

# Het hergebruikpotentieel van constructiematerialen in het naoorlogs UGent-patrimonium: casus 'Paddenhoek' en 'UZ Blok B'

Elena Dhondt, Julie Van Raemdonck

Studentennummers: 01610290, 01605154

Promotor: prof. dr. ir. arch. Marijke Steeman

Begeleider: Katrien Devos

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van  
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur

Academiejaar 2021-2022







## VOORWOORD

Tweedehandsmaterialen zijn hip. Dat blijkt ook te gelden in de bouwsector. Als 2 ingenieur-architecten stonden we te popelen om het thesisonderwerp rond het hergebruik van constructiematerialen in de wacht te slepen. Dit topic sprong ons meteen in het oog want het is niet alleen zeer actueel maar ook een noodzakelijke omgang met materialen indien we naar een duurzame bouwwereld willen toewerken. Het geloof in dit onderwerp en de steun die we ontvingen gedurende dit leerrijke thesisjaar werd ons door een aantal mensen gegeven die we hiervoor in dit voorwoord willen bedanken.

Dankzij promotor prof. dr. ir.-arch. Marijke Steeman kregen we dit boeiende onderwerp toegewezen. We willen haar enorm bedanken voor het vertrouwen en de constructieve feedbackmomenten zowel online als on campus. Op momenten dat we niet meer verder konden, heeft ze onze gedachten verfrist met nieuwe insteken en eigen ervaringen.

Ook willen wij onze dank betuigen aan begeleider ir.-arch. Katrien Devos voor de interessante tips en waardevolle adviezen over lezingen en lectuur. Dankzij haar betrokkenheid, vlotheid en bereikbaarheid hebben we dit traject tot een goed einde kunnen brengen.

Daarnaast wensen we Benedikte De Baets, Christophe Tuypens en het hele team Directie Gebouwen en Facilitair Beheer van UGent te bedanken voor de vlotte correspondentie over universitaire hergebruikpraktijken en rondleidingen in de gebouwen van de casestudies.

Verder heeft de samenwerking binnen het masterproefatelier Circulair Bouwen van de Stadsacademie ons geholpen om onze thesis vanuit andere perspectieven te bekijken. De workshops doorheen het hele jaar schudden ons af en toe los uit onze architectenvisie door globaler na te denken over de vraag over wat een circulair UGent-gebouw nu precies is. Hiervoor willen we het hele Stadsacademie-team bedanken alsook alle andere medestudenten die hieraan deelnamen.

Tevens konden we deze thesis niet tot een goed einde brengen zonder de aangename pauzemomenten en reflecties met onze ouders, zussen en broer, vriend, vrienden en familie. Een wandeling rond de blok, een verfrissend kopje thee en de voldoening van een verrukkelijk vieruurtje dragen hier aan bij.

Tot slot bedanken we ook elkaar voor de fijne en probleemloze samenwerking. We merkten al sinds vorig jaar dat we dezelfde interesses en ambities hadden en dat we allebei gebeten zijn door de circulaire microbe. Dat hebben we dan ook bewezen met de vele Teams-gesprekken en vlotte inspelings op elkaar doorheen dit traject. We leerden beiden enorm veel bij. We hopen dat onze masterscriptie een duurzame bouwsteen kan bijbrengen aan een circulaire UGent. Onze architectenrugzak zit nu goed gevuld om onze studententijd af te ronden en de wijde wereld in te trekken.

We wensen de lezer alvast veel leesplezier en nogmaals dank aan alle betrokkenen.

Elena en Julie

## **TOELATING TOT BRUIKLEEN**

De auteurs geven de toelating deze masterproef voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de masterproef te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de bepalingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze masterproef.

The authors give permission to make this master dissertation available for consultation and to copy parts of this master dissertation for personal use. In all cases of other use, the copyright terms have to be respected, in particular with regard to the obligation to state explicitly the source when quoting results from this master dissertation.

**Gent, 3 juni 2022**

De auteurs

Elena Dhondt & Julie Van Raemdonck

## **TOELICHTING IN VERBAND MET HET MASTERPROEFWERK EN DE MONDELINGE UITEENZETTING**

Deze masterproef vormt een onderdeel van een examen. Eventuele opmerkingen die door de beoordelingscommissie tijdens de mondelinge uiteenzetting van de masterproef werden geformuleerd, werden niet verwerkt in deze tekst.

This master's dissertation is part of an exam. Any comments formulated by the assessment committee during the oral presentation of the master's dissertation are not included in this text.

## OVERZICHT

### Het hergebruikpotentieel van constructiematerialen in het naoorlogs UGent-patrimonium: casus 'Paddenhoek' en 'UZ Blok B'

Door: Elena Dhondt (01610290)  
Julie Van Raemdonck (01605154)

Promotor: prof. dr. ir. -arch. Marijke Steeman

Begeleider: ir.-arch. Katrien Devos

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van  
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw  
Voorzitter: prof. dr. ir.-arch. Johan Lagae  
Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur  
Academiejaar 2021-2022

#### **Samenvatting:**

Het naoorlogs UGent-patrimonium is tot een punt gekomen waarop renovaties en hergebruik van constructiematerialen een prangend onderwerp zijn geworden. Deze thesis onderzoekt hoe men hergebruik naar de toekomst toe aan UGent kan organiseren en toepassen.

Hiervoor analyseerden we eerst criteria om het hergebruikpotentieel van materialen mee te beoordelen. Er werd een onderscheid gemaakt tussen criteria voor materiaalgegevens, materiaalwaarde, de kwaliteit van het materiaal en de praktische regeling. Dit resulteerde in een hiërarchie aan begrippen die mee het potentiële materiaal kunnen definiëren en evalueren.

Daarnaast constateerden we dat UGent in de voorbije jaren reeds een hergebruikpraktijk heeft uitgevoerd die voornamelijk gericht was op meubilair en afwerkingsmaterialen. Toch bleek er in de laatste 2 hergebruikprojecten in studiefase dat ook recuperatie van constructiematerialen een aandachtspunt werd. Deze voorbeelden uit de jaren '60, '70 beschouwden we als onze casestudies. Geïnspireerd door templates van FCRBE maakten we een eigen hergebruikinventaris van de structurele elementen van beide gebouwen op. De focus lag hierbij op de 4 meest voorkomende algemene constructiematerialen. Deze zijn structureel hout en staal, gewapend beton en baksteen. Hierop pasten we de gevonden actuele hergebruikcriteria op toe. Dit verschaft ons een beter inzicht in hun materiaalpotentieel alsook de voornaamste verschillen en gelijkenissen.

Tezamen met de literatuurstudie resulteerde voorgaand beschreven onderzoek in een algemeen stappenplan over het hergebruikproces die de universiteit hierin kan ondersteunen. Per fase werd er een onderscheid gemaakt tussen de operatoren, de hergebruikfocus, de gevaren, de taken en de beschikbare hulpmiddelen. Tevens werd er aandacht geschonken aan het toekomstperspectief van dit naoorlogs universitair patrimonium. Het structureel materiaalgebruik ervan werd in kaart gebracht en mogelijke richtlijnen werden uitgezet. Zo werd er een toekomstvisie opgesteld die men op de overige gebouwen uit dezelfde periode kan toepassen. Tot slot worden er praktische constructieve hergebruikfiches aangeboden die de hergebruikpraktijk van constructiematerialen in versnelling kan brengen.

#### **Trefwoorden:**

Circulair bouwen, hergebruik, constructiematerialen, UGent-patrimonium



# The reuse potential of the postwar UGent patrimonial: case ‘Paddenhoek’ and ‘UZ Blok B’

Elena Dhondt & Julie Van Raemdonck

Supervisors: prof. dr. ir. -arch. Marijke Steeman, ir. -arch Katrien Devos

**Abstract** – How can reuse of construction materials efficiently be applied in the future at the University of Ghent? Which suggestions for improvement can be put forward for its postwar patrimony? This research studies how the reuse potential of materials can be determined. Two university buildings ‘Paddenhoek’ and ‘UZ Blok B’ are analyzed in terms of construction materials. An overall reutilization scheme is set up to get more insight in each phase. In a summarized overview per construction element (brick, reinforced concrete, structural wood and steel) other buildings of the postwar university patrimonial are analyzed. Based on this assessment, reuse principles are being recognized and used to ensure more efficient planning of reutilization at UGent.

**Keywords** – Circular building, reuse, construction materials, UGent patrimony

## I. INTRODUCTION

The growing environmental impact of the construction sector is undeniable. On Belgian soil, more than 15 million tonnes of construction and demolition waste are produced every year. In Europe the construction sector is responsible for 40% of the energy demand, 36% of the CO<sub>2</sub> emissions and 1/3 of the waste production. On a global scale, the production of steel and concrete is even responsible for 1/10 of total CO<sub>2</sub> emissions. [1] Nevertheless, the Flemish construction sector strives for sustainable management and efficient use of raw materials in order to reduce waste production. (Figure 1) [2] This is necessary because in the future, the demand for buildings will only increase due to demographic and sociological changes in society. This will require larger quantities of raw materials to produce the required building products. [3] A new circular economic model will have to be developed, taking into account the environmental impact, the social impact of extraction and processing of raw materials and the impact of released CO<sub>2</sub> emissions. [4] The reuse of building materials is an essential part of this, whereby the materials are kept in a circular cycle as long as possible. (Figure 1) The building elements can come from a renovation (on-site) of the building itself, but also from another building (off-site) in the neighbourhood and become part of the project. In this way, people look for materials that are already available rather than newly produced materials. [5][6] Today, there is a growing trend towards the reuse of materials due to the various

crises that are driving up the production of new materials in an expensive way. This can provide a catalyst for reuse in the building sector. [7]

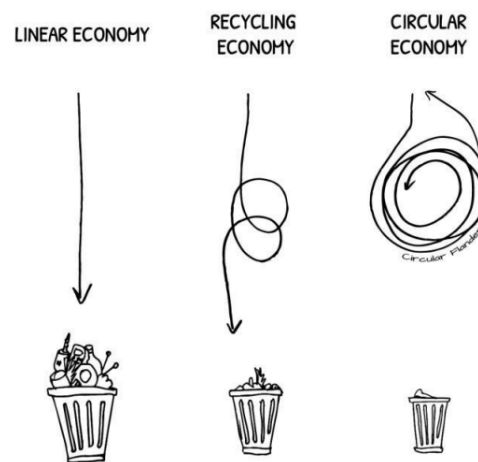


Figure 1: Basics of a circular economy (Vlaanderen Circulair, 2022)

As a result of the postwar reconstruction, the number of new buildings increased rapidly in Belgium during the 1960s and 1970s. Even the patrimony of the University of Ghent expanded quickly due to the exponential growth of both the number of students and academic staff. This is partly a result of the democratization of higher education. The old campuses within the city border of Ghent were not sufficient enough to accommodate all and it would cost too much to expropriate and expand parts of them. As a result, the university moved to the southern outskirts of the city, where several campuses arose. Examples are the Sterre, Dunant, UFO, Coupure ... [8] These were all built in a very similar way due to the financial difficulties after the war. The university had to take a pragmatic approach in which speed, price and functionality took precedence over urban integration or architectural expression. [9] Nowadays, the vast majority of these postwar buildings are faced with future uncertainties. This raises questions for the University's Building and Facility Management (DGFB) about redeveloping them to meet rapidly changing programme needs and new energy standards. The university is facing a major challenge: to spend a large budget every year on maintaining their current patrimony or to invest in energy efficiency in these old buildings or to opt for new construction projects?

Sometimes the choice is made to demolish buildings and to create space for new construction projects. [10] With its design directive “*Ontwerprichtlijn 2020*”, the university sharpened its vision on sustainable building at UGent. Towards the near future it aims to focus more on the reuse of building materials in their building plans. [11]

Today, reuse is already quite successful, but there are still obstacles to reuse construction materials. One of the most important reasons lies in the difficulty of guaranteeing the technical performance of the elements. In addition, there is little information available about their properties. This thesis examines how the potential of constructive building materials can be explored and how common reuse obstacles to these constructive elements can be avoided.

