn de vereisten voor een circulaire (her)ontwikkeling van de gebouwen hier in het Werkspoorkwartier?"

Dat is de vraag en wat heb je hiervoor nodig? Dus dan zou ik graag willen dat je daar jouw idee van maakt. Van dit zijn de vereisten. Bijvoorbeeld: "Er is een doel nodig, er zijn bepaalde middelen nodig, of spelers?"
Eigenlijk net zo als dat ...

G: Jaaaa, maar ja, goed dat vind ik wel een lastigere ... dat zou ik dan graag op één gebouw mogen focussen? De Werkspoorfabriek, mag ik dat gebouw kiezen?

J: Ja dat is ook goed.

G: Ja kijk, wat is er nodig? en wat is er mogelijk?

J: Ja, er zullen altijd contextuelen factoren zijn die dingen wel en niet mogelijk maken. Dus laat dat gerust terug komen als je dat tegenkomt in jouw model.

16:55

Sidenote:

Interpretatie van de vraag blijft lastig punt. Hier lijkt het dus mis te zijn gegaan, doordat de vraag heel specifiek voor het WSK is.

Ik was niet adrem genoeg om hier direct op in te spelen.

Het is lastig de stap tussen theorie en praktijk te zetten. In de theorie zeg ik heel expliciet 'bouwen van een circulaire economie'. Het bouwen van een circulaire economie is niet de doelstelling van het Werkspoorkwartier; dat is te groot. Hier is het puur gericht op herontwikkeling van het gebied, zodat dit een impuls krijgt. En dit moet dan gebeuren op een circulaire manier, of met respect voor het circulaire gedachtegoed.

Vanuit de theorie moet ik héél secuur gaan kijken, of ze nou meer duurzaam willen zijn of écht circulair.

G: Als je kijkt vanuit circulaire principes herontwikkelen. Nou ja, reuse; het hergebruik van materialen. Hier heb ik dan opgeschreven wat er is gebeurd (linkerkant model), maar bij de materialen zie je dat een groot deel nieuw is. Een deel dus nieuw, maar wel duurzaam en remontabel (*had moeten vragen hoe ze 'weten' dat het duurzaam is. Kan nog steeds.*) en een deel wel hergebruikte materialen, maar dat zit vooral in de inrichting.

De tafels waar wij aan zaten waren hier een voorbeeld van.

G: Kijk het is nog niet helemaal 100%

J: Nee, ze hebben hun best gedaan in ieder geval en dan op momenten waar het niet kan

G: Nou ja, je kijkt wel vanuit duurzaamheid; en die units die we erin gaan bouwen van Sustainer Homes die zijn in principe ook in andere configuraties op te stellen. Ze zijn ook weer makkelijk te demonteren en eruit te halen. Het is van hout, wat een duurzaam bouw materiaal is omdat het weer aangeplant kan worden. Dus ...

J: Dus er zit wel een plan voor de volgende levensfase achter?

G: Ja. ja. Terwijl de vloeren die erin liggen, zo'n tussenvloer, die is gewoon 'die hard beton'. En dat is geen circulair beton ofzo.

(hier had ik ook weer de vraag kunnen stellen; maar is dat wel het plan in de toekomst? Van wie is dat dan? Is dat belangrijk dat het van bepaald iemand is? *Jammer.*)

G: Dus, dat is een soort balans. En dan kijk je ook naar duurzame energie, daar hebben we ook naar gekeken. Het ideaalplaatje is dat je de restwarmte van de brouwerij weer kon gebruiken en ... Maar ja, dat bleek toch op allerlei business cases en technische dingen ... omdat dan die technologie ook nog niet altijd even goed uitgewerkt was. Of het programma van de brouwerij, van wat ze nou

precies zouden gebruiken en produceren aan energie niet duidelijk genoeg was. Daarom konden we dat niet in het ontwerp meenemen. En moet je dan toch kiezen voor conventionele methodes.

J: Het is nu de stadswarmte toch?

G: Ja, dat is voor een deel voor de verwarming, voor het vloerverwarmingssysteem. En een back-up voor de brouwerij. Maar de brouwerij heeft wel eigenlijk de ambitie om 'off grid' te zijn. Maar dat moeten we straks in de praktijk gaan merken of dat gaat lukken. En, dus we hebben wel nu bijvoorbeeld SDE subsidie voor zonnepanelen op het dak. Dus je krijgt wel een stuk duurzame energie. Dus daar ook de combinaties van wat binnen het budget en tijd en financiële mogelijkheden mogelijk is; probeer je te optimaliseren. Maar het is niet het BREEAM-certificaat wat je eigenlijk graag zou willen hebben. Nou ja, dat. Is dat duidelijk zo deze indeling?

J: Dan zou ik nog de vraag willen stellen: "Met wie ga je dit dan doen?"

G: Wat bedoel je?

J: Dit ga je met bepaalde partijen doen ... Hoe is die samenwerking daartussen?

G: Dat bouwen gebeurt gewoon met aannemers en installateurs. Eneco levert de stadswarmte. De zonnepanelen worden geleverd door volop zon; een bedrijfje dat ook in het Hof van Cartesius zit. Dus in die zin kijken we wel naar aanbestedingen in het gebied, zal ik maar zeggen. Daar versterk je ook de relaties in het gebied mee. Bijvoorbeeld het glas wat hier vervangen is, dat is door All-in glas gedaan. die hier ook op het terrein zitten. (Aanbesteding wordt in model opgenomen).

J: En is dat altijd het vertrekpunt van: "Okay, wat kunnen we hier vandaan halen" of is het meer "O, toevallig zit die hier."

G: Nou nee, we denken daar wel bewust over na.

Hier kunnen doorvragen: "En denken zij dan ook mee over de volgende levensfase van de materialen?"

G: En dan heb je hier om de praktijk haalbaar te maken het vak: "Waarom is het niet ideaal geworden". Door subsidies, door SDE, een klein deel EFRO, hebben we de praktijk toch iets duurzamer kunnen maken dan deze 'constraints' ons anders opgelegd hadden.

28:03

J: Waar ik nog wel benieuwd over ben. Want je hebt dan de onderdelen die erin gaan. En je denkt dus na over het gebruik er na; de volgende levensfase dus. Waar komt de kennis vandaan van: "Okay, we gaan dit materiaal gebruiken?" Wie is daar leidend in?

G: Dat doen we samen met de eigenaar en zijn compagnon en de bouwcoördinator en ik zijn daarin de opdrachtgevers en daarnaast laten wij ons vaak adviseren door gespecialiseerde adviesbureaus.

J: Heb je misschien namen en telefoonnummers daarvan?

G: Die heb ik niet allemaal. En ja dan ligt het er ook aan, het is meer dat dit organisch gegroeid is gaandeweg het project. Toen we begonnen was het meer van: "We gaan het redelijk conventioneel

opknappen." En toen is Sustainer Homes erbij betrokken en dat sprak ons aan omdat het er mooi uitziet én vanwege duurzaamheid. Zij zitten ook bij de Stadstuin waarmee we gaan samenwerken. Stadstuin is ook wel een belangrijke partij om hier te noemen (wordt genoteerd in model). En toen hebben we ons gewoon laten overtuigen dat dit voor dit gebouw een mooie en duurzame oplossing zou zijn en hebben we eigenlijk onze ambitie naar boven bijgesteld. Want eerst was het idee we maken gewoon een paar grote units bovenin en die gaan we verhuren. Dit had als voordeel én meer vierkante meters konden wij creëren en dat het duurzamer was. Ja weet je, wij zijn gewoon een hele kleine ondernemer / ondernemende belegger, ja kijk Erfgoed Werkspoor Utrecht is een ontwikkelende belegger. Dus de gebouwen blijven ook in eigendom. Niet zoals als bij een gewone ontwikkelaar; je ontwikkelt iets en dan verkoop je het door. Dus ja, eigenlijk worden die beslissingen genomen door ons netwerk van bekenden. Soms heb je het ook met de architect erover met de ontwerpers, van die kijken hoe dingen beter of duurzamer kunnen. En soms met je leveranciers.

J: Heb je het idee dat, wat er in het model genoemd wordt van: "Er is een bepaald materiaal niet aanwezig. Wat bepaald dat iets wel of niet gaat gebeuren." Is dat binnen dit project ook een belemmering geweest of?

G: Met name op dat energie niveau, want daar hadden we eerst ook vanuit de EFRO een relatie met Eneco. Mijn ideaal was meer geweest komen tot een energieproducerend gebouw waarbij we ook allemaal nieuwe technieken gaan toepassen. maar ja, toen zijn we met Eneco en de bierbrouwer om tafel gaan zitten. En omdat Eneco heel erg keek wat is haalbaar in een bestaande business case. Dus dat was niet zo innovatief. En omdat de bierbrouwer aan de andere kant niet goed kon aangeven wat zijn machines gingen doen. Ja, dan moet je op een gegeven moment door en ga je uiteindelijk sub optimaal verder, omdat het bouwproces is wel gestart. Dus toen hebben we wel gezegd dan moeten er op z'n minst zonnepanelen op het dak, want het kan niet zo zijn anno 2018 dat je dat niet doet.

J: Ja inderdaad, dat je dat hele platte dak niet gaat gebruiken.

G: Dus zo is er naar gekeken. En voor die energiekwesties hebben we dan wel een ZZPer die ons daarin adviseert en als het wat dieper gaat dat hij dan dingen uitzoekt en daar een advies over uitbrengt.

j: Het EFRO project is dat later gekomen dan de start van de herontwikkeling hier?

G: Ja, toen waren de plannen van de herontwikkeling die waren er wel al ... maar ... ja en het heeft heel lang geduurd voordat we zeker wisten dat EFRO doorging. Dus ja toen eenmaal het ja-woord van EFRO kwam toen waren we wel al bezig met de vergunningen aanvragen enzo. Dus in die zin dacht ik toen ik EFRO aanvroeg: "Nou het kan hooguit nog wat doen in de inrichting" maar in de tussentijd hebben wij wel zelf die keuze voor Sustainer Homes gemaakt. En dat past eigenlijk veel beter in de EFRO aanvraag dan het oorspronkelijk het idee van 'we doen ook nog iets met de inrichting.' En zo gaat het ook voor de haven. Daar ligt een plan voor, maar het heeft heel lang geduurd voordat we daar met de gemeente uit waren over de grond en herinrichting van de haven. Dus, daar gaan we ook nu kijken wat we nog circulair kunnen doen, maar dat zal meer in het ecosysteem zijn, meer planten. Op een wat kleiner niveau.

J: Denk je dat voor de partijen die gebruik maken van het gebied, het circulaire aspect een meerwaarde biedt? Of dat als je het Werkspoorgebied ook heel erg mooi gemaakt had, zonder deze insteek dat het ook wel goed gedraaid had?

G: Ja, ik denk dat het dan ook wel goed gedraaid had, maar ja, zeker met duurzame energie denk ik dat is eigenlijk een 'no brainer' dat je dat gewoon gaat doen. Je weet dat je op een gegeven moment van het gas af moet. Dus dat is ook wel gewoon een rationele keuze om dat te doen. En wij denken wel dat dit een meerwaarde heeft voor de gebouwen om te laten zien dat je ze duurzaam herontwikkeld. Want dat vinden wij gewoon goed opdrachtgeverschap en goed gebouweigenaarschap. Dus daar hebben we een intrinsieke motivatie voor om dat te doen. Het is geen marketing tool.

Transcript Respondent 5

Rol binnen het project

start schrijven

T: Mijn rol in EFRO Ik denk dat ik .. Projectleider, maar misschien is 'projectsecretaris' wel beter. Want het is wel heel erg, wat ik doe is wel heel erg gerelateerd aan de subsidie. Ik bouw niet zelf in Werkspoorkwartier.

J: Vooral de penvoerder ben jij, toch?

T: Ja, USI is de penvoerder. En ik doe dat binnen USI. Dus vandaar dat ik zeg, misschien is secretaris een beter woord dan de projectleider. Maar, 't is ook wel een beetje - ik ben ook wel een klein beetje aanjager geweest; vanaf 2016 om een aantal bedrijven die daar zitten in Werkspoorkwartier om die bij elkaar te brengen. Met name natuurlijk ... Het Hof is natuurlijk van zichzelf, daar hoef ik niks aan te doen. Maar we hebben natuurlijk ook EWU.

Wat ik wel een hele belangrijke vind; ik heb zelf actief HKU erbij gezocht. En ik had eigenlijk - mijn opdrachtgever, was eigenlijk of is ... de HU. Die hebben mij als opdracht gevraagd dit te gaan doen. Ik heb de HKU dan daarbij gezocht. Nog wat andere bedrijven ook gesproken, die we uiteindelijk niet hebben meegenomen.

J: Het dit gaan doen, bedoel je dan het aanjagen?

T: Nee, dat was ik. Ik was aanjager, ik ben hen erbij gaan betrekken. Gevraagd of zij mee wilden doen.

Ja ik denk dat ik ... kijk dit is een beetje plat natuurlijk. Dit gaat alleen maar om het geld (EFRO penvoerderschap), maar ik heb toch ook wel van het begin af aan het circulaire een plek proberen te geven. 'Circulaire gedachtegoed' zou ik dan zeggen hè.

'overdenkend' Ik ben niet echt de bewaker daarvan, nee.. Ik denk het niet.

Dat circulaire gedachtegoed, ik denk dat dat heel erg van het Hof komt. Toen ik bezig was met het bouwen van het project, hebben zij circulaire principes ingebracht.

Eens even kijken, wat kunnen we er nog meer over zeggen?

Ik heb gewoon de aanvragen geschreven ...

J: Dus dat hele document (doelt op projectplan), dat plan? Dat heb jij opgesteld?

T: Ja. Met input van anderen natuurlijk hè. Ik heb het plan geschreven. Ik heb het gepresenteerd aan de gemeente. En ik heb alles gedaan om te zorgen dat het goedgekeurd wordt. De goedkeuring hing natuurlijk af van het 'wat'; wat je gaat doen. Maar ook gewoon de administratieve regeltjes; de bureaucratie.

Daarin heb ik dus wel gezorgd dat alles goed geregeld werd. En dat doen we nu in feite nog steeds, want een belangrijke rol is toch wel het ervoor zorgen dat we ook de subsidie krijgen, zoals we dat verwachten.

Dit (opzoeken in model) is het schrijven van het plan geweest, maar vervolgens ook natuurlijk de uitbetalingen.

J: Want is er een kans dat ze jullie daarin korten? Of is het meer dat ze meer nalatig zijn?

T: Er is altijd een kans! Als je niet aan de regels voldoet, kunnen ze je korten. Dus je moet ieder half jaar ... Hier zit ook weer een rapportage aan. Die moeten we maken; die maken we.. Die maak ik samen met de mensen hier, met 'controller' Marieke.. Met Carolien. Dus daar ben ik nu ook verantwoordelijk voor, dat dat goed loopt.

Ja, dit hoort toch wel meer bij het hof ('Bewaker circulair gedachtegoed'); ik denk dat zij toch wel meer het circulaire gedachtegoed claimen. EWU, ENECO hoort daar ook nog bij.

J: Dus, om het even samen te vatten...

T: Dus wat ik maak is, als je het in de stijl van de 'verjaardag' wilt brengen.

Ik maak dus rapportages nu, kijk ik heb een plan gemaakt en nú maak ik rapportages. Dat doe ik elk half jaar. En ik zorg er ook voor dat er een beetje - dat is ook meer die aanjaagrol meer - dat de samenwerking ... dat het meer is dan ..

J: Dan de som der delen?

T: Uuh ja.. Dat we gezamenlijk een .. iets doen op dat bedrijventerrein.

J: Dankjewel.

08:49

J: Ik ben geïnteresseerd in het circulaire gedachtegoed. Dat is een redelijk nieuw concept. En het idee daarbij is om iets nieuws te introduceren in een gebied of in een project. Is het belangrijk dat de mensen die daarbij meedoen een 'juiste' voorstelling hebben van zo'n concept. En daarom ben ik dus geïnteresseerd in van, hoe jij en ook de andere spelers over de circulaire economie denken, want het kan zijn dat jullie allemaal op één lijn zitten en het allemaal heel goed door hebben. Het kan ook zijn dat er een heel belangrijk cruciaal deel vergeten wordt en dat het misschien nog beter zou lopen, als daar ook mee aan de slag gegaan werd. Dus

T: Dat zou kunnen.