## II. METHODOLOGY

The master thesis focuses on the reuse potential of construction materials in the postwar patrimony of UGent: case Paddenhoek and UZ Blok B. This title deals with several research topics. The term reuse potential refers to the study of reuse criteria. The construction materials will be further examined by taking a closer look at their typical postwar buildings.

In the first part of the research, the focus lies on an analysis of current reuse criteria. For this purpose, four different documents are analyzed. We appeal to FCRBE, WTCB and OVAM. From FCRBE we chose a guide to draw up a reuse inventory [12] and a booklet dedicated to the study of urban material flows. [13] The third document is a publication on the road to circular economy in construction [14] of WTCB. The fourth document from OVAM focuses on the creation of material passports. [15] Each document uses characteristic definitions to assess or discuss materials as reusable. These four documents are being compared to see which criteria that are the most frequently put forward. A distinction is made between the criteria on the basis of different themes. These are the material data, value, quality and practical arrangement. This provides a clearer structure. (Figure 2)



Figure 2: Basic comparison scheme of reuse potential (FCRBE, 2020; WTCB, 2017, 2021; OVAM, 2021)

It results in a hierarchy of criteria from those that are the most recommended to those that are counseled the least. In addition, the (digital) tools that can help to speed up the reuse process, are also taken in account.

In the next part, we concentrate on UGent of whom we want to learn more about their present approach to reuse. On the one hand we examine the existing university guidelines on circular building. On the other hand, we study the past reuse practices of UGent and wonder if they already unconsciously took into account some current reuse criteria of the first research chapter. Furthermore, we want to know if certain criteria within the reuse process at the university were more prominent than others. This all together should make the dealings of Ghent University on the recovery of materials more clear.

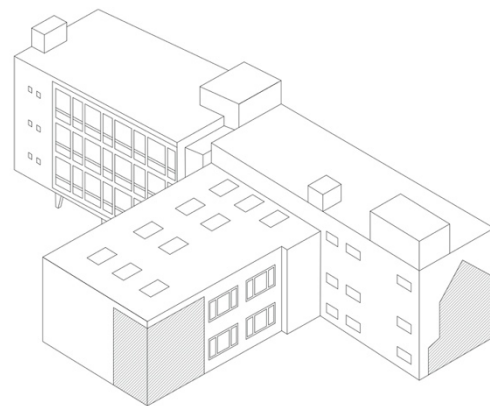


Figure 3: Axonometric drawing old building Paddenhoek

In the third chapter we zoom in on UGent's reuse practices in study phase. These are recent projects in which the reuse of construction materials was addressed for the first time. These are the projects Paddenhoek and UZ Blok B. (Figure 3 & 4) We analyse the (re)use of their construction materials brick, reinforced concrete, structural timber and steel. For this purpose, several graphical documents and comparisons are created to clearly communicate the information.

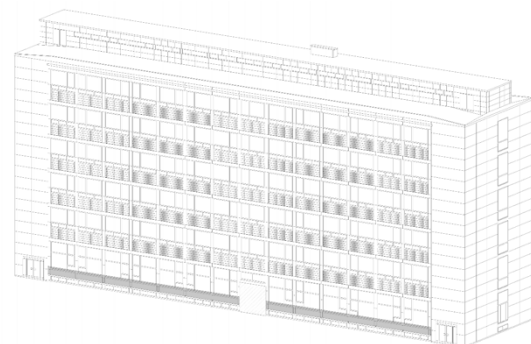


Figure 4: Axonometric drawing old building UZ Blok B

### III. RESULTS

The hypotheses made at the beginning were examined in the literature and research. They are answered in the research results. These results contain respectively a step-by-step plan about the reuse process, a vision on the future of the university buildings of the '60s and '70s and constructive reuse sheets. A summarizing scheme of the approach can be found below in Figure 5.

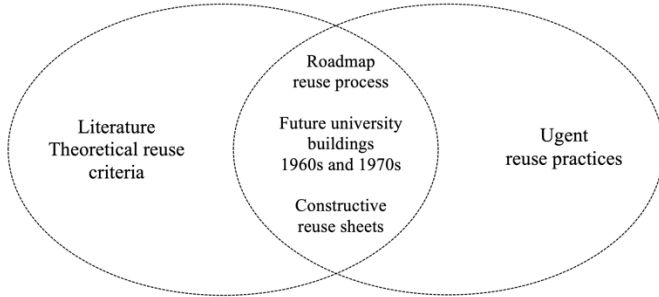


Figure 5: Scheme research results

The first chapter of the research results answers the hypothesis by drawing up a general roadmap about the reuse process to support future reuse practices at UGent. It summarizes the previous sections on reuse potential linked to the literature review, taking into account the university guidelines and its cooperation forms. It results in the layout of a general overview in which the different phases of the reuse process are explained. (Figure 6) This way, the operator knows what he has to pay attention to in each phase, what needs to be put in order and which tools that are currently available. In each phase, you can ask for advice from experts who are experienced in the practical implementation of the recommended tools and criteria. These are for example the recovery companies RotorDC, Retriaval or U-mine.



Figure 6: Reuse process

In the second chapter of the research results a visual analysis of the different postwar university buildings (1960-1970) has been made. In this time period they had a preference for concrete skeleton structures filled in with infill panels such as prefabricated brick elements, concrete panels, natural stone façade elements, glass panels etc. Sometimes, when UGent collaborated with a specific architect, steel elements were used. In most buildings, masonry was applied in the load-bearing walls and foundations. Furthermore, we noted that many of the same materials recurred in the façade of these buildings. For example, the composed Euville stone, natural stone, concrete stone and glazed brick were often noticed. But also more recent external steel fire escapes and bicycle sheds are regularly constructed.

Therefore, we can conclude that the postwar UGent patrimony consists of frequently recurring constructive materials: concrete column and beam structures, brick in the load-bearing elements and in the frontages, natural stone for the plinth, constituted brick in the façade, more recent external steel fire escapes and bicycle sheds etc. These elements are present in large numbers and for that reason a certain upscaling for high quality reuse within the patrimony is possible if dismantable.

In the third chapter of the research results constructive reuse sheets of 4 characteristic construction materials are presented. They consist of a general framework concerning the reuse potential of these structural elements that can be reutilized by the Building and Facility Management of Ghent University. This implies that different practical criteria are taken into account as well as different advices and risks about the reuse process, the corresponding university guidelines and where you can find which material on which campus of the 1960s and 1970s. The vast majority of the postwar university buildings has a specific construction method consisting of a concrete skeleton structure of columns and beams filled with brickwork or windows. The purpose of this passport is to use it as a supporting reuse tool for future university building projects.

### IV. CONCLUSIONS

Reuse of construction materials will be challenging. Building structures from the 1960s and 1970s are characterised by difficult disassembly. The technical quality of construction materials must be guaranteed after demolition. Therefore, it is needed that the design of recent new buildings considers sustainable circularity. The consideration of recuperation or downcycling and recycling must always be made, not only ecologically and financially but also in terms of quality requirements. Budget plays in all times a very important role and limits the reuse possibilities in practice. Sustainable options usually involve higher initial costs. Nevertheless, these can be seen as an investment for a more sustainable future. UGent will have to dare to take the step to make these considerations. The transition to a more durable circular future requires more organisation and time, as well as alternative planning methods. But if a new building can be built, then buildings can also be dismantled. There must be a firm belief that the advantages of a circular university outweigh the disadvantages. The question of what happens to a building afterwards must be included in advance. In this way, economic cycles can be closed. The university must take action today. Ghent University has an extensive patrimony with a similar bank of materials that can be reused. Material cycles can be closed.

Several contemporary crises will put reuse in the spotlight. Today, many external parties specialised in different materials are on the rise, which will make reuse of different materials easier. However, there is still a lot of uncertainty. Reuse of materials is currently still very much under investigation, just think of FCRBE, OVAM, WTCB etc. and the government has also an important role to play. There is a need for a technical and legal framework, new circular economic models... A general standardisation of documents within the building sector is necessary to make up-scaling of reuse possible. The will is there, the way to make it happen too bumpy.

## V. REFERENCES

- [1] WTCB. (2017). *Circulair Bouwen. Naar een circulaire economie in de bouwsector.*
- [2] VVSG. (2015). *Doelstelling 12: Verantwoorde consumptie en productie.*  
<https://www.vvsg.be/kennisitem/vvsg/doelstelling-12-verantwoorde-consumptie-en-productie>
- [3] Danny Wille & OVAM. (2013). *Materiaalbewust bouwen in kringlopen* (Brussel).
- [4] WTCB. (2017). *Circulair Bouwen. Naar een circulaire economie in de bouwsector.*
- [5] Gids duurzame bouwen. (2022a). *Hergebruik ex situ.*  
<https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/woordenlijst/hergebruik-ex-situ>
- [6] Gids duurzame bouwen. (2022b). *Hergebruik in situ.*  
<https://www.guidebatimentdurable.brussels/nl/hergebruik-in-situ.html?IDC=1521&IDD=23108>
- [7] Roeland, B. (2022, maart 13). Schaarste bevordert de circulaire economie. *Trends nr. 13*, 18,19,20.  
Schillewaert, N. (2022, februari 7). *Bouwmaterialen tot kwart duurder dan drie maanden geleden: 'Vooral prijs van isolatiemateriaal en hout fors gestegen'.* VRTNWS.  
<https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2022/02/07/prijs-bouwmaterialen/#:~:text=Uit%20een%20rondvraag%20van%20de,enorm%20hoog%20op%20dit%20moment.>  
Vanacker, L. (2022, maart 25). *Domino-effect op prijzen treft bouwsector.* De Tijd. <https://www.tijd.be/dossiers/de-verdieping/domino-effect-op-prijzen-treft-bouwsector/10376113.html>
- [8] Boidin, T. (2019). *Circulaire reconversiestrategieën voor het naoorlogse universiteitspatrimonium: De 'Experimenteerschool' als casus.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266\\_2019\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266_2019_0001_AC.pdf)
- [9] Danniau, F. (2010). *Campusmodel* (UGentMemorie).  
<https://www.ugentmemorie.be/artikel/campusmodel>
- [10] Boidin, T. (2019). *Circulaire reconversiestrategieën voor het naoorlogse universiteitspatrimonium: De 'Experimenteerschool' als casus.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266\\_2019\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266_2019_0001_AC.pdf)
- [11] UGent, & Directie Gebouwen en Facilitair Beheer. (2020). *Ontwerprichtlijn UGent.*
- [12] FCRBE. (2020). *Een gids voor het identificeren van bouwproducten met potentieel voor hergebruik.*
- [13] FCRBE. (2021). *De stad als materiaalreserve Een blik op de studie van stedelijke materiaalstromen.*  
[https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6\\_stedelijke\\_materiaalstromen.pdf](https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6_stedelijke_materiaalstromen.pdf)
- [14] WTCB. (2020). *Naar een circulaire economie in de bouw* (Brussel).
- [15] OVAM. (2021). *Bouwwerk- en productpaspoort – definities van parameters.*