J: Dus daarom wil ik graag dat je nog een mind map maakt, specifiek rondom de volgende vraag: "Wat zijn de behoefte voor de circulaire (her)ontwikkeling van gebouwen in het Werkspoorkwartier?"

T: Hmmm, dat is een redelijk diepe vraag hè?

J: Ja, het zou een redelijk uitgebreid model kunnen worden inderdaad.

T: Wat hebben we daarvoor nodig?

J: Denk er eerst over na, en anders kan ik de vraag ook nog in stukken opdelen. Omdat het daardoor wat behapbaarder wordt om het in wat stappen te ontwikkelen.

T: Eehm ja, laten we maar gewoon eens gaan beginnen.

Wat we nodig hebben is **wet en regelgeving**. Maar aan de andere kant denk ik ook wel, dat we iets van '**attitude**', of een '**mindset**' nodig hebben.

We hebben natuurlijk ook nodig, **voldoende circulaire materialen**.

En ook circulaire gebouwen in het Werkspoorkwartier zelf.

En we hebben natuurlijk **kennis** nodig. Dus met name: "Wat is circulaire (her)ontwikkeling?"

We moeten weten wat het is hè? En wat je ook zegt, het is misschien altijd ook anders.

En wat ik versta onder circulaire herontwikkeling is: "Efficiënt materiaalgebruik, of grondstofgebruik is beter."

De vraag is, is het 100% herbruikbaar? Of je dat haalt of niet? We hebben natuurlijk ook 'energie' - dit zijn grondstoffen voor de bouw (kanttekening model) - energie nodig uit duurzame bronnen.

Maar we hebben ook .. wanneer is het een circulaire ontwikkeling? Wat ik ook wel belangrijk vind is **lokale kringlopen**. In feite gaat dat, ook wat je bij het Hof ziet. Een beetje coöperatief; gezamenlijk weet je wel binnentuin. Gezamenlijk optrekken.

Water is ook een element, maar dat is meer bij de gebruiksfase.

Mobiliteit vind ik ook wel een heel belangrijk element. Dus hè ... En ontsluiting; zo duurzaam mogelijk.

In feite zou je dat ook volledig duurzaam willen doen, maar dat blijft altijd moeilijk.

J: Want dat lijkt wel een gedeeld issue voor alle punten; dat duurzaamheid nodig is.

T: Ja het heeft te maken met **eindige winbare voorraden**. Dat is meer vanuit die .. kijk .. Je moet wat ik zeg voldoende circulaire materialen hebben. Dit is - wat is circulaire ontwikkeling? - ja dat is.. Die hoort weer bij eindige voorraden van grondstoffen. En zeker natuurlijk energie hè.

Maar wat heb je nog meer nodig? Als het om kennis gaat .. je moet samen gedeelde kennis hebben, van hoe doe je dat dan?

Dus concrete voorbeelden misschien wel. Hier volgt dan wel uit, je moet een soort van beoordelingssystematiek hebben, dat is dan ook weer kennis. Je moet het meetbaar kunnen maken.

J: Je hebt het wel over, dat er meerdere partijen aanwezig zijn binnen het gebied. Maar hoe gaan die met elkaar om?

T: Ja dat is dus die lokale kringloop, dat vind ik daar heel belangrijk in. Dat je het gebied in zijn totaliteit bekijkt en zegt: "Wat hebben we aan elkaar? Waarin kunnen we elkaar versterken?" Nou kijk, laten we dit nou maar ... voldoende materiaal voor gebouwen. Op zich spreekt dat voor zich natuurlijk. Ik bedoel, als het helemaal green field is. Dan zul je alleen maar materialen nodig hebben. Maar praten hier ook over 'brown field', herontwikkeling, dus je moet ook kijken naar bestaande gebouwen en die ook inpassen in je hele ontwikkelingsplan.

J: Dus dan kan je vooral vooraf bij de materialen? Maar ook in je ontwerp, ga je nog nadenken voor later?

T: Ja, er zijn twee stromingen binnen circulaire ontwikkeling. Ene zegt 'circulaire ontwikkeling' is vooral kijken naar wat ik nog kan doen met de huidige gebouwen. Maar er is ook een ontwikkeling die zegt: "Ja maar circulaire economie is vooral nú gebouwen neerzetten die je héél slim kunt hergebruiken over 30 jaar."

Dus het ene kijkt heel ver in de toekomst en zegt: "Wat zou je over 30 jaar nog kunnen doen met dit gebouw?" En legt het nu al vast, maakt een materialenpaspoort van het gebouw. Dan hebben we het gedocumenteerd en kunnen we het ooit gaan hergebruiken. En het andere kijkt naar wat je nu hebt en wat er uit het verleden aan komt zetten dat probeer je nu al her te gebruiken.

J: En die twee, laat ik zeggen, filosofieën kunnen die naast elkaar bestaan? Is het een spanningsveld? Is het het één of het ander?

T: Het is wel een spanningsveld vind ik. Want ik vind dat de filosofie van 'nu dingen doen zodanig doen dat je over 30 jaar bepaalde vervolgstappen kunt zetten' dat is wel een beetje speculatief natuurlijk allemaal. Want je weet niet hoe de toekomst eruit ziet over 30 jaar.

En ik ben wat dat betreft wat meer praktisch ingesteld. Doe nu maar gewoon wat je kan doen, en ... zéker gezien die eindige voorraad. Dan is het niet zo verstandig om te zeggen: "Ik gebruik nu allemaal virgin materials, maar ik zorg over 30 jaar dat ik ze kan hergebruiken." Ik weet niet of ik dat wel zo verstandig vind.

Want je kunt tegelijkertijd al heel veel doen met de materialen die beschikbaar zijn, als die dan voldoende aan de kwaliteit en eisen voldoen.

Dus vooral circulaire materialen, (schrijft iets alsnaar toekomst circulariteit).

En dat zie je in Werkspoorkwartier wel een beetje, we proberen de gebouwen her te gebruiken. We proberen de haven in te richten met hergebruikte materialen. Het Hof van Cartesius bestaat voor een groot deel uit hergebruikte materialen dat is helemaal 'nu doen wat je kunt doen'.

Vereiste wet en regelgeving. Eerst natuurlijk de omgevingswet. Gewoon een omgevingsvergunning krijgen. Als je met bestaande materialen gaat werken is dat soms lastig. Het is ook zo dat je niet soms eerst een architect een plan laat maken, maar dat ontwikkelt zich gaandeweg.

J: Is dat ook dan weer dat 'material driven design', het 'dit is er aanwezig dus dit kunnen we maken?'

T: Ja dat is het zeker. Maar ook dat je gaandeweg het proces bepaald welke materialen je gaat toepassen en hoe je iets gaat realiseren. Dat je niet alles vooraf dichtgetimmerd hebt, wat wél vaak door de regelgeving geëist wordt.

Volgens mij zie je in Werkspoorkwaartier daar ook wel een zekere flexibiliteit van: "wat mag binnen de omgevingswet?" En de gemeente is daarin wel heel coöperatief geweest. Maar dat is wel een punt. Als je iets maakt van virgin materials, dan maak je een ontwerp en dan ga je het ook zo bouwen. maar als je het circulair bouwt, nu, dan ligt dat niet zomaar vast. Dan kunnen dingen nog aangepast worden. Maar wat ook wel belangrijk is, zijn voldoende materialen zelf die voldoen aan de normale normen die je stelt. Bijvoorbeeld als je kozijnen hergebruikt, "hebben ze wel de juiste isolatiewaarde?". Soms weet je dat niet, want dat komt dan ergens uit een bestaand gebouw en in 1980 is dat erin geplaatst. Wat dan precies de isolatiewaarde was, dat is dan verloren gegaan. Dus dat is best lastig.

J: En, pure vraag uit interesse, hoe wordt dat dan opgelost?

T: Je ziet dat in veel gevallen dat soort materialen niet in hele kritische situaties gebruikt worden. Ben je wel eens in 'the Circl' geweest? Paviljoen van de ABN.

Daar zijn heel veel kozijnen vanuit oude kantoren hergebruikt. Maar die zijn niet als nieuwe kozijnen gebruikt, maar die zijn binnen in het gebouw als afscheidingen ... tussenwanden gebruikt. En daar is het natuurlijk iets minder kritisch, dan wanneer je het als buitengevel gebruikt. Dus op die manier kun je dat dan oplossen. Hoe het bij het Hof gedaan is, dat weet ik niet precies. Ik weet niet of die aan de huidige normen voldoen. Daar zit bijvoorbeeld nog enkelglas in. Dus dat is dan wel weer een vraag: "Is het wel energiezuinig dat gebouw?" Dus dat is best een lastig punt. Want je ziet dan toch dat materialen dan toch de neiging hebben om ze minder kritisch her te gebruiken en dat je dan voor de meest kritische delen zoals de draagstructuur; het skelet, dat je dan toch weer van nieuwe materialen uit gaat. Alhoewel, hout is hout. Dus dat is op zich nog wel goed te verwerken. En zeker als je het o..... maar met name gevelmaterialen is een stukje kritischer. Dus daar heb je ook wel kennis over nodig, van 'hoe voldoen ze aan die normen'

Attitude/mindset Heeft natuurlijk ook te maken met die samenwerkingsgedachte, lokale gedachte. Ik denk dat ... het is een bedrijventerrein, dat als de bedrijven daar; als er bedrijven komen die puur op winstmaximalisatie uit zijn, ja die zullen niet zo openstaan voor circulaire ontwikkeling. Die komen erin, en die verdienen hun geld, en dan zijn ze weer weg met een beetje achterlating van de restanten. Dus dat is dan wel iets waar je tegenin probeert te gaan. En ook wel - dus de lokale gedachte, samenwerkingsgedachte - maar ook misschien wel 'genoeg is genoeg'.

J: En wat bedoel je daarmee?

T: In plaats van winstmaximalisatie.

En met name bij een aantal eigenaren daar, er zitten ook wel ontwikkelaars die echt gaan voor maximale opbrengst en niet zo openstaan voor circulaire principes. Dus dat is wel een spanningsveld in Werkspoorkwartier denk ik.

J: En maakt dat dat sommige gebouwen circulairder ontwikkelt worden dan andere bebouwen?

T: Jazeker, zeker. Dat kun je bijvoorbeeld zien aan het kantoorgebouw wat tegenover de Cartesiushof staat. Dat is in handen van een speculerende projectontwikkelaar.

J: En die doet gewoon wat de markt wil...

T: Ja nog minder dan dat, hij doet gewoon niks. En hoopt dat ie het pand ooit voor meer door kan verkopen. En zeker niet dat het beschikbaar komt voor werkgelegenheid of binding met de buurt.

Wat moet je nog meer weten hierover?

J: Ik heb al heel veel gehoord. We hebben het over samenwerking tussen actoren gehad, over kennis gehad, over materialen gehad .. even kijken. Ik denk ook wel gedeeltelijk over doel en welke middelen daarvoor in gebruik zijn. Volgens mij is het een redelijk compleet model.

T: Jaa de vraag is natuurlijk of je geld nodig hebt hè, subsidies.. Helpt die nu? Ja die helpt nu, want door die subsidie werken nu ook de kennisinstellingen daar samen daar en zit jij hier. Dus dat is wel bevorderlijk voor dat er wel dingen gebeuren daar in dat gebied. De hogeschool gaat nu weer vier dinsdagen gaan ze daar een bepaald vak geven in het gebied. Dus dat is best wel gewaagd. Zorgt ook dat bedrijven met elkaar samenwerken. maar heb je die subsidie nodig? Had het zonder gekund? Nee ik denk het niet.

J: Maakt dat het dan een slecht idee, om het zo maar te bestempelen?

T: Ja zou het uit zichzelf ook ontstaan zijn? Nou ja, ik denk dat het Hof ook wel uit zichzelf ook gebouwd zou zijn. Dus misschien was het ook wel zonder EFRO van de grond gekomen. Maar wat wel belangrijk is .. is er ook voldoende materiaal, maar ook tegen een goede prijs? Dat is ook wel belangrijk om dat erbij te zetten.

Want ja iedereen wil wel hergebruiken, maar als dat duurder is ...

J: Ja de business case moet wel sluitend zijn?

T: Dus wat is er nodig? 'Sluitende business case'.

J: En mogelijk zou dat dan weer te plakken zijn aan het 'genoeg is genoeg', dat die misschien iets minder uitvalt, maar nog wel rendabel is.

T: Ja er zit zeker een relatie tussen. maar wat ik zelf meer en meer belangrijk vind is die lokale gedachte. Dat je ook wilt zorgen voor een 'toekomstbestendig ecosysteem'. Dat je ... Als je mensen met elkaar verbindt door samen te werken dat je ook wat toekomstbestendiger bent dan wanneer je iedereen tegen elkaar uitspeelt ... Dat vind ik wel heel belangrijk. Ook om een bedrijventerrein te maken wat ook kan blijven bestaan vind ik die lokale circulariteit wel heel erg belangrijk?

J: En binnen het project zelf, zijn daar voorbeelden van?

T: Ja, een heel simpel voorbeeldje. Ik moest een boek laten drukken. Over wat er allemaal gebeurt hier. En nou ja, dat kan ik via internet doen bij een opdrachtgever. En dat gaat dan naar Oost-Europa of Noord-Engeland en daar wordt het dan in een grote drukkerij tegen minimale kosten gedrukt. Of ik kon het ook laten drukken door een drukkerij op de Amsterdamsestraatweg. Misschien dat je dan wel zegt: "Ja die internetdrukker, die is wel goedkoper.." Maar ik vind ook wel belangrijk dat ik dan iemand in de buurt heb waar ik met opdrachten terecht kan. En dus meer meer denk ik dat het dan wel verstandig is, om te zorgen dat je daar de opdracht neerlegt en dan bedrijven hebt.. En dat het dan niet echt het goedkoopste is, maar dat je daarmee wel een ecosysteem in stand houdt. Doe je dat niet, dan gaat de drukkerij weg en verschaalt het aanbod weer heel erg. En dat is een ... dat gebeurt natuurlijk op allerlei terreinen. Ik denk dat juist dat op zo'n bedrijventerrein dat je zegt van: "We doen het samen." Daarmee wordt je ook wat veerkrachtiger, meer resiliënt, tegen de veranderingen om je heen.

J: En dat vergt dan ook misschien een beetje gunnen dan.

T: Dat is ook gunnen ja. Ja want ook bij hele grote opdrachten, je kunt aanbesteden en écht het onderste uit de kan willen hebben of je kunt kijken naar samenwerkingsvormen die wellicht niet het meest efficiënt zijn. En dat is wel een beetje strijdig met EFRO, want EFRO zegt: "Het moet het meest efficiënt zijn", dus die moeten echt ... het is belastinggeld, dus dat moet efficiënt weggezet worden. Dus dat is wel een beetje tegenstrijdig daarin.

Compleet.

J: Nog vragen voor mij?

T: Nee niet, je hebt het natuurlijk gepresenteerd.. Ik vond wel dat je heel veel dingen wilt doen.

35:59 Dat ik denk van nou... is dat haalbaar allemaal?

Transcript Respondent 6

Beginnt met tonen voorbeeld verjaardag.

03:22

W: Wat was ook alweer de vraag?

J: Wat is jullie (BOOT) rol binnen het project en specificeer, jouw rol.

05:35

J: Zou je het willen toelichten?

W: Je hebt los van al die werkpakketten (in het projectplan), als ik het zou samenvatten dan zou ik zeggen. Je hebt een deel 'kennisontwikkeling' mbt circulair. En je hebt een deel partijen die echt in het gebied aan het ontwikkelen zijn, zoals het Hof of En dan heb je eigenlijk verschillende projectpartners, bijvoorbeeld de HU en UU, die hebben niets wat ze daar zelf ontwikkelen maar zitten echt op die kennisontwikkeling en de mogelijkheden voor studenten om wat te leren en dat soort dingen. Je hebt de projectpartners in het gebied die zijn echt bezig met hun eigen ontwikkelingen op een circulaire manier, of om circulaire bedrijven de ruimte te geven zoals dat kan op heel veel manieren. En als BOOT zitten we daar tussenin. Aan de ene kant hebben wij, zo begint er maandag weer een stagiair vanuit het project binnen BOOT en doen we mee aan de kennisontwikkeling. En je zou hier, de benchmark moeten (doen), want we hebben natuurlijk geen ... 07:11 We doen dan die benchmark voor het project om die circulaire ontwikkelingen te volgen en tegelijkertijd begeleiden we studenten en denken we mee en doen we kennisontwikkeling. Dus dan denk ik dat dit de simpele versie is over alle werkpakketten in één.