## INHOUDSTAFEL

<b>INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>DEEL 1: Literatuurstudie</b> .....	<b>2</b>
<b>1. LITERATUUR EN ACHTERGROND</b> .....	<b>2</b>
1.1. Context.....	2
1.2. Circulair model.....	4
1.2.1. Circulair ontwerpen en bouwen.....	4
1.2.2. Goudzoekers van de stadsmijn.....	5
1.3. Hergebruik .....	6
1.3.1. Hergebruik in al zijn gedaanten.....	6
1.3.2. Prioriteitsladder .....	7
1.3.3. Ecologische drijfveer .....	8
1.3.3.1. Hergebruik als reactie op massaconsumptie.....	8
➤ Opkomst milieu-activisme.....	8
➤ Afvalbeheer .....	9
➤ Duurzaam materialenbeheer .....	10
➤ Eerste concepten circulaire economie .....	10
➤ Actuele hergebruikfilosofie in Vlaanderen.....	11
1.3.3.2. Hergebruik als materialenbron met een lage milieu-impact.....	14
➤ LCA en hergebruik.....	14
1.3.4. Sociale en economische drijfveer .....	15
<b>2. HERGEBRUIKSUCCESSEN</b> .....	<b>17</b>
2.1. Milieuvriendelijke impact.....	17
2.2. Economisch voordeel .....	17
2.3. Waardevolle materialen .....	18
2.4. Beschikbare materiaalhoeveelheid .....	19
2.5. De helpende hergebruikinventaris.....	19
2.6. Een onderlegde ontmantelingsfase .....	20
2.7. Meerdere toepassingsmogelijkheden .....	21
<b>3. HERGEBRUIKHINDERNISSEN</b> .....	<b>22</b>
3.1. Laagste prijs.....	22
3.2. Gebrekkige regelgeving .....	23
3.3. Onvoldoende en onzekere kwaliteit .....	23
3.4. Onbestaande recuperatiemarkt.....	24
3.5. Personeelstekort.....	24
3.6. Logistiek- en plaatsgebrek .....	24
3.7. Demontageprobleem .....	25
<b>4. HERBRUIKBARE CONSTRUCTIEMATERIALEN</b> .....	<b>26</b>
4.1. Structureel staal.....	26
4.2. Gewapend beton .....	28
4.3. Baksteen.....	31
4.4. Structureel hout .....	33
<b>DEEL 2: ONDERZOEK</b> .....	<b>36</b>
<b>1. HERGEBRUIKPOTENTIEEL</b> .....	<b>38</b>
1.1. Actuele theoretische hergebruikcriteria:.....	38
1.2. Hiërarchie theoretische hergebruikcriteria .....	40
1.2.1. Criteria door alle partijen opgenomen (groene kleur):.....	40
1.2.2. Criteria door 3 van de 4 actoren opgenomen (oranje kleur):.....	42
1.2.3. Criteria door 2 van de 4 actoren opgenomen (zwarte kleur):.....	44
1.2.4. Criteria door 1 van de 4 actoren opgenomen (rode kleur): .....	44
1.3. Ondersteunende digitale tools .....	45
1.3.1. Media .....	45
1.3.2. Apps en software.....	46

1.3.3.	Online gids.....	46
1.3.4.	Online databank.....	46
1.3.5.	Recuperatiebedrijven.....	47
<b>2.</b>	<b>HERGEBRUIKPRAKTIJKEN UGENT.....</b>	<b>48</b>
2.1.	Richtlijnen over het universitair patrimonium.....	48
2.1.1.	UGent Ontwerprichtlijn 2020.....	48
2.1.2.	Ruimtelijk Masterplan “UGent verbeeldt 2050”.....	50
2.2.	Hergebruikpraktijken UGent.....	51
2.2.1.	Overzicht reeds uitgevoerde projecten rond hergebruik.....	53
2.2.2.	Overzicht projecten in studiefase omtrent hergebruik UGent.....	57
	➤ Campus Aula.....	57
	➤ Campus UZ Gent.....	59
2.3.	Overzicht gebruik van hergebruikcriteria aan UGent.....	61
<b>3.</b>	<b>UGENT-CASESTUDIES.....</b>	<b>63</b>
3.1.	CASUS Paddenhoek.....	63
3.1.1.	Algemene achtergrond.....	63
	➤ Inplanting.....	63
	➤ Historische bouwevolutie:.....	64
	➤ Nieuw project:.....	65
3.1.2.	Overzicht constructief materiaalgebruik.....	66
	➤ Oude Paddenhoek:.....	66
	➤ Nieuwe Paddenhoek:.....	70
3.2.	CASUS UZ BLOK B.....	81
3.2.1.	Algemene achtergrond.....	81
	➤ Inplanting.....	81
	➤ Historische bouwevolutie:.....	81
	➤ Nieuw Project:.....	82
3.2.2.	Overzicht constructief materiaalgebruik.....	84
	➤ Oud UZ Blok B:.....	84
	➤ Nieuw UZ Blok B:.....	86
3.3.	Vergelijking tussen UZ Blok B en Paddenhoek.....	96
3.3.1.	Overzicht materiaalcategorieën en materiaalopbouwen.....	96
	<b>DEEL 3 ONDERZOEKSRESULTATEN.....</b>	<b>99</b>
	<b>1. STAPPENPLAN HERGEBRUIKPROCES.....</b>	<b>99</b>
	<b>2. TOEKOMSTIGE HERGEBRUIKPRAKTIJKEN UGENT.....</b>	<b>101</b>
	<b>3. CONSTRUCTIEVE HERGEBRUIKFICHES.....</b>	<b>104</b>
	<b>CONCLUSIE.....</b>	<b>109</b>
	<b>BRONVERMELDING.....</b>	<b>111</b>
	<b>BIJLAGEN:.....</b>	<b>117</b>
	<b>1. Bijlage A.....</b>	<b>117</b>
1.1.	Media.....	117
1.2.	Apps en software.....	117
1.3.	Online gids.....	119
1.4.	Online databank.....	120
1.5.	Onlinewebsite recuperatiebedrijf.....	120

## LIJST FIGUREN

Figuur 1: Binnenlands materiaalverbruik - België en internationale vergelijking [ton per inwonner] (Federaal Planbureau, 2021).....	2
Figuur 2: Basics van de circulaire economie (Vlaanderen Circulair, 2022).....	4
Figuur 3: Matrix OVAM-ontwerprichtlijnen (OVAM, 2015).....	5
Figuur 4: Hergebruik circuit (Leefmilieu Brussel, 2017).....	7
Figuur 5: 10 R-strategieën (Agentschap innoveren & ondernemen, 2022).....	8
Figuur 6: Totaalrenovatie dienstencentrum Gentbrugge (Vlaanderen Circulair, 2021).....	12
Figuur 7: Prijsstijging materialen (Vanacker, 2022).....	16
Figuur 8: Keukenproject Winnipeg Folk Festival, Manitoba, Canada (OPALIS, 2022,a).....	17
Figuur 9: Productiehal, Thirsk, Verenigd Koninkrijk (OPALIS, 2022, b).....	18
Figuur 10: Recuperatie van bakstenen in het sport- en cultureel centrum Hageltoren (OPALIS, 2021a, 2022c; Visit Brussels) 2018).....	18
Figuur 11: Verhoogde vloeren Pulse Project (Bellastock, 2021; FCRBE, 2020).....	19
Figuur 12: Gevel op basis van gerecupereerde schuifdeuren (BFV, 2022;FCRBE, 2020).....	20
Figuur 13: Hergebruik van de modulaire unit (Housing Evolutions, 2022).....	20
Figuur 14: Ontmantelde scheidingswand en recuperatie van isolatie (FCRBE, 2020; Vanderick, 2019).....	22
Figuur 15: K.118 Winterthur, Zwitserland (OPALIS, 2021b).....	28
Figuur 16: Multitoren, Brussel (CONIX RDBM Architects, 2020).....	30
Figuur 17: Productiehal BC Materials (OPALIS, 2019).....	30
Figuur 18: Recuperatie bakstenen Belle-Vue-brouwerij (OPALIS, 2021i).....	32
Figuur 19: BedZED-project exterieur en interieur (Lazarus, 2019; Peabody, 2022).....	35
Figuur 20: Samenvatting van het onderzoek.....	37
Figuur 21: Overzichtskaart hergebruikpraktijken UGent.....	52
Figuur 22: Hergebruikselementen campus Boekentoren (DGFB UGent).....	53
Figuur 23: Stoel De Brug (Correspondentie DGFB UGent).....	55
Figuur 24: Overzicht herbruikbare materialen bestaand gebouw Paddenhoek (Correspondentie DGFB UGent).....	57
Figuur 25: Overzicht herbruikbare materialen bestaand gebouw UZ Blok B (ROTORDC, 2021; Correspondentie DGFB UGent).....	59
Figuur 26: Inplanting Paddenhoek.....	63
Figuur 27: Historische bouwevolutie campus aula (B2Ai & UGent, 2021).....	64
Figuur 28: Inplanting Paddenhoek oud en nieuw project (B2Ai & UGent, 2021).....	65
Figuur 29: Opbouw constructie oud gebouw Paddenhoek.....	66
Figuur 30: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 1.....	67
Figuur 31: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 5.....	68
Figuur 32: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 3.....	69
Figuur 33: Opbouw constructie nieuwe Paddenhoek.....	70
Figuur 34: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe Paddenhoek 1 & 5.....	71
Figuur 35: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe Paddenhoek CLT.....	72
Figuur 36: Inplanting UZ Blok B.....	81
Figuur 37: Opbouw Campus UZ Gent (Gent-Geprent, 2022).....	82
Figuur 38: Nieuwbouw UZ Gent (SVR Architects, 2021).....	82
Figuur 39: Oud gebouw en nieuwbouwproject UZ Blok B (ROTORDC, 2021; SVR Architects, 2021).....	83
Figuur 40: Opbouw constructie oud gebouw UZ Blok B.....	84
Figuur 41: Overzicht constructief materiaalgebruik oud UZ Blok B.....	85
Figuur 42: Opbouw constructie nieuwe UZ Blok B.....	86
Figuur 43: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe UZ Blok B.....	87
Figuur 44: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe UZ Blok B.....	88
Figuur 45: Samenvatting van het onderzoek.....	99
Figuur 46: Overzicht naoorlogse UGent gebouwen (De Morgen, 2013; De Standaard, 2019; Vermaas, 2013a, 2013b; UGent, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e; Universiteit Gent & Pieter Morlion, 2010).....	101
Figuur 47: Algemeen visueel overzicht structureel materiaalgebruik naoorlogse UGent-gebouwen (De Morgen, 2013; De Standaard, 2019; Vermaas, 2013a, 2013b; UGent, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e; UGent & Hilde Christiaens, 2013, 2017; Universiteit Gent & Pieter Morlion, 2010).....	102

## LIJST TABELLEN

Tabel 1: Testmethoden staal .....	26
Tabel 2: Testmethoden gewapend beton.....	29
Tabel 3: Testmethoden baksteen.....	31
Tabel 4: Testmethoden structureel hout.....	34
Tabel 5: Analyse van hergebruikcriteria die het hergebruikpotentieel beoordelen.....	39
Tabel 6: Samenwerkingspatroon universitair patrimonium.....	48
Tabel 7: Kenmerkende begrippen Ontwerprichtlijn 2020 .....	49
Tabel 8: Hergebruikproject Campus Boekentoren (Correspondentie DGFB UGent).....	53
Tabel 9: Hergebruikproject campus Ledeganck (Correspondentie DGFB UGent).....	54
Tabel 10: Hergebruikproject Campus De Sterre (Correspondentie DGFB UGent).....	55
Tabel 11: Hergebruikproject Campus UFO (Correspondentie DGFB UGent) .....	55
Tabel 12: Hergebruikproject in studiefase Campus AULA Paddenhoek (Correspondentie DGFB UGent).....	58
Tabel 13: Hergebruikproject in studiefase Campus UZ Blok B (ROTORDC, 2021; Correspondentie DGFB UGent) .....	60
Tabel 14: Hergebruikpotentieel reeds uitgevoerde projecten bestaande uit interieur- en afwerkingselementen. ....	61
Tabel 15: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 1 van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent).....	73
Tabel 16: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 2 van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent).....	74
Tabel 17: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 3 van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent).....	75
Tabel 18: Hergebruikinventaris structurele houten elementen van Paddenhoek 5 en de aanbouw (B2Ai, 2021; DGFB UGent).....	76
Tabel 19: Hergebruikinventaris structurele stalen elementen van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent).....	77
Tabel 20: Hergebruikinventaris van niet-dragende gevelelementen van Paddenhoek 5(B2Ai, 2021; DGFB UGent) .....	78
Tabel 21: Hergebruikpotentieel constructiematerialen gebouw Paddenhoek.....	79
Tabel 22: Hergebruikinventaris betonnen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent).....	89
Tabel 23: Hergebruikinventaris betonnen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent).....	90
Tabel 24: Hergebruikinventaris stenen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent) .....	91
Tabel 25: Hergebruikinventaris stenen elementen UZ Blok B (DGFB UGent).....	92
Tabel 26: Hergebruikpotentieel constructiematerialen gebouw UZ Blok B. ....	93
Tabel 27: Materiaalvergelijking casestudies oude gebouwen .....	96
Tabel 28: Materiaalvergelijking casestudies nieuwe gebouwen.....	97
Tabel 29: Stappenplan hergebruikproces.....	100
Tabel 30: Materiaalfiche staal (EUROLAB, 2020c, 2020a; OPALIS, 2021d, OPALIS, 2021h; Infosteel, 2021; FCRBE, 2020; Wagneur & WTCB, 2021) .....	105
Tabel 31: Materiaalfiche beton (CONIX RDBM Architects, 2020; WTCB, 2017; WTCB, 2020; Wagneur & WTCB, 2021; OPALIS, 2019, 2022a; Group Van Vooren, 2022b) .....	106
Tabel 32: Materiaalfiche Baksteen (FCRBE, 2020; OPALIS, 2021a, Group Van Vooren, 2022a; OPALIS, 2021e; SGS Search, 2022b; Reuse Brussels, 2016; WTCB, 2017).....	107
Tabel 33: Materiaalfiche hout (Ennos, 2020; OPALIS, 2021g; FCRBE, 2020; OPALIS, 2021c, 2021f; WTCB, 2017,2020; EUROLAB, 2020b; Zwick Roell, 2022; Wagneur & WTCB, 2011) .....	108
Tabel 34: Vergelijkingskader van verschillende media ter ondersteuning van het hergebruikproces. ....	117
Tabel 35: Vergelijkingskader van verschillende softwares ter ondersteuning van het hergebruikproces.....	118
Tabel 36: Vergelijkingskader van verschillende online gidsen ter ondersteuning van het hergebruikproces.....	119
Tabel 37: Vergelijkingskader van verschillende online databanken ter ondersteuning van het hergebruikproces.....	120
Tabel 38: Vergelijkingskader van verschillende websites van recuperatiebedrijven ter ondersteuning van het hergebruikproces. ....	121



## LIJST AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

A.d.h.v.	Aan de hand van
AI	Artificiële Intelligentie
BEN	Bijna-energie neutraal
BENOR	Belgische norm
BIM	Building Information Models
Bv.	Bijvoorbeeld
CLT	Cross Laminated Timber
DGFB	Directie Gebouwen en Facilitair Beheer
FCRBE	Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements
FE	Functionele Eenheid
FSC	Forest Stewardship Council
GIS	Geografisch informatiesysteem
GPR	Ground-penetrating radar
i.v.m.	In verband met
LCA	Levenscyclusanalyse
Mdf	Medium-density fibreboard
O.b.v.	Op basis van
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PEFC	Programme for Endorsement of Forest Certification schemes
Plan C	Het Vlaams Transitienetwerk voor Duurzaam Materialenbeheer
RSL	Reference Service Life
Rvs	Roestvast staal
SuMMa	Steunpunt Duurzaam Materialenbeheer
T.b.v.	Ten bate van
T.h.v.	Ter hoogte van
T.o.v.	Ten opzichte van
UCT	Universitair Centrum voor Talenonderwijs
UGent	Universiteit Gent
UHasselt	Universiteit Hasselt
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Vs.	Versus
VUB	Vrije Universiteit Brussel
WTCB	Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf



# INLEIDING

## 1. Situering en relevantie

Als gevolg van de naoorlogse wederopbouw nam in België tijdens de jaren '60 en '70 het aantal nieuwe gebouwen in een snel tempo toe. Ook de Universiteit van Gent breidde haar patrimonium snel uit door de exponentiële groei van zowel het aantal studenten als het professorenkorps. Dat kwam onder meer door de democratisering van het hoger onderwijs. De oude campussen binnen de stadsring van Gent volstonden niet om allen op te vangen, en het ging te veel kosten om delen te onteigenen en uit te breiden. Hierdoor week de universiteit uit naar de zuidelijke stadsrand waar verschillende campussen uit de grond schoten. Voorbeelden hiervan zijn campus Sterre, Dunant, UFO, Coupure... Vanwege de naoorlogse financiële moeilijkheden, werden deze op een erg gelijkaardige wijze opgebouwd. De universiteit moest pragmatisch te werk gaan. Snelheid, prijs en functionaliteit primeerden boven stedelijke integratie of architecturale expressie. (Danniau, 2010)

Vandaag de dag wordt de overgrote meerderheid van deze naoorlogse gebouwen geconfronteerd met toekomstige onzekerheden. Dit doet bij de universitaire Directie Gebouwen en Facilitair Beheer (DGFB) vragen rijzen over de herontwikkeling van deze bouwwerken om aan de snel veranderende programmabehoefte en energienormen te kunnen voldoen. De universiteit staat voor een grote uitdaging: elk jaar een groot budget uitbesteden aan het onderhouden van haar huidig patrimonium of investeren in de energie-efficiëntie van deze oude gebouwen of toch kiezen voor nieuwbouwprojecten? Zo ontwikkelde er zich de ontwerprichtlijn 2020 waarin de universiteit haar visie over circulair bouwen bekend maakte en wenst het naar de toekomst toe onder meer in te zetten op het hergebruik van constructiematerialen. Dit is een duurzame oplossing om grondstoffen zo lang mogelijk in een circulaire kringloop te laten circuleren. Volgens het toekomstperspectief zullen immers veel van deze naoorlogse gebouwen gerenoveerd moeten worden om aan de huidige standaarden te kunnen voldoen. Het hergebruikpotentieel van bouwmaterialen kan hierin als een belangrijke parameter optreden. Belangrijk in dit verhaal zal zijn of deze elementen gemakkelijk demonteerbaar zijn. De bouwwijze van de jaren '60- '70 laat vaak niet toe deze elementen uit elkaar te halen. De onderzochte casestudies zullen hierbij als voorbeeld dienen voor toekomstige hergebruikpraktijken aan UGent. Er zal een overweging gemaakt moeten worden of het interessant is om deze elementen te recuperen of toch eerder te downcyclen en te recyclen.

Hergebruik kent vandaag al heel wat succes, toch zijn er nog obstakels die hergebruik van bouwmaterialen in de weg staat. Eén van de belangrijkste ligt in de moeilijkheid om de technische prestaties van de constructieve elementen te waarborgen. Daarnaast is er vaak ook weinig informatie aanwezig onder de vorm van technische fiches. Deze thesis onderzoekt hoe het hergebruikpotentieel van constructieve bouwmaterialen kan bepaald worden, hoe men de toekomst van deze naoorlogse gebouwen zal kunnen benaderen en waar men op moet letten bij recuperatie van constructiematerialen.

## 2. Doel van het onderzoek

Deze masterscriptie is uit 3 delen opgebouwd. Het eerste deel focust zich op de literatuurstudie, het tweede deel bevat het onderzoek en in deel 3 doen we de onderzoeksresultaten en -bevindingen uit de doeken. De globale onderzoeksvraag van de thesis luidt als volgt:

1. Hoe kan men naar de toekomst toe hergebruik aan UGent organiseren?
2. Kan er een bepaalde gemeenschappelijkheid worden gevonden onder de structuren van de naoorlogse UGent-gebouwen uit de jaren 60 en 70? Kunnen de casestudies een voorbeeld zijn voor de toekomstige hergebruikpraktijken aan de UGent? Kan men naar de toekomst toe volgens hetzelfde systeem blijven bouwen? Hoe haalbaar is hergebruik op dit moment bij andere UGent-gebouwen?
3. Hoe kan men constructiematerialen hergebruiken? Waar moet men opletten in de praktijk? In welke gebouwen van het naoorlogs UGent-patrimonium vindt men welke constructiematerialen terug

## DEEL 1: Literatuurstudie

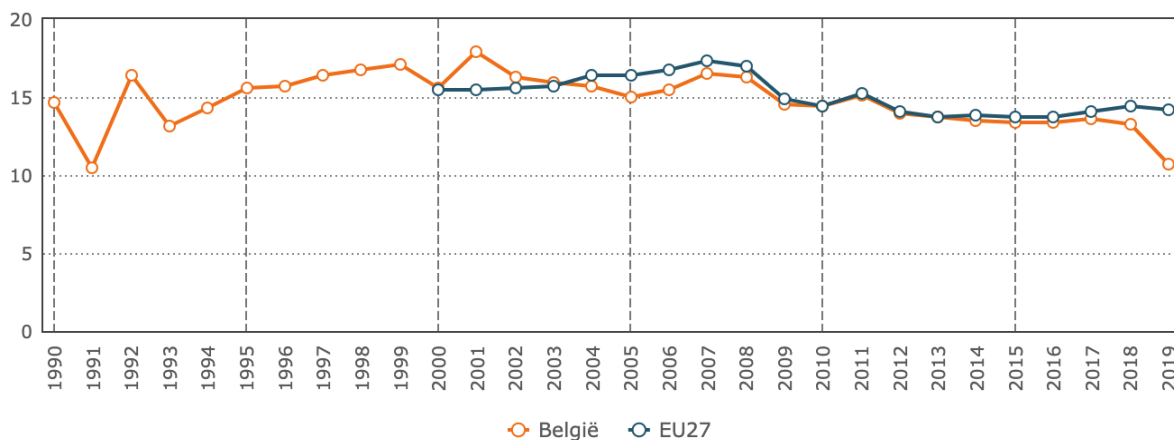
### 1. LITERATUUR EN ACHTERGROND

#### 1.1. Context

Tegen 2050 streeft Europa ernaar om klimaatneutraal te zijn, een samenleving te worden die geen broeikasgassen meer uitstoot. Dat is de kern van het voorstel voor het “Green Deal” akkoord, in aansluiting op het kader van de “Overeenkomst van Parijs”. Veel verschillende strategieën om dit doel te bereiken worden voorgesteld onder de vorm van voorschriften. Hierbij spelen verschillende takken van de samenleving een rol: de industrie, de landbouw, de bosbouw, de bouwsector, de mobiliteit, de energiesector, de economie ... (Europese Commissie, 2021)

De Belgische bouwsector werkte onder deze Europese voorschriften de afgelopen jaren aan een aantal kwesties waaronder de vermindering van energieverbruik in gebouwen. Dit gaf als resultaat dat de energieprestaties in de bouwwerken in de voorbije jaren enorm zijn verbeterd. Zo worden er steeds meer isolatiematerialen toegevoegd aan de klassieke constructie-opbouwen en worden energiezuinige technische installaties essentieel geacht binnen de werking van een gebouw. In 2020 steeg de Belgische verkoop van isolatiematerialen maar liefst met 12% t.o.v. 2019 en werd er 54 miljoen m<sup>2</sup> isolatiemateriaal verkocht. Dit bleek uit cijfers van het Vlaamse Energie- en Klimaat-Agentschap. In die cijfers zag men ook dat de gemiddelde R-waarde van een gebouw verder bleef stijgen van 3,44 m<sup>2</sup>K/W in 2018, naar 3,54 m<sup>2</sup>K/W in 2019 en 3,58 m<sup>2</sup>K/W in 2020. (Vlaamse Overheid, 2021b)

Dit soort van maatregelen zorgt ervoor dat de milieu-impact van het energieverbruik enorm daalt vergeleken met oude, slecht geïsoleerde woningen. Hoewel er in de bouwsector reeds enorm veel vooruitgang is geboekt sinds de eerste nationale maatregelen betreffende energieverbruik, blijken er op het vlak van grondstoffengebruik nog grote uitdagingen te zijn. (Europese Commissie, 2020)



Figuur 1: Binnenlands materiaalverbruik - België en internationale vergelijking [ton per inwoner] (Federaal Planbureau, 2021)