J: Dan hoop ik dat je nu opgewarmd bent voor de grotere oefening, want. Ik kijk naar circulariteit. Dat ben ik aan het onderzoeken en mijn idee is: Om zo'n concept goed te kunnen introduceren, moeten mensen binnen zo'n project het ook begrijpen. Of misschien de overeenkomende gedachte hebben van 'wat er dan belangrijk is' voor een circulaire economie. Vandaar dat ik dus verschillende mensen zo'n mapje laat maken, om te zien waar denken jullie over en waar zitten ook de verschillen, overeenkomsten? En mogelijk dat dat kan verklaren wat ik ook in mijn verdere analyses ga tegenkomen. Dus graag zou ik dan willen dat je een map maakt rondom de volgende vraag: "Wat zijn de vereisten voor de circulaire (her)ontwikkeling van gebouwen in het Werkspoorkwartier."

Om het een beetje in stukjes op te hakken, zou ik eerst willen dat je nadenkt over het doel welke bij deze vraag hoort.

W: Ja. Voor alle gebouwen?

J: Goede vraag.. doe maar gewoon een gebouw in het algemeen.

W: Wat een eigenaar wil, varieert natuurlijk.

J: Hoe ik het meer in m'n hoofd had was mmm ... dat is een stukje evaluatie. Waar ik vanuit ging, het algemene doel van circulair herontwikkelen.

W: Daar zit je natuurlijk wel op een dilemma soms. Want je kan nog wel algemene doelen goed vinden als er minder afval geproduceerd wordt; daar is niemand tegen. Maar het persoonlijke doel kan zijn 'het moet er volgende week staan.' 'ik mag mijn budget niet overschrijden'..

J: ...10:56

W: En dat zijn dingen waardoor in de praktijk 'die doelen' (persoonlijk) toch vaak meer op gestuurd wordt.

J: Okay, dan zou ik zeggen neem al die restricties in acht, maar ga dan nog steeds uit van dat algemene doel. En dan zullen sommige dingen wel kunnen en sommige dingen niet ..

W: Okay, dus meer jouw beweegredenen om circulair te willen zijn.

Doelen zijn beschreven

J: Zet dat centraal en dan zou ik graag hebben dat je gaat nadenken over wat er nodig is om die doelen te bereiken. Middelen, manieren. Wat ook mag, maar vorige keer ging het wat stroever en was daarom deze keer het idee: "we gaan het in stukjes hakken", je mag van mij ook in één keer het hele model neerzetten met spelers en benodigdheden en middelen ... want dat is uiteindelijk wat ik zou willen zien. Als geheel plaatje.

W: Je hebt zeg maar, hier 'doelen'. En dan wil je spelers?

J: Ja ik denk dat die belangrijk zijn.

W: Het is natuurlijk een wat abstracte vraag.

J: Ja het is precies wat jij denkt, dat sowieso.

20:41 'mocht het nog groter moeten worden' (biedt nog een plaatje aan).

27:45

W: Dat is waar ik nu op kom.

J: Zou je het willen toelichten?

W: Je hebt eigenlijk allerlei verschillende aspecten. Je hebt voldoende tijd nodig om iets te realiseren, helemaal als je iets nieuws wilt doen. **Dan moet je er niet te veel druk op zetten want dan heb je ook weer kans dat het uiteindelijk toch niet voor elkaar komt en dan maar de bekende weg kiest.** Dat wil je voorkomen, dus je moet voldoende tijd inramen; voldoende budget beschikbaar hebben zodat je ook de mogelijkheden hebt om de meest circulaire kant te kiezen of om .. het kan best zijn dat je nu iets meer moet investeren om straks minder onderhoud te hebben, dan moet je dat nu wel hebben.

Er zitten ook wel wat softere factoren in dat als je gezamenlijk optrekt .. dat het belangrijk is dat je allemaal op dezelfde ambitie zit en dat je elkaar ook vertrouwt daarin. Dat kan zich uiten in een open begroting, dat je het op die manier regelt.. Maar als je elkaar niet vertrouwt dan ben ik ervan overtuigd dat je het niet gaat bereiken.

J: En zijn dat dan alleen de projectpartners of ook nog buitenstaanders die je mogelijk nodig hebt?

W: Sowieso de projectpartners. 29:29 Uiteindelijk natuurlijk ook de rest. Want er zijn projectpartners waar ik niets mee te maken heb, maar die wel bijvoorbeeld materialen aanleveren; iedereen die daarbij betrokken is. Dat is wel belangrijk dat je in ieder geval het idee hebt dat je elkaar kan vertrouwen.

J: Welke spelers? Ik zag leveranciers ergens... 30:09

W: Leveranciers heb ik hier, want als je dan iets gaat doen in een gebouw. Dan is het belangrijk dat je duurzame bouwmaterialen aanlevert. Of het nu circulair is, of biobased is of dat het hergebruikte materialen zijn, of dat het nu allemaal nieuw is maar dat je focust op de eind levensduur en dan kan

het zijn dat je de leverancier het onderhoud laat doen. Zodat ze een hoge restwaarde heeft, maar dan heb je wel weer een ander business model nodig zoals bijvoorbeeld lease constructies.

J: Want je zegt nu 'het onderhoud', maar dan blijft de gebouweigenaar wel de eigenaar van de materialen?

W: Ik denk van een deel van de materialen wel, van een deel van de materialen niet. Dat hangt er vanaf, dat valt onder een ander business model. 31:00 (Eigenaarschap wordt opgeschreven bij model)

Dat is de ene kant, de business model en materialen kant. Aan de andere kant heb je natuurlijk ook de materialen die nu vrijkomen gebruiken. Dus het aanbod door sloophedrijven, ik zou zeggen, in de regio. Je niet helemaal beperken to what in het gebied gesloopt wordt, maar wel dicht in de buurt zou ideaal zijn. Maar die CO2 uitstoot bijvoorbeeld is al zoveel lager dat je ook wel uit Groningen zou kunnen halen. Maar goed, in de regio is het meest logisch. Ook dat vraagt wel dat je anders met elkaar omgaat, dat de architect daar al mee bezig is en de aannemer ook. Want als de architect al weet welke materialen de aannemer kan gebruiken, dan gaat het wel .. dan heb je meer kans dat het slaagt. Want als de architect nieuwe dingen in zijn ontwerp zet, dan kan je ... weet je zeker dat de aannemer zeker met nieuwe dingen gaat werken.

J: Dus dan moet er ook goed contact tussen hen zijn.

W: Ja, het liefst gewoon vanuit die gezamenlijke ambitie. Dat je ook.. nou ja dat zag je wel uit .. Het Hof van Cartesius heeft uiteindelijk geen standaard aannemer gebruikt omdat die zeiden van: "Veel reguliere aannemers zeiden van: "Ja mijn mensen kunnen daar niet mee werken, willen daar niet mee werken, vinden dat ingewikkeld.."

J: En dat is dan weer kennis die nodig is.

W: Ja, ja. 32:59 En dat mag je misschien ook vakmanschap noemen van de bouwers.

Dat moet je dan wel met elkaar afspreken van 'waar focussen we op'? Doen we alleen materialen? Vinden we sociaal? - want Cirkelstad zegt bijvoorbeeld: "Geen afval, geen uitval." Dus die betreft heel bewust het sociale erbij. Energie heeft natuurlijk ook te maken met, geen fossiele brandstoffen en dus in die zin dus ook écht een tastbaar materiaal. Maar ja, ga je water er ook bij betrekken? Ga je ecologie er bij betrekken? Waar houdt het dan op? Want het is allemaal op een bepaalde manier belangrijk. Maar als je op alles focust heb je ook een kans dat het weer allemaal net niks wordt.

J: Denk je dan dat daar wel al genoeg kennis is, voor al die verschillende dingen? Of dat daar dan nog meer pilotprojecten voor nodig zijn?

W: Ik denk dat het, dat die kennis op dit moment er wel is; maar wel versnipperd. En dat je met de pilot ook kan leren van het samenwerken, van het testen die je theoretisch hebt bedacht, of die ook werken. En voor het overkomen van juridische obstakels of andere obstakels.

J: Is dat nu nog een groot issue, een grote rem?

W: Ja, binnen hergebruik is dat wel een ... heb je natuurlijk altijd garanties. Dat is dan misschien niet een juridische .. ja deels juridisch en deels ook gewoon bedrijfsvoering. Dat een aannemer liever een nieuw raam, of nieuwe deur heeft. Want hij moet 15 jaar op nieuwbouw garantie geven. (6 jaar in principe en 10 jaar op ernstige gebreken).

Vanuit de wet is er als jij een nieuwbouw huis komt een bepaalde garantieperiode en die duurt heel lang. Op het moment dat er een gangbare leverancier de ramen heeft ge-... die geeft die garantie en

stel dat er dan iets mis is met dat raam; dan kan die bouwver met de producent op pad en zeggen: "Het is jouw raam, ga het fixen." Op het moment dat ie een raam van een sloper heeft gekocht, zegt de sloper: "Ja doe, je wist dat het uit een slooppand kwam." En dan moet hij zelf zijn eigen mensen erop af sturen en dan kost het hem geld. Dus de garantie blijft een issue. En daar heb je ook weer pilotprojecten voor nodig waarin slopers samenwerken om een soort garantie af te geven. Of samen te werken met bijvoorbeeld een sociale werkplaats om dingen te testen om op te knappen, of te verven of nou ja, iets zodat ze een bepaalde garantie kunnen geven...

J: Een soort van 'als nieuw garantie' kunnen geven.

W: Ja. Oja, ik had nog het lijstje niet circulaire doelen erbij gedaan. Omdat de meeste mensen die niet circulaire doelen (comfort) als eerst stellen. Als je een gebouw hebt, dan wil je een prettige werkplek hebben. Dan wil je een representatief gebouw dat goed bereikbaar is. Mensen willen nu ook wel circulair verbouwen gewoon omdat het er mooi uitziet, omdat ze een bepaalde uitstraling willen hebben.

J: Ja, maar het moet minstens even goed zijn als het conventionele.

W: Ja, of een bepaalde sfeer die mensen willen .. dat je met een bepaald gevoel binnenkomt.

J: Zoals bij de ruimte van jullie, waar je al die verschillende onderdelen ziet en dat dat een verhaal vertelt.

W: Ja, precies dat het een verhaal vertelt. Je wilt natuurlijk ook dat het geschikt is voor je werkzaamheden als een kantoor of een productielocatie. Dus die zullen mensen altijd belangrijk vinden. Dat zijn de hoofddoelen, om iets te ontwikkelen en circulair komt erbij, maar niemand gaat een gebouw ontwikkelen omdat ie zo graag wil hergebruiken. Het moet uiteindelijk wel functioneel zijn. En daar zit natuurlijk een soort spanningsveld tussen.

J: Zou je 'nieuwe ontwikkelingen zijn interessant' kunnen toelichten?
Of is het gewoon dat het ansich 'circulair is interessant, dus gaan we daar maar mee aan de slag".

W: Ja nou ja, ik denk dat er ... ik vind het vanuit persoonlijke interesse al leuk omdat het nieuw is, als ik het al .. als het niet nieuw zou zijn, zou ik het nog wel goed vinden, maar zou ik het wel minder interessant vinden om er mee bezig te zijn. Dus ik denk dat het wel voor meer mensen geldt, dat ze het gewoon leuk vinden om met nieuwe dingen bezig te zijn. (literatuur 'hype' en 'duurzaamheid hype' erbij pakken). En je kan hem ook nog opvatten dan meer als de business kans. In nieuwe ontwikkelingen, als je bij wilt blijven met je bedrijf, dan moet je daarin meegaan en liggen er misschien weer kansen om een nieuw iets te ontwikkelen. Een nieuw product, of een bedrijfs onderdeel, of wat dan ook.

J: Ik denk dat het wel redelijk compleet is, maar de vraag is meer van mis je zelf nog iets?

W: Ik kan hier nog 'garanties' bijzetten, omdat het wel naar voren kwam heeft het er wel mee te maken.

J: Je hebt heel veel dingen genoemd. Je hebt het over spelers gehad, je hebt het over kennis gehad, je hebt het over de producten gehad, samenwerkingen. Dus je hebt heel veel dingen opgenoemd.

W: Ja ik denk dat het meeste er wel in zit.

39:55

J: Bedankt hiervoor, verder nog vragen?

W: Ik was benieuwd over hoeveel maps je al hebt en wilde maken.

J: *Verhaal over maps.*

J: Wat vond je ervan?

W: Leuk om te doen, lastig om solo uit te voeren. Miste de component van input van andere mensen om samen inputs te maken.

J: Liep ik vorige keer ook tegen aan, over nagedacht of ik meer moest helpen, maar erop neer gekomen om het puur bij gedachte respondent te houden.

Transcript concrete expert

Einde introductie

Toon tabel die ik wil invullen, is onder de indruk, denkt dat het veel werk zal zijn.

C: En kijk je ook naar de aspecten die je nodig hebt om hem (houten balk) te kunnen hergebruiken?

J: Dat zal impliciet er al in zitten. Want sommige ... ik heb een voorbeeld staan hier 'enkelzijdig glas'. Dat kun je 1 op 1 hergebruiken, maar dat is niet interessant door de slechte isolatiewaarde van enkel glas. Dus het is wel mogelijk, maar het gebeurt sporadisch.

C: Tenzij je het weer bij de fabriek kunt invoeren en er weer dubbel glas van kunt maken.

J: Ja, maar dan zou het eerder een hogere R zijn, dus dat maakt het lastig. Daar moet je ook weer net de juiste partners voor hebben. Sommigen hebben wel de juiste partner, sommige niet.

C: En glasrecycling is zo 'common' en groot, dat in feite denk ik het economischer is, maar of dat dan ook milieutechnisch economischer is dat weet ik niet, om het gewoon te recyclen.

J: Ja, dat is ook wat een andere partij ...

C: Dan moet je dat gaan uitzoeken inderdaad.

J: Dat kreeg ik ook terug van een sloper inderdaad, hij zij: "Haal het er gewoon uit en dan gaat het naar een bedrijf welke het inzamelt, zetten een bak neer in, en voor 25euro per bak recyclen zij het allemaal voor je." Dat was een stuk praktischer ook.

C: Ja omdat je natuurlijk ook zit met je formaten. Dat geldt natuurlijk overal voor hè. We zijn, we hebben daarover wel eens een gedachte experiment voor Rijkswaterstaat over gedaan. Ook een beetje vanuit m'n vorige werk. Van, je hebt die brugliggers. In feite zijn dat prefab liggers, in de meeste gevallen. Dus je zou ook kunnen bedenken dat je die er dan uit haalt en in een andere brug weer neer zet, omdat die brug veranderd moet worden. Want een brugligger kan zeg 100 jaar mee en aan een brug gaat in 50 jaar iets veranderd worden. maar dan heb je een brugligger van 12 meter en je hebt 15 meter nodig, ja wat doe je dan? Dus op een gegeven moment krijg je ergens een locatie; een terrein waar al die brugliggers liggen die de verkeerde maat zijn. En die liggen daar een tijdje en dan pas worden ze ergens anders gebruikt.05:23 Nou ja, dan zit daar 'grondgebruik' ..

J: Ja dat kost ook weer geld.

C: En milieu in feite, als je grondgebruik ook meeneemt in je milieuprofiel.

J: Als in, 'land use change'. Ja het is echt super complex.

C: Okay, vragen.

'intermezzo'

C: IK had wel laatst, maar heb het niet kunnen terugvinden. Ik had het er laatst met een collega over. Die hadden dan wel gestort beton, hele muurvlakken. Hebben ze tussen de kolommen in de muurvlakken uitgezaagd en weer ergens anders als scheidingswand gebruikt. Maar ik kan even niet meer vinden waar dat gedaan is.

Dus dat kan je dan nog doen met gestort beton, maar zodra dat echt grotere stukken zijn.. Soms kan je het loshalen. In de zin dat je een balk, een aansluiting van een balk op een kolom, los kan zagen of iets dergelijks. Maar dat hangt een beetje van het ontwerp af, wat er staat. En als het dan hele oude projecten zijn, dan zijn dat wel hele massieve constructies waarschijnlijk.