In bovenstaande figuur 1 lijkt het materiaalgebruik gunstig te evolueren met de jaren. In 2019 bedroeg dit gebruik in België nog maar 10,7 ton per inwoner. Dat is al een verschil met het piekcijfer van het jaar 2001 dat toen 18 ton per inwoner telde. (Federaal Planbureau, 2021) Toch moet dat cijfer nog meer dalen om de algemene duurzame ontwikkelingsdoelstelling tegen 2030 te kunnen realiseren. De Belgische bouwsector streeft naar een duurzaam beheer en efficiënt gebruik van grondstoffen en het verminderen van afvalproductie door preventie en hergebruik toe te passen. (VVSG, 2015) Het gaat in tegen de trend om gebouwen energie-efficiënter te bouwen. Enerzijds komt dit door gebruik te maken van steeds nieuwe grondstoffen, anderzijds door bestaande gebouwen eerder te slopen en te vervangen door een nieuwbouw in plaats van ze te renoveren. Volgens cijfers van de Europese Commissie gaat ongeveer 50 % van alle gewonnen materialen en 1/3 van het waterverbruik naar het bouwen en gebruiken van gebouwen. (WTCB, 2017, p. 12) Zo zijn bouwwerken goed voor 40% van de energievraag in Europa, vertegenwoordigen ze 36% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en produceren ze ongeveer 1/3

van al het Europees afval. Op wereldvlak is de productie van staal en beton zelfs verantwoordelijk voor 1/10 van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Op Belgische bodem produceert men op jaarbasis meer dan 15 miljoen ton bouw- en sloopafval. (WTCB, 2017, p. 2)

Zo is de bouwnijverheid in Vlaanderen veruit de belangrijkste secundaire industriële bedrijfstak. Door zijn grote omvang heeft de sector een niet te onderschatten impact als een verbruiker van energie en materialen. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 15) Daarnaast is het ook een enorme producent van afval en dit zowel tijdens de bouw als in de verdere levensloop erna. De wijze waarop men momenteel materialen in de bouwsector gebruikt, is toe aan een beter en duurzamer beheer om de komende druk op het milieu en de natuurlijke hulpbronnen te vermijden. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 23)

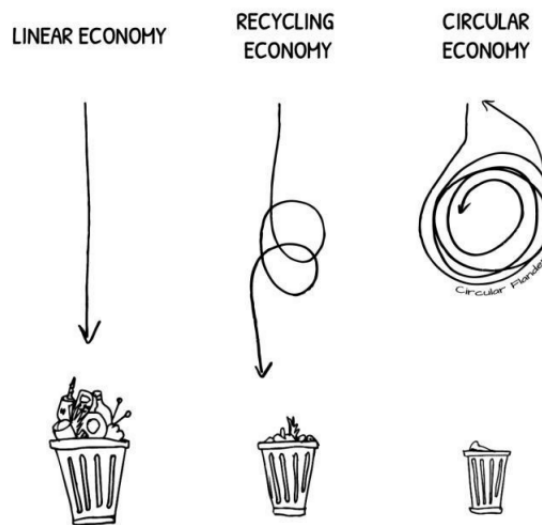
In de toekomst zal de vraag naar gebouwen alleen maar stijgen door demografische en sociologische veranderingen in de samenleving. Tegen 2050 wordt er geschat een miljoen meer Vlamingen te zijn dan vandaag. Ook de samenstelling van de bevolking zal veranderen. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 15) Alle trends wijzen in de richting van bevolkingstoename, gezinsverdunding, uitbreiding van stedelijke bevolking, vergrijzing... Zo zal de behoefte naar aangepaste woningen en complexen sterk toenemen. Tegen 2030 heeft Vlaanderen volgens de berekeningen zeker meer dan 300.000 nieuwe wooneenheden nodig. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 15) Er zullen grotere hoeveelheden grondstoffen nodig zijn om de materialen te kunnen produceren. Door de stijgende vraag naar grondstoffen, het feit dat deze zeldzamer worden en er zich nieuwe geglobaliseerde markten zullen ontwikkelen, zullen de prijzen van de grondstoffen uiterst volatiel stijgen. Ook zal de grondstofwinning duurder worden, zullen er grondstoffen van lagere kwaliteit geproduceerd worden en neemt de milieu-impact door CO<sub>2</sub>-emissies en grondstofuitputting alsmaar toe.

Deze wijzigende noden in de maatschappij kan men bijvoorbeeld staven aan de hand van de leegstandscijfers van de zes grootste kantoorgebouwen in België. In 2017 stond meer dan 1,5 miljoen vierkante meter kantoorruimte leeg. Dit komt vooral door de economische crisis, inkrimping van het personeel, de overgang naar digitaal werken (bv. telewerk en co-working), waardoor voorziene kantoorruimtes niet meer nodig zijn. (IDEA Consult, 2019) Volgens vastgoedadviseurs Cushman en Wakefield zal door de huidige COVID19-maatregelen het aantal thuiswerkers de komende vijf jaar verdubbelen waardoor de gemiddelde leegstand van kantoren zal verhogen van 6% naar 10%. (Desmet, 2020) Zo zal in de komende jaren de focus niet enkel liggen op veranderingsgericht bouwen, maar ook op de omvorming van leegstaande kantoren naar woningen, scholen en opvangruimtes om de groeiende bevolking in te kunnen herbergen. Hierbij zullen er heel wat technische en financiële hindernissen zijn. Ook zal blijken dat de manier waarop gebouwen vandaag de dag ontworpen of gebouwd zijn, vaak niet in aanmerking zal komen voor herbesteding. (Debacker et al., 2021)

Toch biedt de bouwsector een significant potentieel om energiezuiniger te worden, minder grondstoffen te verbruiken en minder afval te produceren. Men moet wel meer rekening leren houden met de impact op het milieu, de sociale impact van de grootschalige ontginning en verwerking van grondstoffen alsook de impact van vrijgekomen CO<sub>2</sub>-emissies. Er is een andere strategie nodig waarbij het lineaire economische model wordt bekritiseerd. De overheid zal hierin een grote rol spelen en een langetermijnvisie over materialen moeten stimuleren. Bedrijven en producenten in de bouwsector zullen doelbewuster moeten handelen en meer inzicht moeten krijgen in mogelijke schadelijke effecten. Er is een overgang nodig, een transitie van een lineair naar een circulair model. (WTCB, 2017, p. 3)

“Een circulair gebouw is een tijdelijke samenkomst van producten, componenten en materialen met een gedocumenteerde identiteit, in een vorm die voor een benoemde periode een bepaalde functie kan vervullen, waarbij de herkomst en mogelijke herbesteding gedocumenteerd zijn en blijven.” (Guldager Jensen, 2016)

## 1.2. Circulair model



Figuur 2: Basics van de circulaire economie (Vlaanderen Circulair, 2022)

Onze huidige economie steunt op een zogeheten lineair model “Ontginning - Productie - Consumptie - Eliminatie”. In contrast hiermee staat de circulaire economie. (Vlaanderen Circulair, 2022) Dit model is gericht op het zo lang mogelijk laten circuleren van de vervaardigde producten alsook hun onderdelen. Tegelijkertijd waakt het over de gebruikskwaliteit ervan. Zo wil het systeem zowel de grondstoffen als producten blijven gebruiken door ze in een gesloten kringloop te houden, te hergebruiken, te herstellen, te recycleren... (Figuur 2) (WTCB, 2017, p. 3)

Verder zorgt het circulair model uit figuur 2 ervoor dat het energie- en nieuw grondstoffengebruik alsook de afvalproductie kleiner wordt door het product en de materialen waaruit het bestaat langer te behouden. Hoe langer de gebruikskringloop van grondstoffen en producten, hoe meer materialen geconserveerd blijven en hoe minder energie en nieuwe materialen vereist zijn. Het gaat niet alleen om het efficiënt gebruik van grondstoffen, componenten en producten, maar ook over de manier waarop deze elementen worden ontworpen, vervaardigd en ingezet met het oog op hun gemakkelijk (her)gebruik aan het einde van een levensfase. Men kan het circulaire bouwmodel zien als een deelaspect van het circulaire gedachtegoed dat vanuit verschillende opzichten kan benaderd worden. (WTCB, 2017, p. 3)







### 1.2.1. Circulair ontwerpen en bouwen

Het eerste opzicht is vanuit de gedachte: ”Begin with the end in mind” door Stephen Covey. (Covey, 2004) Ontwerpers en architecten komen voor nieuwe uitdagingen te staan op het vlak van ontwerpen en bouwen van gebouwen. Hoe kunnen gebouwen ontworpen worden opdat ze een positieve waarde aan het einde van hun leven behouden? Hoe maakt men ze aanpasbaar en zorgt men ervoor dat materialen en onderdelen kunnen worden gerecupereerd? De demonteerbaarheid van gebouwen biedt op dat vlak een uitstekende kans. Het maakt het mogelijk om onderdelen of gehelen opnieuw aan te wenden op nieuwe plaatsen of binnen nieuwe toepassingen. Het ondersteunt de terugwinning, hergebruik of remanufacturing van de verschillende elementen. Hierdoor daalt de afhankelijkheid van de beschikbare grondstoffen en wordt er lokale werkgelegenheid gecreëerd. Indien ze niet worden hergebruikt, kunnen de ontmantelde bouwcomponenten worden ingezet in de kringloop van nieuwe en andere materialen. (WTCB, 2017, p. 7)

Deze gedachte kan geïllustreerd worden aan de hand van het voorbeeld “Van Volxem”, uitgewerkt door Art & Build in Brussel van 2008. (WTCB, 2017, pp. 11–12) Hierin integreerde men al van in de ontwerpfase mogelijkheden tot aanpassingen en flexibiliteit opdat het gebouw de capaciteit zou hebben om ooit van functie te kunnen veranderen. Het gebouw kan vandaag de dag bestemd zijn voor

kantoren, maar omdat het zo ontworpen is, kan het binnen enkele jaren aan een andere functie aangepast worden. Zo heeft men bijvoorbeeld ingezet op de mogelijkheid om een uitbouw van terrassen toe te laten door er reeds terrassteunpunten voor te hebben voorzien. Indien de functie naar een woongebouw verandert, heeft men ervoor gezorgd dat er voldoende hoge plafondhoogtes werden geïmplementeerd alsook een voldoende grote technische vloerhoogte voor eventueel bijkomende speciale technieken etc.