Ce: Er zitten inderdaad een paar oude gebouwen tussen. Ook bijvoorbeeld de Werkspoorkathedraal, gebouwd in 1920 ongeveer. Dus er zitten wel wat oudere dingen tussen. En aan ons de opdracht is .. we hebben geïnventariseerd wat er in een aantal gebouwen voorkomt. Die zijn opgegeven door het lectoraat welke samenwerkt met de universiteit. En daar hebben wij bepaald wat er in zit, waar het in zit, hoe het vast zit, hoe bewerkt en dat soort dingen. Maar dan is alsnog de opdracht om daarbij te gaan kijken van 'wat zijn daar de soort van obstakels

om nog te gaan hergebruiken?' of welke eisen daaraan zitten. Je hebt natuurlijk constructief dat het dan al ...

kleine stilte

J: Ja ik zit niet zo in gebouwen, maar het idee wat ik voornamelijk heb bij beton is dat het niet echt gemaakt is om uit elkaar te halen. En daardoor lastig her te gebruiken.

C: Nou ja, het is ... Het beton heeft een hele lange levensduur. Dus in eerste instantie doe je er verstandig aan om het voor projecten te gebruiken die lang moeten blijven staan. Dus niet een noodgebouwtje van 10 jaar. In ieder geval geen gestort beton. Dan kan je misschien wel een prefab neerzetten, dan kan je hem daarna oppakken en ergens anders weer neerzetten. Dan is het wel weer mooi dat je een lange levensduur hebt, want dan kan je hem namelijk vaker weer oppakken en ergens anders weer neerzetten. Dus de eerste reactie is als je oude betonnen constructies hebt is: "Kan je het als constructie als geheel houden?"
Werkspoorkathedraal, in Den Haag hebben ze ook een werkspoorkathedraal toch? Of is dit die in Utrecht?

/wordt opgezocht/ het is wel de Werkspoorkathedraal in Utrecht waar het over gaat 09:38

C: Maar die gaat niet afgebroken toch?

Ce: Nee, het is een monument.

C: Dus dat zou in feite je eerste toets kunnen zijn van: "Kan ik datgene wat er staat zo aanpassen dat ik het weer kan gebruiken?" Dan zit je op dat hoogste denkniveau. En waarschijnlijk ook op de beste milieu impact omdat je het niet hoeft uit elkaar te halen, niet hoeft te slopen, niet hoeft te vervoeren en niet iets nieuws helemaal neer hoeft te zetten. Maar goed, dan moet dat natuurlijk wel passen in je nieuwe functie. Dus dat zou toch maar de eerste exercitie zijn.
Het tweede is inderdaad, wat je uit elkaar haalt, nou bij prefab hangt het er ook een beetje van af of ze 'natte' of een 'droge methode' hebben toegepast. Want bij een natte methode gieten ze gewoon twee prefab elementen aan elkaar. En dan is de vraag of dat makkelijker uit elkaar te halen is, dan gewoon gestort beton. Maar is het geschroefd of gelast, dan kan je het natuurlijk gewoon uitelkaar proberen te halen. En dan heb je die elementen in je 'bank' in je 'grondstoffenbank' of eigenlijk 'bouwdelenbank' en dan moet je kijken of je dáár weer een nieuw gebouw van kunt maken. Dat is natuurlijk ook weer de vraag. Of dat voldoet aan de eisen, die je wilt hebben. En de toets moet je erop doen of ze constructief nog goed zijn. Dat geldt ook voor je staal en houten balken en etcetera natuurlijk.

J: Is dat een probleem op dit moment, om .. of is dat moeilijk om dat na te gaan of iets nog goed genoeg is om te blijven gebruiken?

C: Nou wat ze vaak doen als je veel elementen eruit haalt. Is dat ze een element belasten tot bezwijken. Maar op het moment dat het bezwijken is, kan je het natuurlijk niet meer gebruiken. Dus er gaat er één kapot. Nou, eentje is meestal niet genoeg. Dus als je maar 1 balk eruit kunt halen dan is het heel lastig om te testen of die kan dragen wat je wilt dragen. Je moet wel een stukje verder gaan van wat je daar moet hebben.

Dus dat kan, stel dat ie tot 100 zou moeten kunnen en jij wil hem tot 50 belasten. Dan kan je zeggen: "100 is bezwijken, dat wil ik niet want ik wil hem niet kapot maken, maar ik kan hem wel tot 70 belasten." En als ie dat volhoudt, nou dan houdt ie die 50 ook wel, dus dan zit je veilig. Maar dan gebruik je dus maar 60%-70% van de constructie van wat ie kan, dus dat is dan weer niet efficiënt. Dat is wel een lastige ja. Overigens zit ik daar niet in. Het is misschien wel aardig om met IMD constructeurs .. die zijn er heel erg mee bezig. Donorskelet noemen ze dat. Die zijn er heel erg mee bezig. 'Kunnen wij uit oude gebouwen constructiedelen halen waarvan we weer nieuwe constructies mee kunnen neerzetten?'

Dus zij zullen het wat preciezer weten hoe dat te doen, dat testen met die bouwdelen 13:06 . Zodat je inderdaad daarna weer constructief inzet.

J: Ik sprak gisteren met iemand van New Horizon en het Urban Mining Collective over de grondstofwinning uit gebruikt beton. Zij konden dat weer scheiden naar zand, cement en grind.

C: Ja, zij hebben een machine ontwikkelt waarin zij van betongruis ... kijk wat het standaard breken is dat het zo gedaan wordt, dat het gewoon wordt vergruisd. En op het moment dat dat gedaan wordt .. of een grove manier van breken wordt gebruikt dan breek ook het grind. Terwijl je eigenlijk het grind, die grindkorrels, die wil je heel laten. Dus hebben zij een nieuw systeem ontwikkelt dat dan een beetje 'aan het wrijven is'. Het duurt daardoor vrij lang voordat het er doorheen is, maar het is aan het wrijven zodat al het cementsteen, dat geplakt zit aan die grindkorrel, er in feite afwrijft. Dus dan houd je die grindkorrels vrij zoals ze waren; die zijn natuurlijk wel iets ruwer geworden door gebruik. Maar die haal je er dan vrij normaal uit. En dan kan je ze dus in verschillende korrelgroottes opdelen door zeeftechnieken en dan heb je dus het fijn, zand dat wordt fijn genoemd. Daarna heb je het 'zeer fijn' en dan dat ... het oorspronkelijke cement dat is 'zeer fijn'. Dan moet ik eigenlijk even uitleggen hoe beton in elkaar zit misschien. Dat is misschien wel het handigst.

Je kan heel veel sturen met beton, omdat het een chemisch proces is. Cement is het bindmiddel, dus dat is de lijm die jij net bedoelde, dat is het cement. Maar je hebt verschillende types cement en die gaan wat 'langzamer' of wat 'minder langzaam' en die zorgen dat er een wat 'openere structuur' komt of een minder open structuur. In feite is wat je hebt, grind; hele grote korrels. Zand, wat kleinere korrels. En dat grind heb je dan natuurlijk in gradaties van grote tot kleinere korrels. Het zand stop je er dan weer tussen en dan blijven er nog steeds openingen over (tussen het zand en het grind) en dát vul je dan op met cementpasta. Dat is dan cement en water. Dan heb je nog een hoop hulpstoffen die ook nog allerlei eigenschappen van het beton in de verwerkingsfase bewerkstelligen. Want wat je wilt als je heel sterk beton wilt hebben, dan wil je relatief weinig water hebben. Dat al het water opreageert met het cement. Er vindt dus een chemische reactie plaats tussen water en cement en daardoor verhard het. Dus het cement heeft het water nodig zeg maar. Dus het water mag niet uit het gestorte beton (verdwijnen), gestort beton moet je altijd netjes afdekken. Water mag er niet uit verdampen. En als je dus weinig water gebruikt, dan is het heel erg compact, een soort van aarde zeg maar achtig. Dus het vloeit niet, maar dat heb je wel weer nodig als je wilt dat dat in alle hoekjes en gaatjes komt van de bekisting die allemaal fijne details heeft. Dan heb je dus hulpstoffen die ervoor zorgen dat het dan meer vloeit. Dus dat zijn dingen. En je kan daarin dus heel erg sturen in de dichtheid van de structuur en dat bepaald dan de duurzaamheidsklasse. En dan hebben we het over duurzaamheid in levensduur; lange levensduur. Want dan krijg je minder gauw indringing van zouten, CO₂, van chemische stoffen; dat hangt er een beetje vanaf in welk milieu je zit; en water eventueel en de sterkte die je weer nodig hebt voor je constructie. Daarin kun je dus heel erg sturen. Dus als jij beton ziet, dan is het ene beton niet het andere beton. Dus als je een betonnen constructie hebt en je wilt hem meer belasten, of je wilt een bouwdeel weer hergebruiken, dan wil je dus eigenlijk weten wat voor beton zit daar in en hoe zwaar kan ik hem belasten? Dan moet je gaan toetsen. Deels kan je dat door proefjes doen. Dus gewoon een stukje eruit halen en analyseren.

Dus als je het weer gaat vergruizen, dan is een deel van de cementkorrel 18:28 (tekening wordt gemaakt)

Wat er in principe gebeurt is dat .. als je dus dat grind hebt en dat zand en dan gaat hier het cement er tussen zitten. Met dat water, dat gaat dan hydrateren en die maakt verbindingen tussen die korrels. Dat werkt van buiten, vanaf de rand van de korrel, naar binnen toe. Als zo'n korrel heel groot is, dan zit op een gegeven moment dit (leegte tussen zand, grind en cement) helemaal vol; kan dat water niet meer bij die kern, dus dan blijft er een stukje kern over van de cementkorrel.

Wat ze nu doen als ze dat allemaal vergruizen, dan willen ze déze cementkorrel eruit halen, uitfilteren. Want die kan weer opnieuw in dat cement verhardingsproces gebruikt worden. En dat is wat ze willen doen en wat ze nog niet kunnen. Dit korreltje van van de rest scheiden.

En het is ook dit korreltje, wat in de bedding van de fundering, van wegen, juist ervoor zorgt dat dat een stabiel pakket wordt. Maar wat je anders moet doen als je gewoon kiezels gebruikt onder zo'n bedding, dan moet je daar vers cement ingooien om te zorgen dat dat blijft liggen. Niet zoveel als in een gebouw, maar dat maakt dus ook dat dat milieuprofiel van onder de weg dus redelijk positief is. Omdat er juist .. dat stukje kleven zit er nog in. Nou, dat willen ze er dus uit proberen te halen .. maar dit zit dus samen in - wat ik nu begrepen heb - zit dat nu in de fijne fractie, dus met dat zand zit dat samen. En dan heb je nog een hele fijne fractie, en dat is in feite het gehydrateerde cement. Dus dat doet verder niets, dat is een heel klein poeder. Maar dat poeder is wel een heel groot aandeel van wat je eruit krijgt. En met dat poeder kunnen we niet zo heel veel. En dat is de moeilijkheid van het recyclen van cement. Of van beton.

Dus je hebt wel poeder nodig, maar niet in dezelfde hoeveelheden als het zand en het grind, wat eruit komt. Dus dat is hoe ver het nu staat.

En waarom zij het wel kunnen gebruiken, is omdat ze het zelf in hun eigen beton gebruiken. Dus dan gebruiken ze dus in feite het zand waar die ongehydrateerde korrel in zit en ze hebben dan berekend hoeveel dat dan aan cement scheelt en dan kunnen ze dat zelf toevoegen.

J: Een vraag op grotere schaal, meer over de keten. Wij zijn benieuwd in hoeverre de keten al bezig is met het hergebruiken en in hoeverre dat dan onder de grond gaat en weer hergebruikt wordt; in ruwe percentages.

C: Volgens mij gaat maar 5% terug in de gebouwen, dus dat is nog heel weinig. En dat is nu vooral gebaseerd op economische aspecten. Het is goedkoper .. Nou eigenlijk wordt alle betongranulaat nu opgekocht door de wegenbouwers. Want het gaat nu nog allemaal onder de weg en voor de betonleveranciers is het extra moeite om te zorgen dat ze dat betongranulaat (beschikbaar) krijgen. En dat betekent ook dat ze weer een aparte plek moeten organiseren op hun terrein, want die bult moet ergens liggen.. Maar het wordt wel veel meer toegepast; er zijn er steeds meer die daar mee bezig zijn. Er zijn er een aantal die écht heel specifiek daarop inzetten. Die een relatie hebben met een afval verwerkingsbedrijf en zorgen dat ze daar dus de betongranulaat van krijgen om toe te passen. En je ziet zeker nu, op dit moment, omdat het water in de rivieren heel laag is. En er dus onvoldoende grind aangevaren kan worden, want de schepen kunnen niet volledig belast worden. Dus er moeten twee keer zoveel schepen heen en weer varen voor datzelfde grind. Nou die schepen zijn er niet ..

J: En het maakt het grind ook weer duurder.

C: Het maakt het grind duurder, het milieuprofiel groter want je krijgt een dubbele transportbeweging. Dus dat is allemaal niet voordelig. Dat maakt dat ze nu ook naar andere dingen aan het uitwijken zijn en dat kan betongranulaat zijn. Maar dat is niet heel erg breed beschikbaar. Dus we moeten nog meer afbreken als we dat willen doen. Of minder wegen bouwen ... een alternatief voor onder de weg verzinnen.

J: Maar op het moment zit het dus in een bepaalde status quo, ondanks het water nu dan eventjes, waarbij alles dermate goed op elkaar afgestemd is dat er is niet echt aanbod vanuit de gebouwen om dat grind te gaan vervangen, want het is er gewoon niet .?

C: Nou het is er te weinig. Stel dat alle gebouwen die nu afgebroken worden. Als je al het betongranulaat in gebouwen terug zou willen brengen dan kan je, ik geloof, maximaal 5% betongranulaat in alle constructies zou kunnen vervangen.

Het heeft dan dus geen zin om naar 20, 30 of hogere percentages te gaan kijken. Op projectniveau wel, maar op Nederland (landelijk) niveau niet. Vandaar ook dat het betonakkoord vrij lage percentages eist. Omdat, het is niet beschikbaar. Het probleem wat ontstaat als je dat dus wél gaat

eisen, is dat mensen dat gaan aanvoeren vanuit Duitsland en dan zit je weer aan die transport- en milieukosten/impact. Dus dan is het helemaal niet duurzaam.

J: Nee, dan schiet het zijn doel voorbij.

C: Ja! Dus dat is het bewegingsveld waar dat in zit met betongranulaat.. De rekenregels zijn in ieder geval sowieso dat je 20, tot 30% zonder dat je je rekenregels verandert kan toepassen. Wil je hogere percentages, dan moet je echt kijken naar de sterkte van je constructie of dat past. Maar bijvoorbeeld in straatstenen, die geen constructie hoeven te dragen, daar kun je veel meer in stoppen. En dat wordt ook gedaan. Er zijn bedrijven die dat al doen.

Maar goed, dat gemeenten gaan eisen "100% betongranulaat (hergebruik)", je moet je afvragen of dat wel zin heeft.

J: Heb jij het idee dat we het stukje van Justus al geverifieerd hebben?

Ce: Ja

Over stukje van Justus.

C: Zegt hij iets anders dan dat ik zeg?

Ce: Ik zat te denken: "Klopt het wel?" Maar het is veel gecompliceerder omdat je ook nog moet denken aan transport .. er zitten veel meer factoren aan.

C: Ja er zitten best veel factoren aan. En je denkt ook nog aan de levensduur van het nieuwe beton wat je maakt met oude producten erin. Dat hangt van de kwaliteit van je betongranulaat af. Als je betongranulaat hebt, dan is het natuurlijk vanuit beton. Als je menggranulaat hebt, dus met baksteen erbij, dan is het al zwakker; baksteen is zwakker dan beton. Dus als je dat gaat instoppen, of eigenlijk het menggranulaat, het baksteen gruis, of eigenlijk het zijn natuurlijk best grote stukken. Die zijn minder sterk dan de kiezels, die je er oorspronkelijk in stopte. En dat kan, maar dan moet je wel weten waar je het toepast en als je dan een bepaalde sterkte nodig hebt, dan moet je misschien een grotere constructie maken.

Stel dat je een kolom hebt 27:25, die moet een bepaald iets dragen en normaal reken ik met gewoon grind en zand en etcetera en dan ga ik menggranulaat erin doen. Dan kan ie gewoon veel minder dragen en dan moet mijn kolom dus groter worden. En dat heeft ook weer een milieu impact.

J: Ja, want je hebt meer materiaal nodig en je kan dan dus kijken wat is er uiteindelijk beter?

C: Dus een manier om materiaal te besparen, dan gaan ze bijvoorbeeld kijken naar 'hoge sterkte beton', maar daar moet weer meer cement in. En dan gaat het even om de balans van: "Hoeveel kan ik aan volume besparen? En bespaart dat dan ook aan cement?"

J: Wilde we ook nog even door de R'en heenlopen met betrekking tot de bijbehorende kansen en problemen.

We hebben volgens mij wel al het een en ander besproken.

Ce: Ja ik heb ook al veel meer hierin (vakblad) zien staan.

J: Okay, dan gaan we dat gewoon lezen.

C: Betongranulaat staat ook een heel stuk over in. De toepassing daarvan en waar je daarmee moet op letten.

Ook een voorbeeld van het donorskelet door het IMD.

Dus kijk wat het mooie zou zijn, als je ... je had het over innovaties .. als er een innovatie nodig is in het circulariteit van beton, dan is dat vooral op het recycling niveau dan, vooral "Wat doen we met dat hele fijne poeder? Wat gaan we daarmee doen?"

J: Dat is dus vooral een productinnovatie ..

C: Nou ja, in nieuw beton kan het beperkt erin, want je hebt maar zoveel van dat spulletje nodig; en er komt relatief veel uit als je hem gaat vergruizen.

De verhoudingen die kloppen niet meer met wat er in nieuw beton gaat. Dat is een probleem waar tegenaan gelopen wordt.

Op dit moment als je zegt van 5% betongranulaat kan in alle betonconstructies, dat zou betekenen dat als je overal fijn in zou doen, álleen het fijne zou doen, dat dat dus wel kan. Maar dan moet je dus alleen het fijn toepassen in andere constructies. En het andere effect wat leuk is, is .. want je hebt circulariteit van dat wat je nu hebt staan, wat ga je ermee doen? Maar je hebt ook natuurlijk 'als ik nu iets nieuws produceer, wat kan ik daar dan aan doen dat dat circulair dáárna, circulair toegepast kan worden? Nou een van die dingen is wat je net al noemde, je gaat naar prefab, dan kan je het weer makkelijker uit elkaar halen. Maar dat heeft alleen zin als je standaard modules gaat gebruiken, want bij hele speciale mooie kolommen is de vraag: "Kan je die dan ergens anders weer toepassen? Past dat dan?"

Het andere zit in het materiaal zelf. Waarom wij in Nederland .. Hebben wij eigenlijk al heel erg duurzaam beton, ten opzichte van de wereld. Omdat wij heel veel hoogovencement gebruiken. En dan ga je vooral naar CO2 kijken, milieu impact en CO2. Hoogoven beton, gebruikt de hoogovenslakken. Dus eigenlijk het verbrandingsproduct van de hoogovens van ijzerproductie. Die gebruiken ze, die vermalen ze, en die gebruiken ze als cementvervanger. Dus dat reageert ook, maar het reageert trager. Dus dat heeft een soort kickstarter nodig. Dus dat Portlandcement, dat originele cement, die moet de reactie op gang brengen en dan ...

J: Intermezzo over mijn heftruck ervaring vroeger :) 31:28

C: Bij Portland is alleen water genoeg, wanneer je dit met slakkencement doet, dus je doet er alleen water bij dan gebeurt er niets.

Hetzelfde geldt een beetje voor poederkoolvliegass, wat de assen zijn van de kolencentrales. Die we natuurlijk willen gaan sluiten. Maar dat wordt in de beton ook vrij veel toegepast en dat doet ook een stukje van die reactie.

En omdat de CO2-profielen van die twee producten lager zijn, omdat het restproducten uit een andere circulaire stroom zijn, maakt dat dat de beton in Nederland CO2 gezien redelijk goed scoort. Wat ook geprobeerd wordt is AFI bodem assen, dat is van de huisvuil verbrandingscentrales, om die assen ook te gebruiken voor beton. Maar daar zit natuurlijk heel veel vervuiling in. En dat is dan nu weer de vraag, als je nu een nieuw beton stelt, wat niet een constante stroom heeft. Kijk van de hoogovens weten we gewoon, dat is een constante stroom; zelfde proces; er wordt altijd ijzer gemaakt, dus daar komt altijd hetzelfde spul uit. Maar van die bodem assen weten we dat niet. En dan is de vraag, als ik het er nu in stop en ik ga het straks vergruizen, "Krijg ik dan niet een vervuiling van mijn keten?" Dus dat is wat je dan ook, we hebben die duurzaamheidswens, er worden ook steeds lagere MKI (milieukostenimpact) waarden gevraagd. Maar hoe ga je dat dan oplossen?

J: Dit was dan voornamelijk op productniveau, maar als je kijkt naar het systeem. Is daar nog een bepaalde innovatie nodig die misschien een enorme versnelling kan bewerkstelligen? Of ...

C: Wat bedoel je dan met het systeem? De hele keten?

J: Ja, als in ... Het functioneert nu op de manier hoe het functioneert. Dus er gaat nu heel veel naar de wegenbouw toe, het komt vrij ... Hoe groot de schaal is dat het nu hergebruikt wordt voor hergebruik in gebouwen, dat percentage weet ik nu niet, maar dat is voor mijn gevoel redelijk klein. Ook omdat het redelijk .. omdat die eis redelijk laag is. Als je kijkt hoe dat nu loopt, zou het dan door bijvoorbeeld een nieuwe verdeling van actoren, of misschien een bepaalde manier van samenwerking, of waar de bouw door gekarakteriseerd wordt is de 'versnippering' van het bouwproces van 'eerst gaat die ermee aan de gang, dan gaat die ermee aan de gang, etc. Misschien is

dat binnen de betonketen ook wel zo, dat de mensen zo functioneren. Is er dan iets wat een hele positieve sprong voorwaarts tegenhoudt op dit moment?

C: Als ik dat wist, dan zouden we dat wel proberen.

Ik denk dat er heel veel hangt aan geld, dus de economische waarde. Op het moment dat betongranulaat, of dat grind zó duur wordt dat betongranulaat goedkoper wordt, dan gaan ze dat natuurlijk toepassen in die projecten. Dus er is heel veel economisch gestuurd. En dat geldt ook aan de voorkant, als je kijkt op ontwerpniveau. Hoe flexibel kun je een ontwerp maken, zodat je altijd kan aanpassen aan .. denk dan even weer aan die bruggen van Rijkswaterstaat, die op een gegeven moment breder of zwaarder moeten. Daar moeten ze allemaal op voorbereiden. En er ligt een bestaande brug, wat ga je doen?

Verzwaren kan niet altijd, omdat dat niet in het ontwerp meegenomen is. Moet ie er uit en een nieuwe brug erin. Dat is eigenlijk zonde. Dús, kan jij in je ontwerp al iets ontwerpen, zodat je die brug langer, korter, breder, dat ie meer belast kan worden; kan je dat al bedenken? Máár, die investering daarvoor is groter. En dat is natuurlijk een lastige, zéker omdat je niet kan voorspellen 'gaat dat ooit breder worden? Of gaan we straks allemaal in hovercrafts rijden?' Dan hebben we helemaal geen belasting meer op die weg nodig. Dus dat is een beetje koffiedik kijken, waarop investeerders beslissen 'ik wil het wel of niet investeren.'

Kijk in gebouwen hebben we die geschiedenis al gehad hè, in de jaren 60, 70. Zijn we natuurlijk heel erg - dat heette toen IFD, industrieel flexibel demontabel bouwen - nu hebben we IFD, dat draait het een beetje om, maar komt op hetzelfde neer. Een beetje gericht op die prefab. En kan ik dus van te voren dingen bedenken waardoor ik het straks uit elkaar kan halen?

Maar je hebt dus en meer materiaal nodig, en dus een grotere investering; óp dit moment. Dus wat zou een doorbraak kunnen zijn?

J: Standaardisatie van het één of ander?

C: Nou ja, of dat ontwerpers er eens écht de tijd voor krijgen om echt goed over na te denken - en dan komen ze misschien wel op ideeën die én goedkoper, én een lagere milieubelasting zijn en flexibeler.

Maar we denken nu in de systemen die we nu kennen en een adviseur ... Ik was laatst bij een presentatie over duurzaam beton bij de Movares constructeurs en die zeiden ook: "Ja ik krijg gewoon geen mogelijkheid om een duurzaam alternatief te bedenken." Waarop een collega riep: "Ja dan doe je dat toch op eigen kosten?" Maar ja, dat kan je een keer doen, maar dat kan je niet blijven doen. Maar het kost je gewoon tijd om een ander model ernaast uit te denken. En een adviesbureau draait gewoon op uren, dus als zij daar niet voor betaald krijgen. Dan wordt dat vaak niet gedaan. Dus dat zijn wel een beetje die kinken... dus geld is echt een hele belangrijke motor.

Dus als jij nou ergens een geldboom hebt

En waarom innovaties in de bouw zo langzaam gaan, is dat dat vaak op projectniveau de innovaties gedaan worden, want dan is er geld. Dus als jij een project hebt van een paar miljoen en je doet 1% aan innovaties, dan kan je best wel leuke innovaties bedenken. Maar, die moeten dan van de opdrachtgever (wel) natuurlijk project gerelateerd zijn. Dus je bent elke keer een beetje aan het innoveren 'dan die kant op, en dan een beetje die (andere) kant op' dus je gaat maar zo langzaam vooruit. In plaats van dat je kan zeggen: "Dat is mijn doel, hoe kom ik daar?" Niet via die projecten normaliter.

J: Ja zoiets heb ik ook beschreven in mijn beschrijving van de bouw, dat dat een factor is die het lastig maakt.

C: En het zou leuk zijn als universiteiten hun denkkraft aan dat besteden om nieuwe dingen te bedenken, want dat kan best een doorbraak zijn voor de bouw; sommige dingen.

J: Hebben we dan wat we willen weten?

Ce: Ik heb in ieder geval een heleboel nieuwe informatie waarmee ik aan de slag kan.

39:33

C: Het belangrijkste is, dat is misschien wel leuk om even te vertellen, wij zijn met een innovatief bedrijf bezig om - zij doen spel ontwikkelingen - en zij hadden het idee opgevat, daar zijn ze zelf mee gekomen naar ons toe. En wij hebben hen daar opdracht toe gegeven, om te onderzoeken of een 'duurzaam beton game' iets zou opleveren in zowel het onderwijs, als met de professionals. Dus zij hebben heel veel interviews gedaan en waar zij nu op gekomen waren is dat het allerbelangrijkste wat dat spel moet bewerkstelligen; is natuurlijk een stukje begrip en informatie; dat heb je altijd. Maar vooral dat mensen het gesprek aangaan met elkaar. Want wat dat betreft is staal een stuk makkelijker, ik heb een stalen balk en ik weet wat het profiel is, dus ik weet wat ie ongeveer zou moeten kunnen.

Met beton ligt dat heel wat ingewikkelder, en dan gaat het erom dat je dat gesprek aangaat met 'wat wil je nou qua duurzaamheid?', dus de sustainability, en 'wat wil je qua levensduur hebben?' Want ik kan best beton ontwikkelen dat na 50 jaar lekker afbrokkelt. En misschien kan ik er dan duurzamere stoffen in stoppen... Misschien.

En nu zitten we wel heel erg in die stroom van 'beton moet 100 tot 200 jaar mee; en dat moet ie ook blijven kunnen.' En daarom kunnen we bepaalde dingen niet doen. Óf, we kunnen bepaalde dingen wel doen, maar dan moeten we het eerst testen; zeker weten dat het zo is. Zeker gebouweigenaren willen weten of hun gebouw, als ze 100 jaar willen hebben, dat ie ook 100 jaar blijft staan. En de 7 S'en van Steward Brandt?

J: Ja de layers.

C: Vind ik zelf altijd wel een hele mooie. Het mooie daaraan vind ik dat ie voor verschillende 43:10 bouwdelen/toepassingsgebieden zegt: "Die gaan ongeveer zo lang mee." En kies je materialen die passen bij die levensduur. En zorg dat je die verschillende levensduren weer uit elkaar kan halen. Dus aan de ene kant zeg ik vloerverwarming is hartstikke mooi want je gebruikt die massa van het beton. Maar vervolgens als blijkt dat je een andere capaciteit nodig hebt qua verwarming; je legt niet even die buisjes opnieuw. En als je die vloer wilt vergruizen, zitten daar wel buizen in die je eruit moet halen. Dus dan heb je wel de afweging, 'wat is dan handig?' Ja in de gebruikerstijd is dat heel handig. Maar (stel) kan ik hem als vloer opnemen en ergens anders gebruiken dan zou dat natuurlijk super zijn. Of, een gebouw wat heel lang mee gaat.

J: Nog een andere vraag, wordt de markt van beton bedreigd door substituten?

C: Dat hangt er heel erg vanaf wat voor element het is. Voor straatstenen heb je natuurlijk de gebakken variant, alhoewel denk ik eerder dat de beton variant voor de gebakken variant een gevaar is. Het gaat natuurlijk steeds meer richting beton.

Straten, maar dat is ook andersom. Dat beton meer asfalt in gaat nemen. Dat is ook een beetje een strijd.

In gebouwen, ja vanuit duurzaamheidsoogpunt wordt er wel gepleit om houten constructies te gaan gebruiken. Er zijn nu ook, ik geloof in Amsterdam, dat er een hoogbouwtoren komt van hout. Dat heeft heel lang geduurd, voordat we überhaupt vier verdiepingen durfde te bouwen met hout. Ook vanuit, vanwege geluid. Dus er zitten vaak wel betonnen vloeren weer in, om dat contactgeluid goed

te houden. Maar goed, zou je alles in hout willen bouwen, dan moet je 3 aardes helemaal met bos bebouwen om dat hout te kunnen voorzien. Dus is het dan echt een vervanging? Niet op grote schaal.

Kalkzandsteen in de woningbouw, ik weet alleen eigenlijk niet of het écht meer toegepast wordt; of het meer wordt dan eerst? <Maar dat zijn natuurlijk keuzes die je kunt maken. Ik zet er prefab beton in, of ik ga betonstorting doen, of ik ga kalkzandsteen gebruiken. Waarbij je misschien vanuit arbeidssituatie en het stapelen van losse onderdelen industrialisering, meer richting prefab beton zou willen gaan? Dus wie gaat het winnen, ik weet het niet. Misschien heb je alles wel nodig?

J: Het valt wel mee dus qua substitutie gevaar.

C: Nou volgens mij is er niet iets wat het beton nou heel erg bedreigd. Kijk elk materiaal heeft zijn eigen eigenschappen en kwaliteiten. En voor het ene project is het ene product meer geschikt dan het andere in een situatie. En dat is altijd zo geweest en dat zal altijd zo blijven. Of er moet een heel erg groot embargo komen te staan op CO2 gebruik. Dan ga je andere soort keuzes maken. Misschien.

J: Legt uit waar vraag vandaan kwam, 'biobased kunstofwanden/-elementen'.

C: Ja geopolymeren heb je hè, geobeton.

J: Okay, dat ken ik niet?

C: Dat is een beton dat niet met cement aan elkaar geplakt wordt, maar met een cementvervanger; geopolymeren. Dus ook een chemische reactie maar daar zijn nog onvoldoende tests mee gedaan.

Kijk in Australië wordt er wel constructief al mee gebouwd; in gebouwen (binnenkant). Dan wordt het niet te veel bloot gesteld aan de elementen. En in Nederland wordt het nu alleen toegepast in fietspaden op dit moment, alleen daar moet de grote vorst nog overheen; want we hebben nog niet zo'n koude winter gehad. En daar zijn wel de vraagtekens bij of dat overeind blijft of niet. En als die test geweest is kunnen we weer een stap verder doen.