Daarnaast stelde OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij) samen met een aantal architectenbureaus drieëntwintig algemene ontwerprichtlijnen op om zo vanaf de eerste ontwerpfase veranderingsgericht bouwen te kunnen toepassen. Men maakte een matrix met een evaluatiekader op element-, gebouw-, en wijkniveau. Deze vindt men terug in figuur 3. De ontwerprichtlijnen moeten bouwheren en architecten inzicht geven in hoe men veranderingsgericht kan bouwen, hoe men dit kan integreren in het begin van het ontwerp en welke oplossingen er al bestaan in de huidige bouwpraktijk. (OVAM, 2015, p. 2)

	 <b>interfaces</b>	 <b>sub-onderdelen</b>	 <b>compositie</b>
 <b>element</b>	<b>1.1.1</b> omkeerbaarheid <b>1.1.2</b> eenvoud <b>1.1.3</b> snelheid	<b>1.2.1</b> duurzaamheid <b>1.2.2</b> hergebruik <b>1.2.3</b> compatibiliteit	<b>1.3.1</b> gelaagdheid <b>1.3.2</b> onafhankelijkheid <b>1.3.3</b> prefabricatie
 <b>gebouw</b>	<b>2.1.1</b> omkeerbaarheid	<b>2.2.1</b> demonteerbaarheid <b>2.2.2</b> herbruikbaarheid <b>2.2.3</b> uitbreidbaarheid	<b>2.3.1</b> veranderlijke functieverdeling
 <b>wijk</b>	<b>3.1.1</b> eenvoud <b>3.1.2</b> evolutie	<b>3.2.1</b> hergebruik <b>3.2.2</b> dimensionering <b>3.2.3</b> demonteerbaarheid	<b>3.3.1</b> ruimtelijke structuur <b>3.3.2</b> polyvalente ruimten <b>3.3.3</b> diversiteit <b>3.3.4</b> inbreiding functie- wijziging

Figuur 3: Matrix OVAM-ontwerprichtlijnen (OVAM, 2015)

### 1.2.2. Goudzoekers van de stadsmijn

Het circulair bouwmodel kan ook benaderd worden vanuit een tweede opzicht waarbij men bouwwerken construeert en renoveert door beroep te doen op “*Urban Mining*”. Hierbij beschouwt men de stad als een grote opslagbank van diverse materialen. Men aanziet het als een mijn vol met waardevolle grondstoffen die men kan (her)gebruiken in het bouwen van toekomstige gebouwen. De bouwelementen kunnen uit een renovatie (on-site) van het gebouw zelf afkomstig zijn, maar ook van een ander gebouw (off-site) uit de buurt en zo mee onderdeel worden van het project. Zo kijkt men naar materialen die reeds beschikbaar zijn in plaats van naar nieuw geproduceerde materialen. (WTCB, 2017, p. 50)

“*Urban Mining*” lijkt in vele opzichten veelbelovend: vermindering van afval, verlichting van de exploitatie van nieuwe grondstoffen, creëren van lokale banen, economische stimulering, verlaagde milieu-impact van de bouwsector etc. (Kralj, 2008, p. 1). Het heeft ervoor gezorgd dat er reeds heel wat initiatieven aanwezig zijn waarmee materialen worden klaargestoomd tot herbruikbare modus. Enkele voorbeelden van recuperatiebedrijven zijn het Brusselse bedrijf RotorDC en Materialenbank Leuven. In dit soort van ondernemingen blijkt vaak dat de constructieve bouwelementen eerder op de achtergrond verdwijnen. Men focust zich vooral op recupereerbare niet-constructieve elementen. Dit komt voornamelijk omdat men als actor het best inzet op één bepaalde specialisatie en liefst diegene waarmee men het meest economisch rendabel kan zijn in de lokale omgeving. Zo concentreert RotorDC

zich vooral op interieurelementen en afwerkingsmaterialen omdat dit de grootste afvalstroom in Brussel is. Toch kan men ook stellen dat er heel wat bijkomende obstakels zijn die de recuperatie van constructiematerialen bemoeilijkt. Zo gebeurt er nog te weinig wetenschappelijk onderzoek naar de technische eigenschappen van een herbruikbaar constructiemateriaal en ontbreken daardoor vaak deze prestaties in bestaande documenten om hen effectief als herbruikbaar te kunnen inschatten. Ook blijken er niet altijd voor elk soort constructiemateriaal eenvoudige, goedkope analysemethoden te bestaan om hun technische prestaties op de bouwwerf mee te controleren. Bovendien zijn de kwaliteiten van een constructiemateriaal na een levensduur van 60 jaar onderling erg verschillend vanwege een divers gebruik en andere omgevingssituaties en daarom twijfelachtig. Daarnaast zijn er heel wat algemene bijkomende economische en logistieke hindernissen bij het hergebruikproces zoals de hoge arbeidskost, de kost voor het selectief ontmantelen, de kost voor het schoonmaken, de kost en geschikte locatie voor het verpakken en opslaan van de materialen in vergelijking met enkel en alleen maar het slopen. Dit zorgt ervoor dat de bouwsector de voorkeur geeft aan nieuwe constructiematerialen waarvan de technische prestaties gewaarborgd kunnen worden. Maar een herconditionering van de huidige bouwpraktijk zou eigenlijk een vereiste moeten zijn. (Debacker et al., 2021, p. 15; WTCB, 2017, pp. 77–79)

### **1.3. Hergebruik**

Hergebruikpraktijken zijn niet nieuw. Ze bestaan al sinds ze werden voorgeschreven in de geschriften “*De Operibus Publicis*” van de Oost-Romeinse Keizer Theodosius II (5de Eeuw). Dat is dan ook uit de voorbije eeuwen op te merken. Het hergebruik van materialen in de bouwsector bleek toen voornamelijk interessant te zijn omdat het transport te duur en te tijdrovend was. Hierdoor was het voor aannemers voordeliger om alle materialen die in de buurt aanwezig waren te gaan (her)gebruiken. Zo werden er bijvoorbeeld achtergelaten stenen versneden, staal en brons gesmolten en hergebruikt, werden er bakstenen in oorspronkelijke staat gerecupereerd of werd er hout verzaagd en verkleind etc. Er ontstond een soort van mobiel erfgoed waarbij de bewaarplicht zich uitstreekte tot de eindelevensduurfase van het gebouw. Deze praktijken bleven door de eeuwen heen gelden als norm waarbij sloopwerkzaamheden werden beschouwd als een deconstructie. (ROTOR DC, 2018, p. 16)

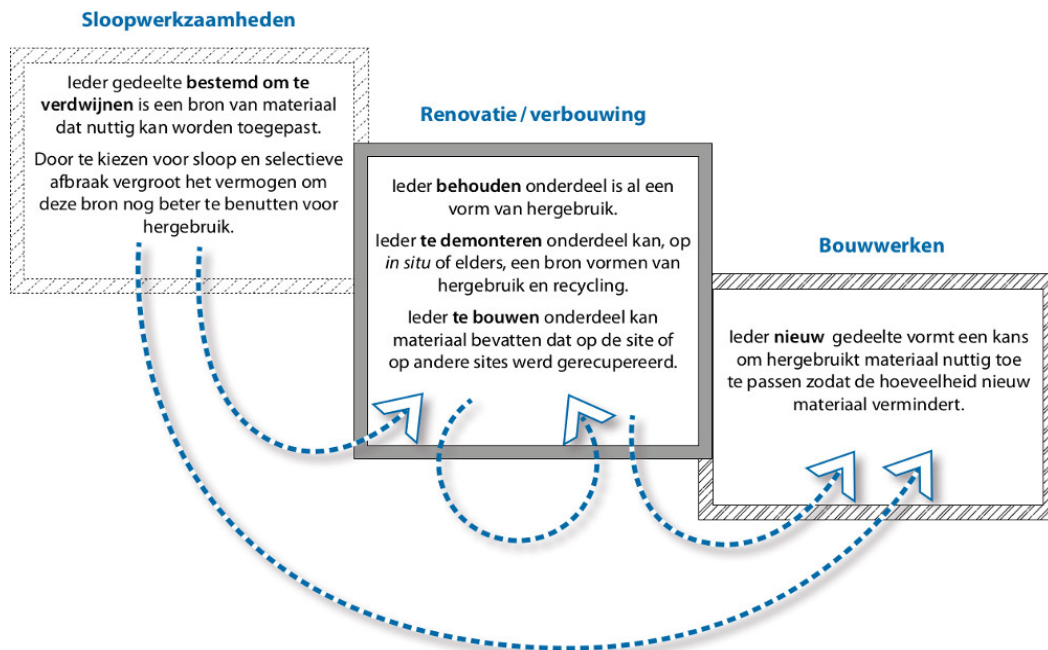
Dit veranderde bij de start van de industrialisatie van de bouwsector in de 20e eeuw. Er ontwikkelde zich een breuk met het verleden. Materialen uit gebouwen werden door slopers niet langer beschouwd als waardevol, maar eerder als afval. En dat afval moest zo snel mogelijk van de bouwwerf verwijderd kunnen worden. Verschillende factoren zoals de stijging van transport- en arbeidskost en technische verbeteringen van gereedschap waren hiervoor de basis. (ROTOR DC, 2018, p. 16)

Deze gevoeligheden sloegen om vanaf midden jaren 1960. Toen ontsprong er een grote golf aan kritiek en verzet tegen deze praktijken. Er zijn sinds die periode twee tegenhangers van modellen. Enerzijds bestaat er een groep die een voorkeur heeft om te slopen. Anderzijds is er een groep die graag inzet op het behouden van architecturale waardevolle materialen. Naar de toekomst toe lijkt het valabel dat de hergebruikpraktijk zich tussen deze twee zal bevinden. (ROTOR DC, 2018, pp. 36–38) Zo bestaan er momenteel reeds verschillende toepassingen van.

#### *1.3.1. Hergebruik in al zijn gedaanten*

Het hergebruik van (bouw)materialen kan men beschouwen als een aanpak om deze elementen die al een eerste keer zijn gebruikt geweest, opnieuw te gaan gebruiken. Dit gebeurt meestal nadat de materialen reeds bepaalde kleinschalige opschoonbewerkingen zoals een herstelling, reiniging, aanpassing van afmetingen... hebben ondergaan. Vervolgens kunnen de herbruikbare elementen zowel bij afbraak-, renovatie- en verbouwingswerken alsook bij de bouw van nieuwe constructies ingezet worden. Dit legt figuur 4 nader uit. (Leefmilieu brussel, 2017) Wanneer men een product of materiaal recupereert, worden deze opnieuw gebruikt in hun huidige vorm, zonder daar iets fundamenteel aan te veranderen. Dit is een belangrijk verschil met recycleren waarbij de producten of enkele delen van het product of materiaal worden omgesmolten of compleet veranderen. (Norbert, 2018)





Figuur 4: Hergebruikscircuit (Leefmilieu Brussel, 2017)

- Afbraak:** Bij het afbreken en slopen van bouwmaterialen is er geen sprake van hergebruik of recycling. De afvalstoffen worden in een afvalcentrum gesorteerd en verder gerecycleerd. Toch kan men door selectief af te breken en voldoende grondig te werk gaan tijdens het sloopproces het hergebruikpotentieel van meerdere materialen vergroten. Hierbij is het noodzakelijk om ze één voor één te onderscheiden van het grotere geheel. (Werkgroep Hergebruik, 2015)
- Renovatie/verbouwing:** Bij een renovatie of een verbouwing kan elk te behouden element gezien worden als een voorbeeld van hergebruik. Zo kan een te demonteren materiaal, *in situ* of *ex situ*, een bron vormen voor recuperatie en kan een te bouwen onderdeel een materiaal bevatten dat van dezelfde of andere site werd gerecupereerd. (Werkgroep Hergebruik, 2015)
- Nieuwe constructie:** Bij een nieuwe constructie is er altijd een potentieel om herbruikbare materialen te integreren zodat het gebruik van nieuwe materialen voorkomen wordt. (Werkgroep Hergebruik, 2015)

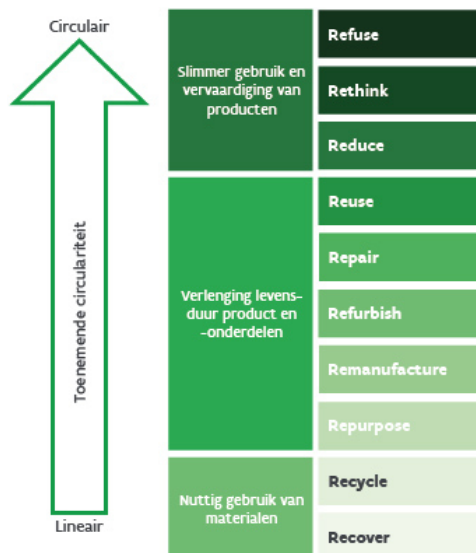
Daarnaast kunnen we ook een onderscheid maken tussen verschillende soorten hergebruik: Hergebruik *in situ* en Hergebruik *ex situ*. (Gids duurzame bouwen, 2022b, 2022a)

- Hergebruik *in situ*:** Recuperatie van materialen waarbij ze uit de site zelf gewonnen worden, eventueel een opschoning ondergaan en terug op dezelfde site worden geïntegreerd.
- Hergebruik *ex situ*:** Hergebruik van materialen waarbij de materialen van een andere site komen.

Het is belangrijk deze terminologie aan te halen, omdat deze verschillende soorten hergebruik tot andere voor- en nadelen kunnen leiden in het hergebruikproces.