Dat soort dingen die je nu noemt, kunststoffen en dergelijke; en eigenlijk geldt dat ook voor dat gehydrateerde cement en dat soort dingetjes. Die zijn nu nog op zulke kleine schaal, dat dat de grote productie van beton .. dat dat daarin eigenlijk nog niks betekent. Dus je moet hem écht kunnen opschalen, voordat je er iets mee kan.

- einde -

J: Hoe ik Buurman voor mij zie, is dat jullie alleen maar resthout krijgen en niet - objecten - om dat zo maar te zeggen.

L: Ook wel, maar niet zo vaak.

J: je zegt we hebben x leveranciers. Wat voor partijen zijn dat dan?

L: Dat lijkt mij het interessantst voor jou om te weten, waar komt nou het hout vandaan? Er is heel veel hout op de markt - wat zijn de houtstromen die wij binnenkrijgen?

1. Van bouwbedrijven, niet de slopers maar nieuwbouw partijen. Die gebruiken heel veel hout op de bouwplaats. Steigerhout is heel bekend. Betonplex, platen waar beton in gestort wordt. Spatlatten, op betonplex worden weer een soort van hekjes gezet; dat heten spatlatten. Dat zijn een beetje de typen hout die vrijkomen bij nieuwbouw.

J: Aan het begin van de levensfase.

L: super aan het begin van de levensfase, die zijn soms maar een paar weken gebruikt. Soms afhankelijk van de projectontwikkelaar worden ze naar een aantal bouwlocaties achter elkaar meegenomen, maar meestal worden ze maar één keer gebruikt en daarna wordt het weggegooid. Het is gewoon 'verbruiksmateriaal', net als steiger bouwen. Dat is ook, dat wordt dan hergebruikt, maar het is gebruiksmateriaal. Baddingen zijn ook een heel goed voorbeeld, dat zijn vrij stevige balken. Die worden gebruikt om bekistingen te versterken. Beton is droog, houten kisten uit elkaar en wordt in de container gegooid. Eén keer gebruikt.

Dat is hout waar we graag mee werken, want het is eigenlijk als nieuw; één keer gebruikt. En het heeft vaak veel van dezelfde afmetingen. Bekistingen dat zijn vaak lange grote lengtes, kwalitatief hout. En betonplex sowieso want dat is gewoon mooi spul. Dat is gewoon heel duur; watervast, gelijmd multiplex. En zij gebruiken dat één keer.

Maar dan heb je wel heel veel platen - je kunt je voorstellen een gebouw is groot, dus de betonbekistingen zijn vaak stroken van 30 en dan soms meters lang en dan heel veel. Die zijn aan één kant besmeurt met beton.

Wij krijgen dan van die platen binnen, die zijn helemaal smerig. Dan doen we er soms een bewerking overheen en zeggen we , een uur lang die platen schoon schrobben en dan heb je weer schoon betonplex. Dus dat is een bewerking die wij eroverheen doen; arbeid die we investeren.

Dat is één leverancier, de bouw, als je het over hout hebt. De bouw levert ook nog wel eens verkeerd bestelde nieuwe materialen, zoals bijvoorbeeld 200 deuren die aan de verkeerde kant voorgeboord waren. 03:02

Helemaal nog in de verpakking, helemaal nieuw, klaar voor de container.

Wat we ook wel eens krijgen van de bouw zijn ijzerwaren. Halfvolle doosjes bouten, schroeven, moeren. En dan hebben ze geen zin dat mee te nemen naar de volgende werkplaats.

2. Musea en andere kunstinstituten, maar vooral musea. Die bouwen exposities op van heel ander materiaal. Bouwbedrijven gebruiken materiaal wat natuurlijk jaren mee moet kunnen gaan.

Exposities bouwen materiaal wat een paar maanden moet blijven staan, maar wat natuurlijk heel veel langer meegaat. Dus ook mdf, multiplex, gewoon 2x3 latten.

J: Is dat ook weer zo goed als nieuws?

L: Ja. Natuurlijk, bij zo'n expeditie gebeurt natuurlijk ook niets smerigs, dus daar staan dan wandjes die zijn gebouwd. En dan drie maanden later moeten ze weer weg. Ja, daar is niet zoveel mee gebeurd. Dat is daarom als nieuw. Het is wel een paar maanden oud ... dat zijn ook materialen die we krijgen. Dan heb je het echt over expositie bouwmaterialen. En vaak is dat moment van afbouw opbouw heel kort. Daarom werken we ook heel vaak met de opslag van dat soort musea en dan brengen ze eerst alles naar opslag en dan op een gegeven moment nemen ze de tijd om hun opslag uit te zoeken en dan komt er van een paar jaar lang spul naar ons toe. Dus dat is een heel ander soort hout; vaak verwerkt hout, niet massief. En vaak geverfd en met allemaal posters en printjes erop.

J: En is er dan nog ander hout, wat dan niet die als nieuw eigenschap heeft? Want als je dan kijkt bij circulariteit, dan heb je dus 'wat je er mee kan doen', maar als het nieuw is kan je er nog alles mee doen. Wat voor hout krijg je dan binnen waar dat dan niet mee kan en wat gebeurt daar dan mee?

L: Maar wat je ermee kan heeft helemaal niet te maken met de levensduur, met hoe lang het al bestaat. Als wij een balk krijgen uit een huis uit de 17e eeuw. En het is een dikke balk van 3 meter lang, dan kun je daar heel veel meer mee dan met een stuk betonplex wat net een maand geleden geproduceerd is en één bekisting heeft gediend.

Het gaat gewoon om hoe - een plaat MDF uit een tentoonstelling, als die bij het demonteren van één tentoonstelling een butts heeft gekregen omdat iemand verkeerd heeft gedraaid. Dan kan je met die hele plaat dus bijna niets meer mee, of je moet hem gaan verwerken. Een houten balk uit een boerderij die blijft waardevol. Het maakt echt niet uit hoe oud die is. Dus dit (de 10 R'en) is heel slecht toepasbaar op hout, omdat je dan eerst hout moet specificeren in 'massief hout', 'verwerkt hout', 'geschilderd hout' ... het heeft allemaal zijn eigen ... want geschilderd hout kun je bijvoorbeeld niet laten composteren, onbewerkt hout wel.

MDF, na één regenbuitje kun je het weggooien. Betonplex gaat heel lang mee. Dus alles - je kunt hout niet als één materiaal zien. Dus dat is een belangrijke footnote.

Hout gaat nooit (passen met R'en tabel) ... want hout kun je niet repareren.

J: Dat klopt. Dat is ook hetgeen ik al zei (aan het begin) dat misschien niet alles (alle R'en) op gaan voor hout. En dat dit meer opgaat voor producten, van meerdere onderdeeltjes, dan één object.

L: Eigenlijk het enige wat je kunt doen is het repurposen of recyclen.

J: En daarna nog verbranden.

L: Verbranden is nooit circulair, hoe je het ook went of keert.

J: Nee, want dan gaat het verloren.

L: Dat is écht de allerlaatste. En bij MDF bijvoorbeeld, daar zit lijm in en dan komen er giftige gassen vrij. Dat wil je gewoon niet. Dus dat is ook wat we proberen te voorkomen, door middel van hergebruiken. En dat heeft natuurlijk een beetje te maken met de 'ladder van Lansink'. En die is misschien beter toepasbaar op hout, want dat zijn maar vier stappen. Voorkomen, hergebruiken, recyclen. Daar zit het hele refurbishen of remanufacturen niet in. En daarin proberen wij altijd zo hoog mogelijk te mikken. En dan is hergebruik dus boven recycling.

Dus een balk uit een boerderij, die willen we het liefst één op één doorzetten naar een balk voor hier een dak, in plaats van hem in kleine blokjes te zagen en er kaarsenhouders van maakt.

Dat heeft altijd de voorkeur want dan blijft de balk in zijn waarde en in zijn kracht.

J: En dan kan het altijd dat later nog worden eventueel.

L: Hij kan altijd nog een stapje naar beneden, maar je probeert hem zo lang mogelijk op dezelfde waarde te behouden. Dat is wat wij als 'Buurman Rotterdam' met alles proberen te doen. Dus het proberen te verkopen zoals het was. Dus een raam, komt binnen als raam en verkopen we als raam. Een raam gaan we niet vershredderen en het kozijn verkopen, het glas verkopen. Een raam is een raam en heeft zijn waarde als raam. Een deur, een deur.

J: De waarde zo lang mogelijk vasthouden.

L: Ja, in z'n laag. Als je deze laag ziet (wijst naar R'en tabel), het komt binnen in een bepaalde laag en die proberen we zo te houden. Het is inderdaad een 'MDF plaat die gebutst is', dan zagen we het randje eraf dat gebutst is en proberen we hem alsnog als MDF plaat te verkopen.

J: Ja dat is volgens mij ook waar 'circulariteit' voor staat; zo lang mogelijk de waarde behouden.

L: Ja. En bijvoorbeeld zo'n expositie paneel, of een plaat .. De kans dat die ook weer bij een expositie terecht komt is heel klein. Dat is dan wel heel direct gebruik, maar die wordt dan verzaagd tot iets; of een kast of tot... Dat zou je dan ook nog upcycling kunnen noemen.

3. De laatste materiaalstroom, die voor jullie mogelijk belangrijk is komt van de milieustraat waarmee wij mee samenwerken.

Daar krijgen we dus hout van, die particulieren wegbrengen. Vaak uit huizen of verbouwingen van hun huis. Dus dat zijn soms hele oude materialen zoals vloerdelen, balken, soms honderd jaar oude materialen. Soms restanten van nieuwbouwmaterialen zoals rest pakketten laminaat. Maar als we dus echt oude materialen hebben, dan komen die dus daar vandaan.

J: Dat lijkt mij dan heel erg lastig, omdat particulieren naar mijn idee altijd best klein bezig zijn. Of

L: Ja, maar op de milieustraat komen 100en mensen op een dag. Eén particulier heeft misschien maar drie balken, Maar 100en particulieren hebben honderden balken en die verzamelen ze bij milieustraten ter plekke. Wij komen dan één keer per week ophalen en dan liggen daar honderden balken, in plaats van drie.

J: En dan heb je wel een wensenlijstje van 'het moet minimaal zo groot zijn' etc.

L: Precies, minimaal zo groot; minimaal zo lang.

J: Laatst heb ik hier een huisje getimmerd van resthout. De planken die ik gebruikte daar zaten allemaal spijkers. De kosten van het verwijderen hiervan, die komen er dan nog allemaal bij bij de prijs. Hoe blijft de prijs dan toch rendabel?

L: Alle materialen krijgen we (gratis). Als je bij ons een plank koopt dan betaal je - als je bij de Gamma een plank koopt dan betaal je voor het planten van de boom, verzorgen van de boom, kappen van de boom, het er balken van maken, transporteren van Rusland naar Nederland en uiteindelijk in de stelling zetten van die planken bij de Gamma; dat is dus de prijs van je balk. Als je bij ons een balk koopt dan betaal je voor de moeite die we hebben moeten doen om die balk bij ons te krijgen, de arbeid voor het spijkers eruit trekken en het transport wat we hebben moeten doen van 20 kilometer ver naar ons. Het heeft dus een hele andere prijsopbouw en je betaalt dus niet er bovenop, want de grondstof is in principe gratis want dat is afval geworden.

Dus in die zin zou je kunnen zeggen als je een balk kopt bij de Gamma dan betaal je mee aan het kappen van bossen en als je balken koopt die hergebruikt zijn dan betaal je mee aan arbeidsplaatsen voor mensen die hebben ontspijkerd en opgehaald.
Dus je waarde, wat je betaalt, gaat naar hele andere toepassingen.

J: Hebben jullie dan ook op sociaal gebied nog een bepaalde groep werkende? Zoals bijvoorbeeld mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt?

L: Ja, we hebben een werkplaats waar een aantal mannen dit doen die in een uitkeringssituatie zitten.

12:36

Vraag of Justus nog vragen heeft.

L: Waar komen jullie hout tegen?

Ju: Niet zoveel bij de gebouwen die we tot nu toe geïnventariseerd hebben. Het hout zit dan in de binnenste laag verwerkt. Want de twee gebouwen die we al hebben geïnventariseerd die zijn alle twee voornamelijk stalen constructies.

L: Het zit dan misschien in kozijnen als die niet van PVC zijn.

Ju: Volgens mij kozijnen van aluminium. Maar er zijn een aantal balken zoals de vloer - ik weet niet of je de Leckere kent?

L: Niet echt ..

Ju: Daar zijn de steunbalken, die zijn van hout, hergebruikt.

L: Maar wat wil je daarmee? Wil je daar een circulaire indicator aan hangen voor toekomstig gebruik? Voor volledig gebruik? Of hoe ?

Ju: Toekomstig gebruik en in ieder geval dat we de circulariteit van het gebied daarmee aan de hand kunnen bepalen. Dat is wel een beetje lastig aangezien dit gebouw niet representatief is voor de rest van het gebied. Dus we proberen een soort 'checklijst' te maken aan de hand van andere case studies.

L : Ja, want de gebouwen die hier staan daar zal weinig hout in zitten, ja.

Ju: Het is wel een materiaal wat veel voorkomt in het algemeen.

L: Je kan dus inderdaad wel rekening mee houden dat nieuwbouwprojecten, dat daar dus hout op de bouwplaats wordt gebruikt; en hoe ze daar dan mee omgaan.

Het is best wel makkelijk om ... We hebben bijvoorbeeld een bankje ontworpen, heel smal, gemaakt van baddingen. Er lagen een keer héél veel baddingen - dikke balken van 45cm - op de werkplaats echt héél veel. Dus toen hebben we een bankje ontworpen daarmee en hebben we daar heel veel van geproduceerd. Dus dat is wel een heel direct voorbeeld van 'material driven design'.

Dus je zou ook kunnen kijken van wat zou er nog gebouwd of verbouwd moeten worden? Hoe zien die bouwplaatsen eruit? Welke materialen gebruiken ze op die bouwplaatsen die aan het einde van het bouwproces de container in verdwijnen? **En kunnen we met die 'bouwprocesmaterialen'**

iets doen wat terugkomt in het gebied? Zoals baddingen of betonplex, of stijgerlatten, maar daar hebben ze in middels zelf al kanalen voor.

Daar valt nog wat te behalen.

Ju: Waarom komt 90% van jullie hout niet uit gebouwen, maar uit 'het bouwproces'?

L: Omdat wij niet samenwerken met slopers omdat slopers al zelf een vrij goede ... Hun businessmodel zijn die materialen. En het businessmodel van de bouwers zijn niet die materialen, die zijn ruis, dus die gooien ze weg. Dus je kan veel meer impact maken door materialen ergens weg te halen waar ze helemaal niet zouden worden gerecycled of wat dan ook, dan ze ergens weg te halen waar dat al een beetje gebeurt.

Dus bij musea bijvoorbeeld, daar is niemand hier mee bezig. Iedereen is bezig met hoe de tentoonstelling eruit ziet en verloopt. Niemand binnen zo'n kunstinstelling denkt na over "Wat als die materialen straks weggaan?" Dus als je die rol pakt dan doe je iets nieuws. En daar is bij, als je tegen een sloper zegt: "Die balken die jij verkoopt, zal ik die niet verkopen?" Dan maak je geen verschil.

J: Dan gaan we nog met een sloper praten over hout.

L: je zou een sloper kunnen vragen, er zitten oude vloerbalken in en wat doe je daar dan mee? "Versnipperen", dat is heel erg laag .. dan kun je het gesprek aan gaan.

'Gebruikte bouwmaterialen', die maken bijvoorbeeld vanuit houten vloerbalken nieuwe kozijnen die zij leveren aan 'Velux'.

Mind map

J: Circulariteit is best wel een nieuw concept. En om zo'n nieuw concept te laten slagen is het belangrijk dat alle projectleden óf op z'n minst op één lijn zitten, maar ook het concept snappen zodat het in al zijn waarde uitgevoerd wordt.

L: Ik doe niet echt mee binnen dit gebied hè.

J: Nee, maar je doet wel mee met kennisinbreng binnen dit project. Daarom ben ik geïnteresseerd in hoe je over circulariteit denkt.

De vraag is:

Wat is er nodig voor circulaire (her)ontwikkeling van gebouwen?

Start tekenen

19:41

L: Wat daarvoor nodig is, is een welwillend team. Dat is denk ik het belangrijkste. Team/opdrachtgever.

(Herhaalt vraag)

Een kwalitatief goed gebouw wat er al staat, want je kunt wel iets nieuws ontwikkelen of eraan plakken, maar als wat er staat prut is dan heeft dat niet zoveel zin.

Toegewijde aannemer, heel belangrijk; anders kom je nergens.

Wat er ook gewoon nodig is, is dat er ... het grote vraagteken is "Wanneer is een gebouw circulair herontwikkeld?" Moeten de materialen die erin gaan circulair hergebruikt zijn? Of moeten ze oneindig kunnen worden toegepast?

J: En wat denk jij dan?

L: Ik denk dat met het oog op de toekomst belangrijker is. Dus dat de materialen die erin gaan lang meegaan. En afhankelijk van de duur ... nou ja, de ambitie moet passen bij ...

De circulaire ambitie van de herontwikkeling moet passen bij de planning van het gebouw zelf.

Je gaat niet een gebouw circulair herontwikkelen als het maar vijf jaar mag staan, want dan moet dus de ambitie zijn dat het demontabel is.

Je moet schakelen tussen de aspecten van hergebruik, demontabiliteit, biobased en die aspecten van circulair bouwen moeten worden 'gefinetuned' met de ambitie van de eigenaar. Dat is denk ik eigenlijk het belangrijkste.

Als een gebouw honderd jaar moet blijven staan, dan hoef je het niet demontabel te maken .. of tenminste misschien wel, maar dan is het belangrijker dat wat erin gaat een gezonde impact heeft op zijn leefomgeving.

J: Omdat je niet zo ver vooruit kan kijken ...

L: Ja en als iets maar 20 jaar mag blijven staan, dan wil je heel erg focussen dat over 20 jaar alle onderdelen er goed uitkomen en hun waarde behouden.

Dus het zit heel erg in de duur van het project.

Termijn waarin je denkt - heel erg belangrijk voor je ambitie.

Hergebruik is niet perse circulair.

J: Heb je daar een voorbeeld van?

L: Hergebruik is heel belangrijk, maar je hebt heel veel giftige materialen en die moet je niet willen hergebruiken. Want die zijn gewoon giftig.

Hergebruik is niet de 'heilige graal', vooral in de gebouwde omgeving. Kijk in meubilair enzo .. MDF is ook geen fantastisch materiaal, maar je kan er beter nog een tafeltje van maken dan dat je het weggooit.

En met 'trespa-materiaal', trespa gaat oneindig mee. Ik kan me voorstellen dat er heel veel trespa in het gebied zit. Als ze iets gaan herontwikkelen en je gaat een super duurzame biobased gevel maken, maar daardoor gooi je wel heel veel trespa weg. Dan is dat niet circulair vind ik, want dan gooi je heel veel weg wat nog een waarde heeft.

Dus wat er nodig is voor een circulaire herontwikkeling van gebouwen, het goed in kaart brengen van materialen die je dan ontmantelt én een plan daarmee. Want mensen zeggen heel makkelijk:

"Dat is een lelijke trespa gevel, we vervangen het door groene beplanting; dat is circulair." Nee, trespa gaat oneindig mee, dus laat het in zijn waarde of geef het een nieuwe toepassing óf pas het creatief toe zoals zo (wijst op gebouw HvC), maar ...

J: Dat vind ik een mooie om het mee af te sluiten.

Slot over nog verifiëren van verwerkte mindmap/antwoorden en dat ik daarom nog een keer een mailtje stuur hiermee en daar antwoord op zou willen omwille van de validiteit van de verwerkte data.

Cognitive maps

Barrier

No direct economic value in circular redevelopment
as a result of spillover effects
"What's in it for me?"

Current financial and ownership structures

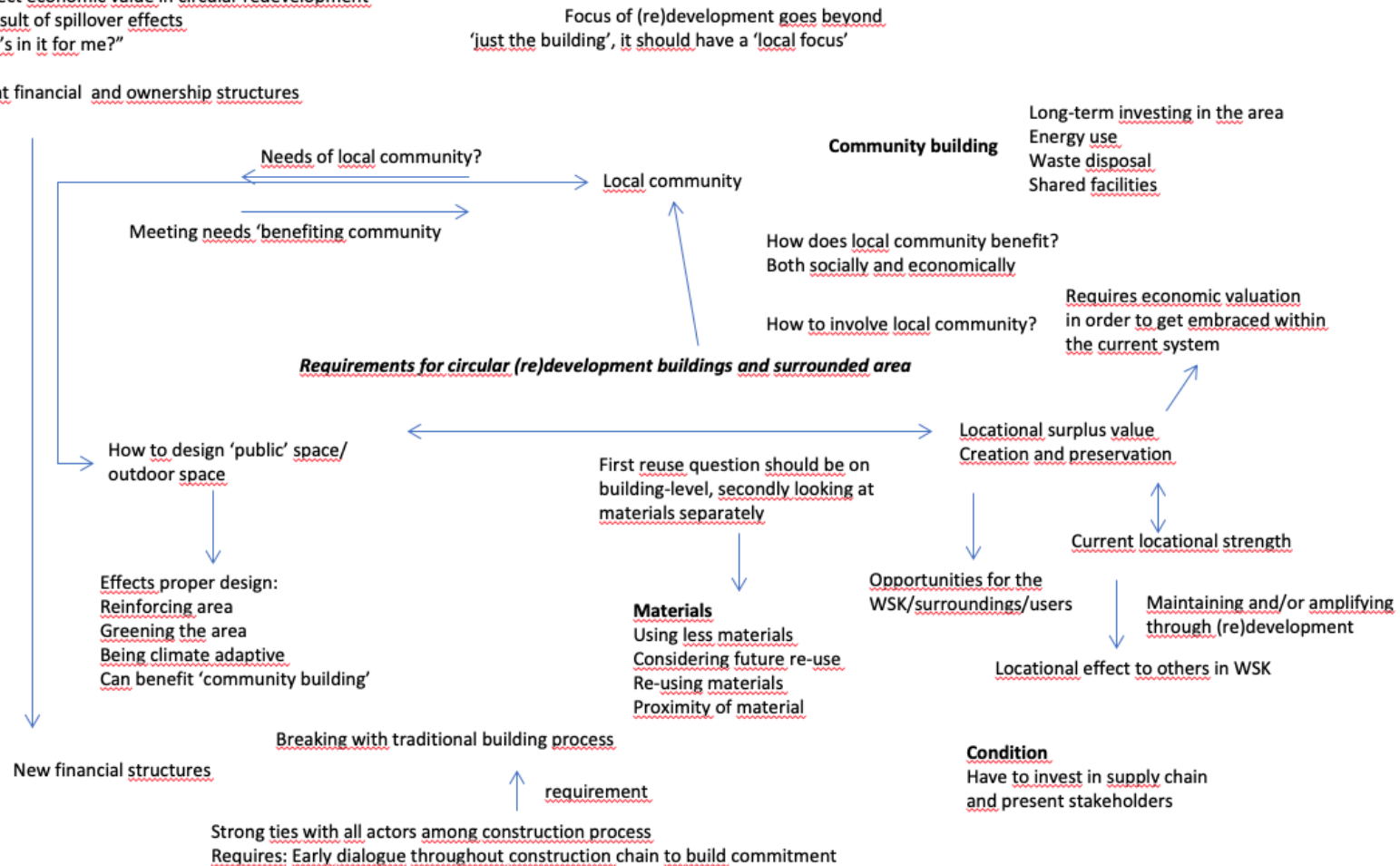
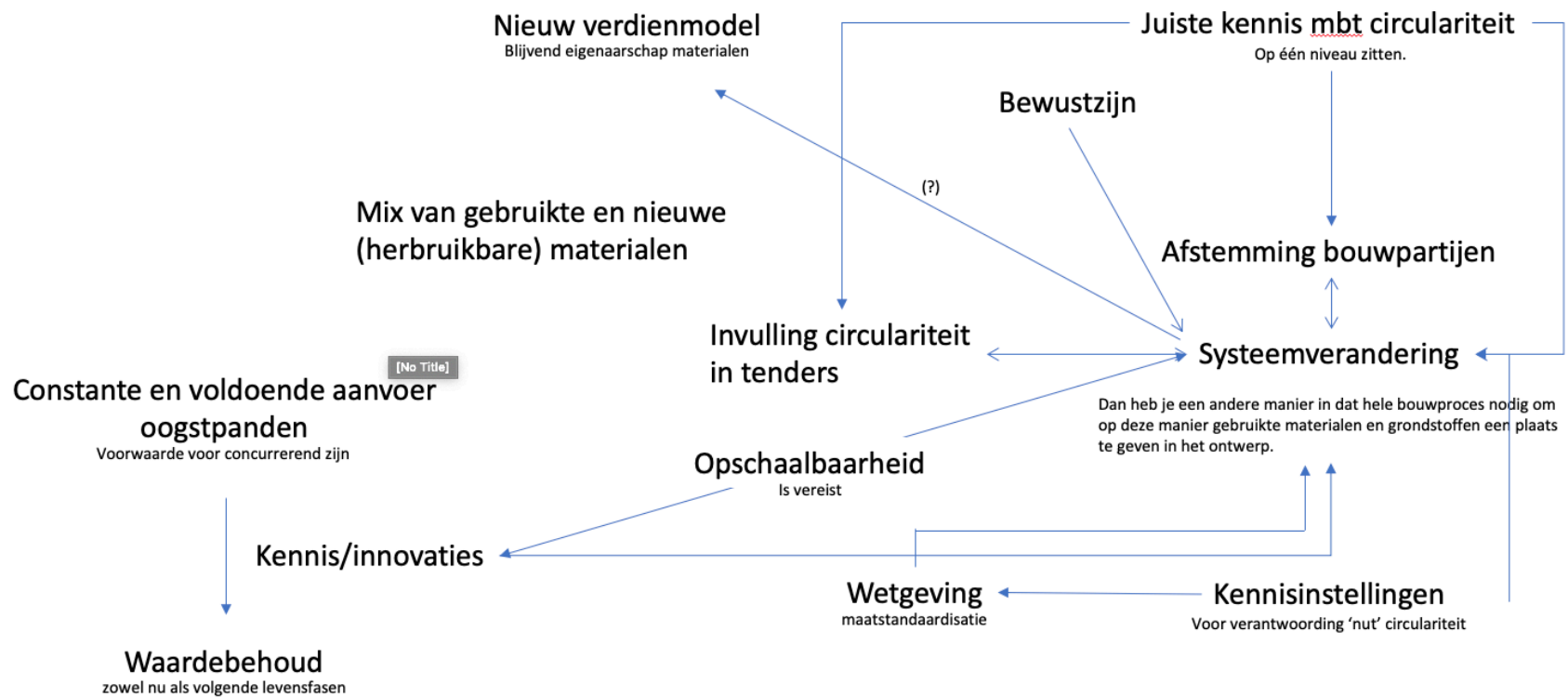


Figure 12, Cognitive map respondent 1.



Wat is er nodig voor succesvolle circulaire (her)ontwikkeling?

Figure 13, Cognitive map respondent 2.

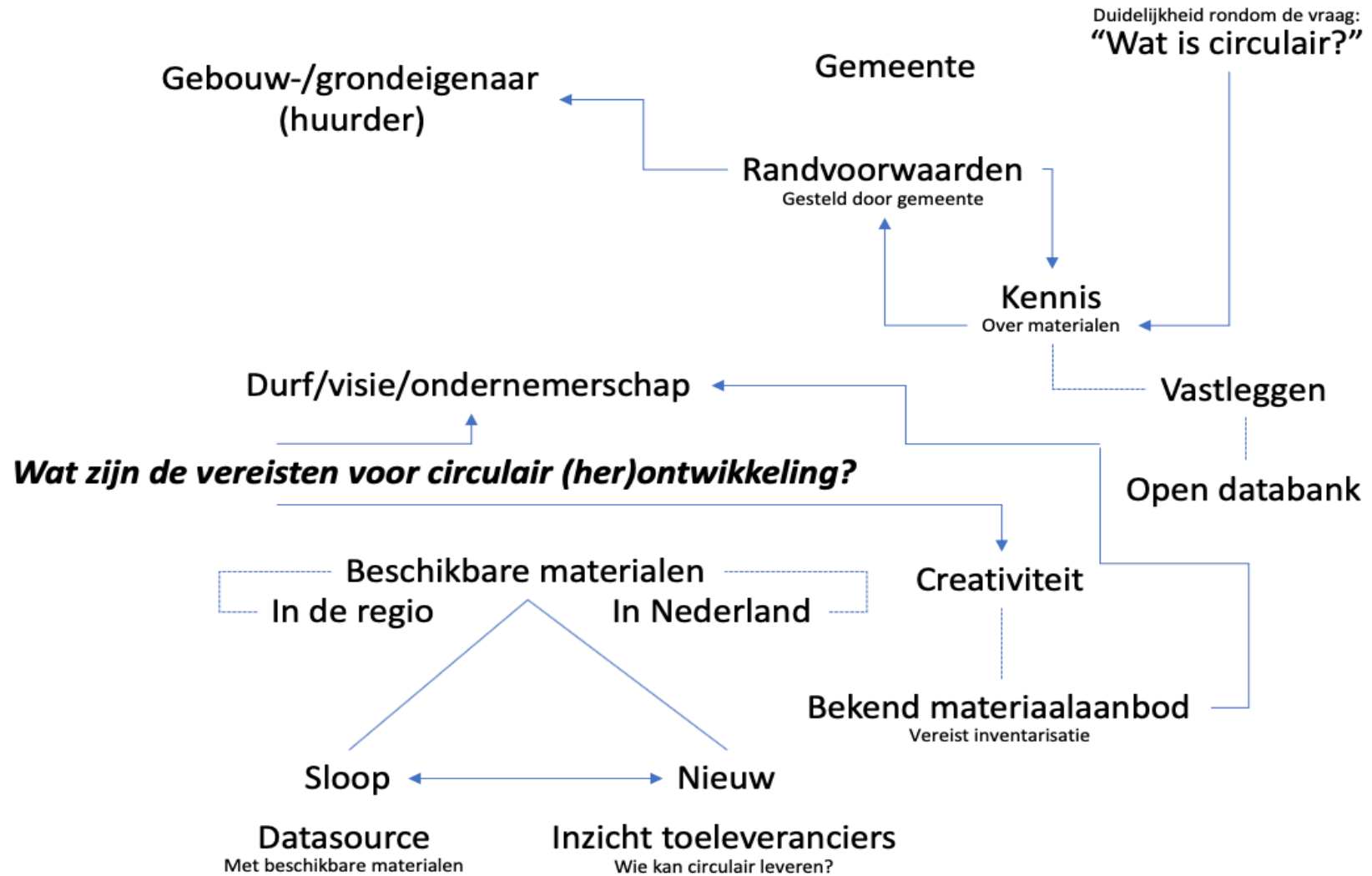


Figure 14, Cognitive map respondent 3.