### 1.3.2. Prioriteitsladder

In de circulaire economie streeft men naar het toepassen van een zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van een materiaal. In het ideale geval wordt daarbij het gehele product hergebruikt, één op één hergebruik in de praktijk. Indien dit niet mogelijk is, worden onderdelen, grondstoffen of materialen die uit het product komen, gerecupereerd. Men beoogt de materialen zo lang mogelijk te laten leven. Hiervoor werd de “*prioriteitsladder*” uit figuur 5 ontwikkeld, waarbij het cijfer 1 de hoogste score op het vlak van circulariteit aanduidt en het getal 10 de laagste. Zo is R1 de meest circulaire strategie. Voor sloop-en demontageprojecten zijn de treden 4 t/m 10 relevant. Hiervan worden deze met betrekking tot hergebruik van materialen hieronder besproken. (Agentschap innoveren & ondernemen, 2022; SGS Search, 2021, p. 28,29)



Figuur 5: 10 R-strategieën (Agentschap innoveren & ondernemen, 2022)

<b>Reuse/ Hergebruiken:</b>	Bouwonderdelen of bouwproducten worden opnieuw hergebruikt binnen dezelfde functie, al dan niet na een opschoningsbewerking.
<b>Repair/ Repareren:</b>	Tijdens de gebruiksfase van een product of bouwwerk wordt er een preventief of correctief onderhoud toegepast om zo langer gebruik van het product te stimuleren.
<b>Refurbish/ Renoveren:</b>	Door productonderdelen uit een ander beschikbaar product met een vergelijkbare functie te herstellen streeft men ernaar om de functionele en/of technische kwaliteit van het product te verbeteren.
<b>Remanufacture/ Herfabriceren:</b>	Via herfabricatie wil men een nieuw object met dezelfde functie maken door gebruik te maken van de eventueel gerepareerde onderdelen uit het afgedankte object.
<b>Repurpose/ Herbestemmen</b>	Onder herbestemming verstaat men het opnieuw gebruiken van een object in een nieuw product dat niet meer geschikt is voor zijn huidige functie.

### 1.3.3. Ecologische drijfveer

Op ecologisch vlak heeft men de voorkeur om het hergebruik van materialen als een efficiënte en zinvolle strategie naar voor te schuiven. Men wijst dan voornamelijk op de milieu-invloed van de materialen. Zo omvat het milieu-argument twee verschillende zaken. Enerzijds focust het op hergebruik als reactie op massaconsumptie. Anderzijds legt het de nadruk op recuperatie als een bron van materialen met een lage milieu-impact.

#### 1.3.3.1. Hergebruik als reactie op massaconsumptie

##### ➤ Opkomst milieu-activisme

In de jaren '60 werd de consumptiemaatschappij met zijn overvloedige productie van bouwmaterialen voorwerp van talloze kritieken zoals het beroemde rapport van de Club van Rome. Hierbij stond de problematiek rond uitputting van grondstoffen centraal. (Meadows et al., 1972) Ondanks deze hele resem aan documenten en bezwaren, namen de productivistische en extravistische modellen toch de bovenhand. (Bednik, 2019) Zo bedroeg in 1980 de winning van mineralen in de bouwsector maar liefst 10 miljard ton van de totale 35 miljard grondstoffen die dat jaar werden ontgonnen. (ROTOR DC, 2018, p. 59) Hergebruik zou hier als een voorkeursstrategie kunnen gelden om de afvalberg bij bouwbedrijven te doen verkleinen. Echter werd in het begin van de jaren 80 recyclage het onderwerp in de praktijk. Zo verschenen er vanaf de jaren '90 in België een aantal wetgevende regels die de praktijk van recyclage in goede banen moesten leiden. (Danny Wille & OVAM, 2013) De belangrijkste besluiten en regelgevingen betreffende de preventie en beheer van bouw- en sloopafval kwamen op het volgende neer:

Het besluit van 16 maart 1995 van de Brusselse Hoofdstedelijke regering verplicht aannemers om bouwpuin te recyclen, d.w.z. inerte fracties als steen- en zandfractie afkomstig van sloopwerken, op voorwaarde dat de recyclage-installatie zich binnen een straal van 60 km bevindt. (Leefmilieu brussel, 2018)

Alle verplichtingen maakten deel uit van het recyclen van inert afval. Zo werden er in de jaren '80 inspanningen geleverd op het gebied van ontwikkeling en onderzoek die tot een aanzienlijke ontplooiing van de bouwsector in de jaren '90 heeft geleid. Het heeft ervoor gezorgd dat er drie Belgische organisaties werden opgericht die zich op recyclage focusten: Recymat (1987), het bedrijf Tradecowall (1991) en Recywall (1992). Het toonde de kracht van deze wetgeving aan. (ROTOR DC, 2018, pp. 60–61)

### ➤ Afvalbeheer

In de voorbije decennia veranderde deze strategie rond afvalbeheer. Zo verschoof de focus van het recyclen van afval naar een meer globale reflectie over afval doorheen de hele cyclus en dat dankzij Europese maatregelen. Zo kwam er in 2008 een belangrijke Europese richtlijn om afvalbeheer mee te reguleren. (WTCB, 2017, p. 4) Het was deze richtlijn die de inmiddels beroemde hiërarchie van verwerkingsmethoden mee tot stand heeft gebracht:

preventie > hergebruik > recyclage > verbranding > storten

Het heeft als doel de omleiding van afval naar de stortplaats te stimuleren en andere methoden van terugwinning te bevorderen (eerst materiaal dan energie). Hierbij wordt hergebruik bovenaan de hiërarchie van de principes rond afvalverwerking geplaatst. Als het gaat om bouw- en sloopafval is de richtlijn heel concreet. Het streeft naar een doelstelling van 70% recyclage aan bouw- of sloopmassa. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 27) Deze ambities gingen in verschillende Europese landen gepaard met een fiscale druk op de stortprijzen zodat aannemers terughoudender zouden zijn tegenover de standaardroute van afval. (WTCB, 2017)

Door deze richtlijn stegen de nuttige toepassingen van bouw- en sloopafval in Vlaanderen op korte tijd enorm. De doelstelling om het puin 50% te recyclen werd vlot bereikt en zelfs overtroffen. (WTCB, 2017) In het Brusselse afvalplan van 2010 streefde men er zelfs naar om 90% van het bouw- en sloopafval te recyclen. Het slopen van inerte materialen biedt bijvoorbeeld afzetmogelijkheden aan als grote hoeveelheden betonpuin. Dat puin wordt omgezet in granulaten die vervolgens opnieuw worden gebruikt in toepassingen zoals funderingswerken, opvulling of de samenstelling van nieuw beton... Zo wordt het afval als een gerecycleerd product op de markt gebracht en worden de primaire natuurlijke bronnen zoals kalksteen of porfier uitgespaard.

Toch botste dit afvalbeleid met de preventie van afval. De wetgeving rond recyclage focuste zich immers nog vooral op het einde van de keten, wanneer afvalstoffen ontstaan. Dat maakte dat het vooral om een “downcycling” van de materialen ging. (Danny Wille & OVAM, 2013, p. 23) Op die manier gingen er nog steeds heel wat potentiële herbruikbare materialen verloren. Elementen zoals natuursteencomponenten, dakpannen, straatstenen ... werden tot slopen gebracht terwijl deze eigenlijk nog hergebruikt konden worden. Stuk voor stuk konden het materialen zijn waaraan men nog een hergebruikspotentieel kon toekennen. (ROTOR DC, 2018) Zo hebben de processen rond het slopen een grote invloed op de mogelijkheid om aan materialen hergebruikspotentieel te kunnen toeschrijven. Indien er een zuivere sortering en betere categorisering vóór de sloop kan worden georganiseerd, kunnen er op evidentere wijze herbruikbare elementen bewaard worden. Selectief slopen is noodzakelijk. Om het selectief slopen bij aannemers en bouwheren te stimuleren, moet men sinds 5 juni 2018 bij bepaalde sloop-, ontmantelings- en renovatiewerken waarvoor een omgevingsvergunning vereist is, verplicht een sloopopvolgingsplan opmaken. Dit plan omvat een lijst met alle afvalstoffen die zullen vrijkomen bij de afbraak en een advies over verschillende mogelijkheden om de materialen te gaan hergebruiken of te verwerken. (OVAM, 2021b) Vanaf 1 juli 2022 wordt ook de tracering en conformverklaring van het sloopafval verplicht bij grotere sloop-, renovatie- en ontmantelingswerken waarvoor een omgevingsvergunning nodig is. (NAV, 2022a) Selectief slopen en beter sorteren van materialen toont

het belang van een omslag van een zuiver afvalbeheer naar een duurzaam materiaalbeheer in de bouw aan om het hoogwaardig hergebruik van materialen te kunnen faciliteren. (OVAM, 2021b)

### ➤ Duurzaam materialenbeheer

Rond de periode 2006 zorgde de oprichting van “Plan C” (het Vlaams Transitienetwerk voor Duurzaam Materialenbeheer als initiatief van OVAM) voor een mentaliteitsverandering naar een meer duurzaam materialenbeheer in België. (Vlaanderen Circulair, 2021c) Deze eerste denkomslag leidde mee tot een aantal belangrijke beleidsinitiatieven in Vlaanderen:

<p><b>2007</b></p> <p>Het uitvoeringsplan:</p> <p>“Milieuverantwoord materiaalgebruik en afvalbeheer in de bouw”</p>	<p>Zo verscheen in 2007 het uitvoeringsplan “Milieuverantwoord materiaalgebruik en afvalbeheer in de bouw”. Het zette zich in voor het optimale beheer van bouw- en sloopafval. Dit zorgde voor een overgang naar een visie op het vlak van materialenbeheer waarbij er niet alleen maar gekeken werd naar de afvalfase maar ook naar de volledige kringloop van het materiaal. Ook de materiaalprestaties van gebouwen en systeemveranderingen in de bouwsector namen een belangrijke rol in. (Danny Wille &amp; OVAM, 2013, p. 24)</p>
<p><b>2010</b></p> <p>“Resource Efficiency”</p> <p>“Duurzaam Materialenbeheer”</p> <p>“Agenda2020”</p>	<p>In 2010 plaatste Vlaanderen het duurzaam materialenbeheer op de Europese politieke agenda en werd “Resource Efficiency” een van de vlaggenschipinitiatieven binnen de EU 2020-strategie. De Vlaamse Regering benoemde “Duurzaam Materialenbeheer” als één van de 13 grote maatschappelijke uitdagingen voor Vlaanderen. Bovendien werd door het gezamenlijk publiek-privaat actieplan “Agenda2020” bekomen waarbij de overheid, industrie, kennisinstellingen, universiteiten en maatschappelijke instellingen afspraken maakten om gemeenschappelijk in actie te komen. (Vlaanderen Circulair, 2021c) Het actieplan richtte zich daarbij ook op het sluiten van kringlopen van materialen (Danny Wille &amp; OVAM, 2013, p. 24)</p>
<p><b>6 Juni 2012</b></p> <p>“Vlaams Materialenprogramma”</p>	<p>Tenslotte werden “Plan C”, “SuMMa” (het steunpunt voor duurzaam materialenbeheer) en “Agenda2020” als drie complementaire pijlers samengebracht onder de koepel van het “Vlaams Materialenprogramma”. (Vlaamse Overheid, 2021a)</p>

Deze eerste denkomslag toont aan dat het niet volstaat om enkel te focussen op afvalterugwinning om alle uitdagingen met betrekking tot het beheer van materialen het hoofd te bieden. In de laatste decennia is de hergebruiksstrategie meer afgeweken van het afvalreferentiekader en werd er een meer globale reflectie op de circulariteit van de materie gemaakt. Zo wordt hergebruik tegenwoordig vaak de voorkeursmethode genoemd voor de behandeling van afgedankte elementen en is het ook de praktijk die de neiging heeft om elementen van de “afvalbak” te redden. Bij hergebruik gaat het niet meer om afvalbeheer, maar afvalpreventie. Het is een bevoorrechte methode om hulpbronnen te behouden en in de kringloop te houden. (ROTOR DC, 2018, p. 66)