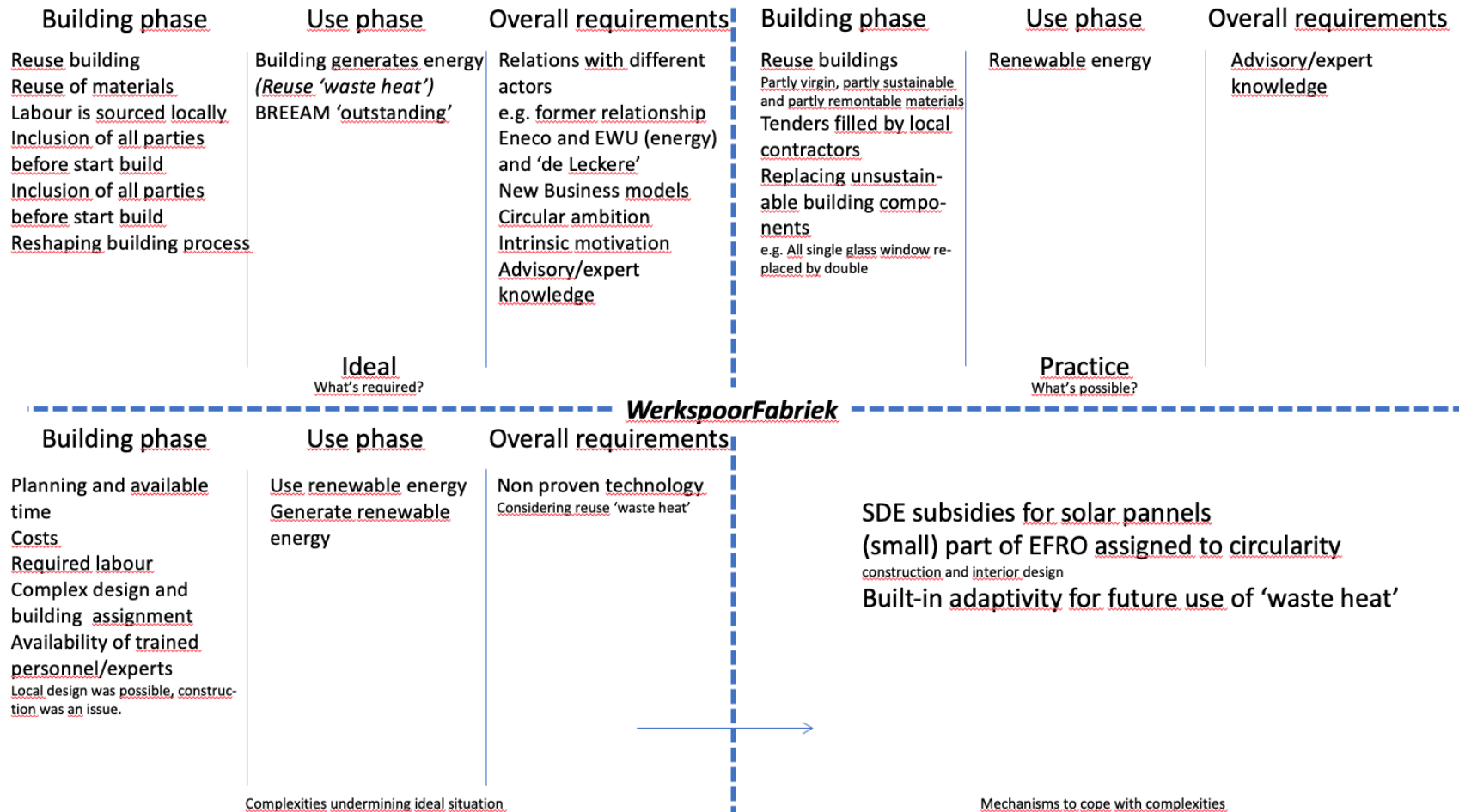


Figure 15, Cognitive map respondent 4.

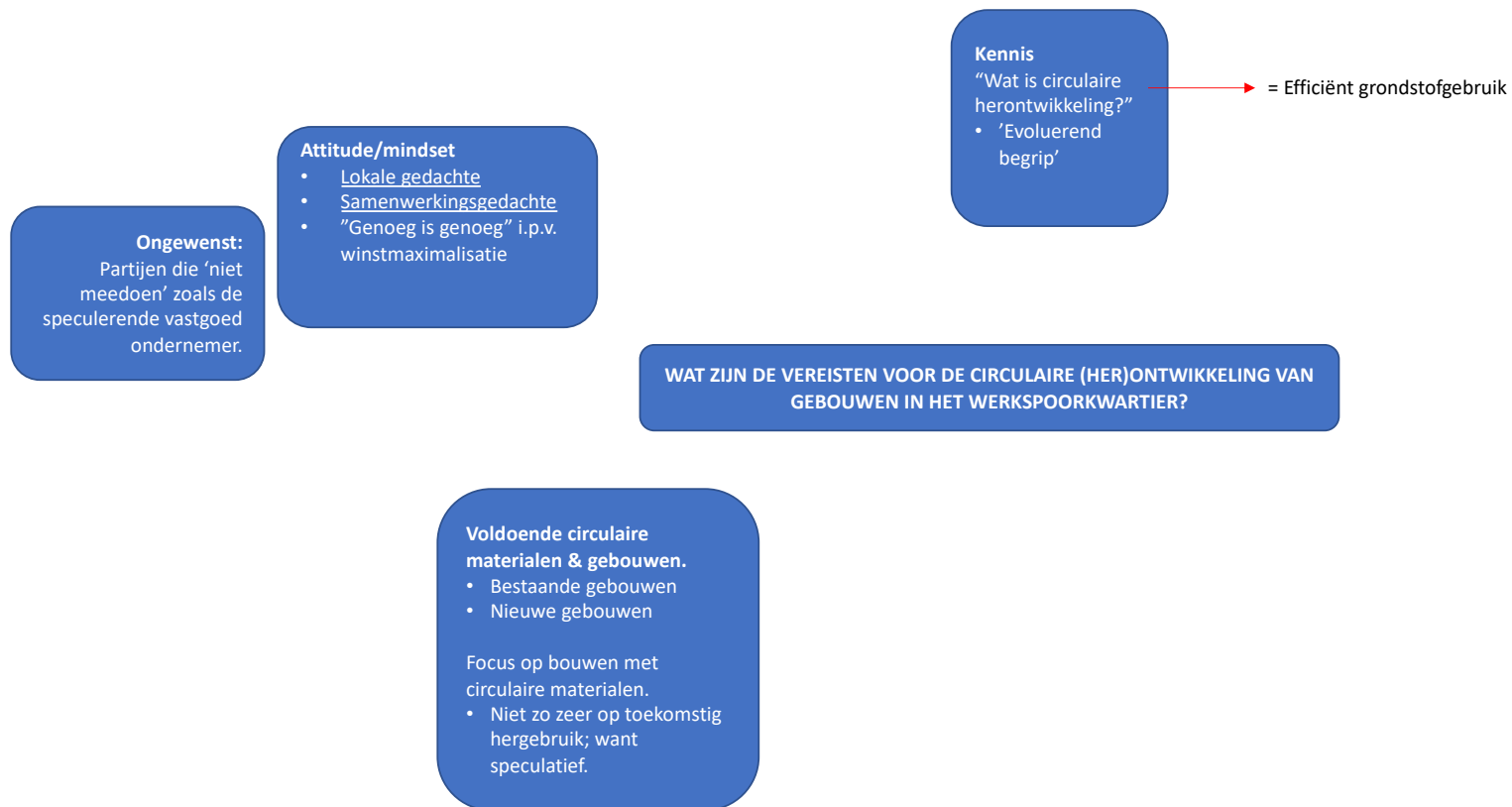


Figure 16, Cognitive map respondent 5.

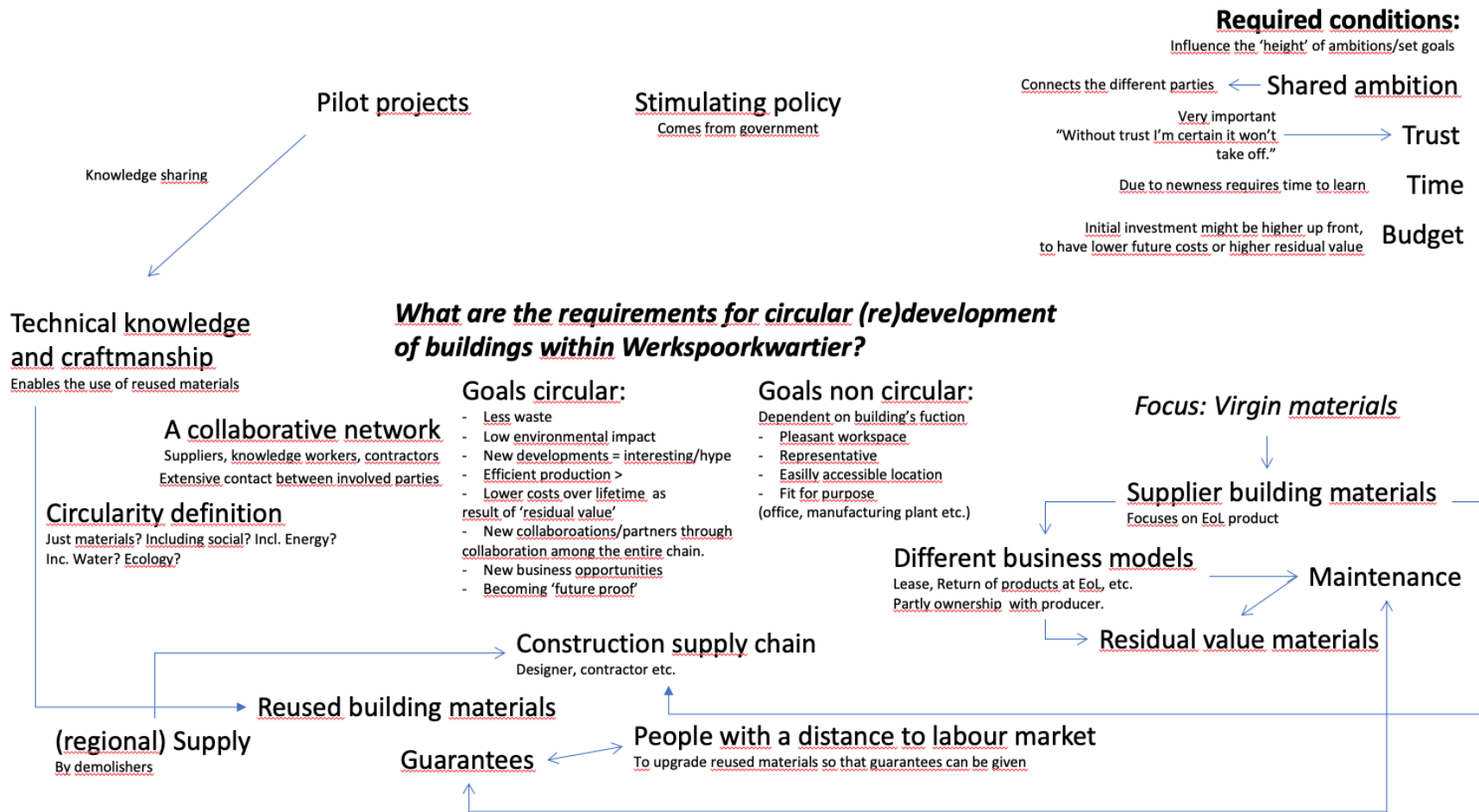


Figure 17, Cognitive map respondent 6.

Appendix D: Calculations

Tables 8 to 26 displayed the difficulty that was faced regarding including the spreadsheets in this document. Therefore it was chosen to not add the spreadsheets as a Word-file but to share these in Excel-format.

The created Excel spreadsheets can be downloaded at:

<https://drive.google.com/file/d/1hP60N3NoQ8wVE8Nf0tU3mrsiCe8zSczr/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/1vOApPUNE07n25eZ5I4iU7hijy-0hgga6/view?usp=sharing>

Below follows a description of the made calculations.

Inventarisatie gebouwen

Excel-file 'inventarisatie gebouwen' contains the inventoried data regarding all buildings.

Tab All materials + R holds the calculations regarding the circularity potential, based on weight of the material.

Tab Informatie, holds data regarding the density of the inventoried materials. Using this information the amounts of material present in all buildings was calculated.

The tabs Aluminium (aluminum), Hout (wood), Staal (steel), Metselwerk (masonry), Beton (concrete), Glas (glass), Mineralen (insulation) and Kunststoffen (plastics) hold the inventories of the different materials per building. Some rows have been colored to improve the readability, e.g. the wood categories were divided using colors.

The tabs R Leckere, R fabriek, R hof, R stedin, R sportbox, hold the explanations how the circular strategy was decided.

Impacts per material vicslaptop

Excel-file 'Impacts per material vicslaptop' holds all the calculations that were made regarding the sustainability implications.

The tabs Alu, Con, Gla, Ins, Mas, Pla, Ste hold the values related to RVM use, Energy use and CO₂ emissions for primary production and the relevant circular strategies.

Tabs Leckere Sankey, WSF, HvC, Stedin and Sportbox form the backbone of the 'results tabs' of the different sustainability implications.

Savings were calculated by combining the amounts of material, retrieved from 'inventarisatie gebouwen' and with the values related to the RVM use in tabs Alu, Con, Gla, Ins, Mas, Pla, Ste.

The 'results' tab hold the data used in tables 7 – 26.

Appendix E: Four step guide

Werkwijze inventarisatie (V2.0)

In dit document wordt puntsgewijs beschreven hoe de inventarisatie van de gebouwen zal verlopen. De opgestelde methode wordt getest aan een te inventariseren pand, hierna wordt gereflecteerd op de methode en wordt deze zo nodig verbeterd (zie versienummer).

Stap 1: Analyse bouwtekeningen

1. Componenten herkennen, naamgeving en locatie

Maak een lijst per gebouw (vul het Excelbestand “Longlist inventarisatie componenten” in) met alle gevonden componenten*. Geef daarbij de genummerde componenten de volgende benaming: **Component [nummer], [functie], [locatie]**

Bijvoorbeeld: Component 1, IPE ligger, 1^{ste} verdiepingsvloer.

Probeer zoveel mogelijk componenten te herkennen op de bouwtekeningen en geef gelijke componenten (dezelfde afmetingen en dezelfde materialen) hetzelfde nummer en noteer deze op de bouwtekeningen.

*Let op! Bij een component met meerdere materialen moet deze in tabblad 2 ingevuld worden!

2. Bepaling maten & materiaal

Bepaal uit de tekeningen welke afmetingen de componenten hebben (l*b*h) en vul dit in het Excelbestand in. Bestaat het component uit meerdere delen (of meerdere materialen) bepaal dan ook de afmetingen voor elk materiaal apart. Probeer de materiaalsoort te achterhalen aan de hand van de arceringen op de bouwtekeningen.

3. Bevestigingsmethode

Achterhaal de bevestigingsmethode per component. Dit kan door detailtekeningen te bestuderen of literatuur raad te plegen. Wanneer er niet met zekerheid te zeggen is hoe de materialen aan elkaar gemonteerd zitten, laat dit gegeven dan open.

Stap 2: Inventarisatie op locatie

1. Ontbrekende gegevens aanvullen

Neem de longlist mee naar de locatie en vul de lege velden verder aan. Denk hierbij aan materialen, afmetingen en bevestigingen die niet uit de tekeningen afgelezen konden worden. Check tegelijkertijd of de gemaakte aannames vanuit de tekeningen overeenkomen met de werkelijkheid. Pas deze gegevens waar nodig aan.

2. Inventarisatie benodigdheden

Wanneer je gaat inventariseren neem je meerdere hulpmiddelen mee om gegevens vast te leggen. De volgende middelen zijn minimaal vereist

- Camera of opgeladen telefoon, voor het maken van heldere foto's.
- Rolmaat, voor het opmeten van ontbrekende maten.
- Magneet, voor het identificeren of controleren van materialen.
- De longlist, voor een overzicht van de gegevens en de lege velden verder aan te vullen.
- Bouwtekening, voor het aangeven van de componenten en aantekeningen.
- Pen en papier, voor het maken van aantekeningen.

3. Rapporteer middels foto's

Maak op locatie meerdere foto's van goede kwaliteit, denk hierbij aan overzichtsfoto's, bevestigingen, onduidelijkheden, verschillen tussen de tekeningen en de werkelijkheid en bijzonderheden.

Upload de foto's in de drive-map en geef de foto's de volgende benaming: **[gebouw], component [nummer], [functie], [locatie], foto [nummer]**.

Voorbeeld: De Leckere, Component 1, IPE ligger, 1^e verdiepingvloer, foto 1.

Verwijs in de longlist naar de bijbehorende foto's

Stap 3: Gegevens verwerking

Wanneer de longlist compleet is kunnen deze gegevens in het document "Circularity Matrix" verwerkt worden. Hierbij worden alle materialen gesplitst over de verschillende tabbladen. De componenten waarbij verschillende materialen voorkomen worden dan ook gesplitst op materiaal. Door in dit document de afmetingen in te vullen kan het aantal kilogrammen door het Excelbestand berekend worden. Samen met het invullen van de functie en de bevestigingsmethode geeft dit een compleet overzicht voor een bepaald materiaal in alle geïnventariseerde gebouwen.

Stap 4: Invoering 'R'-en

Uit expert interviews en literatuuronderzoek blijkt de meest haalbare hergebruik mogelijkheid voor componenten. In het bestand "Circularity Matrix" wordt deze meest haalbare 'R' gekoppeld aan het betreffende component. Het Excel bestand toont op verschillende niveaus het percentage gewicht dat onder een bepaalde 'R' valt.