### ➤ Eerste concepten circulaire economie

De brede weerklank van het discours over circulaire economie in 2013 bleek het begin te zijn van een tweede grote verschuiving in het denken rond materialenbeheer in België. In datzelfde jaar publiceerde de Britse “Ellen MacArthur Foundation” een innovatief rapport: “Towards the circular economy, an economic business rationale for an accelerated transition”. Hiermee probeerde men het concept van circulaire economie internationaal op de kaart te zetten. Het discours van de circulaire economie bleek uiteindelijk sneller en meer wijdverspreid aan te slaan dan de reeds gehanteerde opvatting over recyclage. Het concept legde voornamelijk focus op het sluiten van materiaalkringlopen, selectief slopen, ontmantelen, materiaalprestaties van gebouwen en veranderingsgericht bouwen. (Vlaanderen Circulair, 2021c)

<p><b>2012-2015</b></p> <p>“Product &lt;=&gt; Dienst, nieuwe businessmodellen in de circulaire economie”</p>	<p>In Vlaanderen werd het Britse rapport gekoppeld aan het werk binnen het “Vlaams Materialenprogramma”. In de periode 2012-2015 werden zo verschillende projecten uitgevoerd met de steun van het programma. Zo lanceerde “Plan C” in februari 2014 een e-boek “Product &lt;=&gt; Dienst, nieuwe businessmodellen in de circulaire economie”. Hierin kon men de eerste concrete vermeldingen van het circulaire concept in terugvinden. Verder was er het beleidsprogramma 2014-2020 “Materiaalbewust bouwen in kringlopen” waarbij</p>
--	--

<i>“Materiaalbewust bouwen in kringlopen”</i>	OVAM de basis legde voor korte- en middellange termijn ambities in het Vlaamse beleid. (Feys, 2011)
<b>2015</b> <i>“Visie 2050”</i>	Analoog aan het Europese pakket <i>“Maak de cirkel rond – Een EU-actieplan voor circulaire economie”</i> (Vlaanderen Circulair, 2021c) werden er in Vlaanderen stappen gezet voor een beleid die de transitie naar een circulaire economie bevorderde. Zo koos de Vlaamse Regering er met haar langetermijnvisie <i>“Visie 2050”</i> voor om invulling te geven aan het begrip <i>“Circulaire Economie”</i> . (Vlaamse Overheid & Bourgois, 2016) Vanaf toen was er voor het eerst sprake om circulaire strategieën te gaan gebruiken in de bouwsector.
<b>2017</b> <i>“Vlaanderen Circulair”</i> <i>“De transitie naar de circulaire economie doorzetten”</i>	In 2017 lanceerde Vlaanderen de onderneming <i>“Vlaanderen Circulair”</i> (voormalig <i>“Vlaams Materialenprogramma”</i> ( <i>“Plan C”</i> , <i>“SuMMa”</i> en <i>“Agenda 2020”</i> )) voor de periode 2017 – 2021. Hiermee werd een strategisch plan ontwikkeld dat invulling gaf aan de transitieprioriteit <i>“De transitie naar de circulaire economie doorzetten”</i> . (Debacker et al., 2021)

Bij al deze verschillende ontwikkelingen nam hergebruik een belangrijke rol in. Er werden verschillende maatregelen vooropgesteld om hergebruik te vergemakkelijken, zoals het opzetten van proefprojecten voor het sorteren op de werf of zelfs de ontwikkeling van een professionele sector rond de recuperatie van bouwmaterialen. Hergebruik werd in deze acties gezien als een cruciale strategie om waarde te blijven produceren, jobs te creëren en de onhoudbare druk op de natuurlijke hulpbronnen op lange termijn te kunnen verlichten.

#### ➤ **Actuele hergebruikfilosofie in Vlaanderen**

In het begin van 2019 werd er als resultaat van de beleidsevolutie die al sinds 2006 aan de gang is, in opdracht van OVAM, Vlaanderen Circulair en de Vlaamse Confederatie Bouw de *“Green Deal Circulair Bouwen”* gelanceerd. Dit hield in dat er zo’n 320 organisaties zouden gaan samenwerken om in de toekomst circulair bouwen in Vlaanderen tot dagelijkse realiteit te maken. (Vlaanderen Circulair, 2021c) Analoog hieraan publiceerde de Europese Commissie haar *“Green Deal”*-akkoord. Het akkoord stelde een routekaart voor om een nieuwe duurzame groeistrategie in de EU te vormen en tot een eerlijke welvarende samenleving met een moderne, hulpbronefficiënte, concurrerende economie te komen. (Vlaanderen Circulair, 2021a)

Als reactie hierop presenteerde de Vlaamse Regering op 21 februari 2020 een document met Vlaamse uitgangspunten die betrekking hebben tot de *“Green Deal”*. Ook het Vlaamse standpunt over de verschillende elementen die in de *“Green Deal Roadmap”* van de Europese Commissie werden voorgesteld, werden erin opgenomen. (Vlaamse Overheid, 2020)

Vandaag de dag loopt er parallel met de *“Green Deal Circulair Bouwen”* de onderneming *“Proeftuin Circulair Bouwen”*. De werkkrachten binnen deze onderneming zijn VITO, het WTCB, de UHasselt, de VUB en OVAM. Het doel is om beleids- en praktijkbevelingen op te maken. Hiervoor baseert men zich op praktijkervaringen en onderzoeksresultaten. Hierbij zullen de uitgekozen gesubsidieerde projecten afgerond zijn tegen het einde van het jaar 2022. Uit deze experimenten worden er lessen getrokken voor de bouwsector en maakt men het beleid steeds bruikbaar. Op die manier wil men de transitie naar een circulaire economie in de bouw doen versnellen. Het takenpakket van *“Proeftuin Circulair Bouwen”* bestond uit volgende onderwerpen:

<b>Periode 2019-2020:</b> <i>“Urban Mining”</i>	In het algemeen kan men opmerken dat hun activiteiten zich in de periode van 2019-2020 voornamelijk toespitsen op <i>“Urban Mining”</i> . Dit hield in dat men zich op de opportuniteiten en belemmeringen van de bouw- en slooppraktijk focuste zoals bijvoorbeeld een betere valorisatie van de afval- en materiaalstromen.
<b>Periode 2020-2022:</b>	In de tweede fase van 2020 tot 2022 richtte de proeftuin zich op <i>“Veranderingsgericht (ver)bouwen”</i> . (Vlaanderen Circulair, 2021a) Deze nieuwe manier van ontwerpen, bouwen, samenwerken en waardecreatie zal moeten toelaten om gebouwen in de toekomst te kunnen

*“Veranderingsgericht  
(ver)bouwen”*

beschouwen als materiaalbanken. Zo zal men het ontstaan van bouw- en sloopafval zo veel mogelijk moeten kunnen vermijden en tegelijkertijd meer waarde moeten kunnen creëren. (Zie inleiding circulair bouwmodel)

Het actuele engagement van *“Proefuin Circulair Bouwen”* richt min of meer de krijtlijnen op een drietal werkpaden:

- Digitalisering:** Eerste werkp pad met betrekking tot hergebruik en recyclage waarbij de digitalisering van de bouwsector een heel belangrijk werkpunt is.
- Sociale mindshift:** Tweede werkp ad met betrekking tot de sociale mindshift die moet komen. Men moet niet enkel sensibiliseren in de bouwsector zelf, maar men moet ook de bouwheren ervan overtuigen om een ommezwaai te willen maken en te willen inzetten op de transitie naar circulair bouwen.
- Maatschappelijke en ecologische kosten:** Derde werkp ad met betrekking tot het incalculeren van maatschappelijke kosten en milieukosten. Vandaag zijn er nog een aantal bottlenecks die ervoor zorgen dat de circulaire economie niet kan worden uitgerold.

Ook stad Gent bouwt voor de toekomst circulair. Dit vraagt een andere manier van denken, ontwerpen en bouwen. Dit doet het door zowel in te zetten op een circulair materialenbeheer alsook een aantal proefprojecten van *“Vlaanderen Circulair”*.

Met het project circulair materialenbeheer schenkt men aandacht aan het beter in kaart brengen van de lokale materiaalstromen op stedelijke schaal (bouw- en sloopafval, biomassa, ICT of textiel). Men streeft naar een betere inzameling ervan om zo meer kringlopen te kunnen sluiten. Eventuele bijkomende voorwaarden hieromtrent bij nieuwe aanbestedingen, bestekken en ontwerpwedstrijden zouden het hergebruik in de praktijk in de stad Gent kunnen stimuleren. Een Gents digitale portaalsite Circulaire Economie Regio Gent ondersteunt dat alleen maar verder. Het is een pdf-document dat men op een bepaalde aangewezen manier verder kan bewerken en up-to-date kan houden. (Stad Gent & VITO, 2017, 2019)

Het Departement Facility Management van de Stad Gent neemt deel aan een aantal proefprojecten van *“Vlaanderen Circulair”* om kennis op te bouwen over circulair bouwen. Ter illustratie zoomen we in op een lopend project waarbij hergebruik van materialen wordt toegepast. (Vlaanderen Circulair, 2021)

Voorbeeld: Totaalrenovatie dienstencentrum Gentbrugge



*Figuur 6: Totaalrenovatie dienstencentrum Gentbrugge (Vlaanderen Circulair, 2021)*

Het Dienstencentrum in Gentbrugge zal grondig gerenoveerd worden met respect voor de bestaande architectuur. Voor de renovatie selecteerde men TRANS Architectuur cvba. In het bestaande gebouw zijn er veel energie-knelpunten die men in de renovatie wil aanpakken op een circulaire manier. Zo

zullen zoveel mogelijk elementen behouden blijven en hergebruikt worden. Deze worden hieronder opgelijst en verduidelijkt:

<b>Betonnen structuur:</b>	De bestaande betonnen structuur blijft behouden met hier en daar herstellings- en beschermingswerken.
<b>Schrijnwerk:</b>	Het bestaande schrijnwerk wordt hergebruikt en aangepast aan de hedendaagse normen met nieuwe dubbele beglazing, een nieuwe beschermingslaag voor het hout, nieuwe siliconen afdichtingen rond het glas etc.
<b>Betonnen afwerkingspanelen:</b>	De betonnen afwerkingspanelen van de gevel worden behouden en hersteld. Hierbij worden de gevelpanelen gedemonteerd, van nieuwe isolatie voorzien en teruggehangen.

De belangrijkste geleerde lessen uit dit proeftuinproject met betrekking tot hergebruik van materialen zijn volgende uitdagingen en aanbevelingen op het vlak van hergebruik: (Stad Gent, 2021, pp. 31–33)

<b>Prijs</b>	De prijs speelt nog altijd een belangrijke rol in overheidsopdrachten.
<b>Digitale materiaal-paspoorten</b>	Er werd een Exceltemplate opgemaakt die als materialenpaspoort diende. Toch werd er geen gebruik gemaakt van een digitaal systeem voor materialenpaspoorten. Er kruipt immers veel werk in het verzamelen en up-to-date houden van de materiaalgegevens. Deze zijn nog niet koppelaar aan BIM-modellen.
<b>Leidraad circulair inkopen in de bouw (Platform CB'23)</b>	Om het aankoopproces op een goede manier te doorstaan raadt men aan om gebruik te maken van de instructies van de " <i>Leidraad circulair inkopen in de bouw (Platform CB'23)</i> " zodat circulariteit maximaal gestimuleerd kan worden.
<b>BIM</b>	Om circulariteit te verzekeren is het belangrijk dat de informatie correct kan worden beheerd en relevante data bij voorkeur geautomatiseerd kunnen worden vanuit BIM (Building Information Models). Digitale platformen zoals Madaster (zie Bijlage A) bieden hiervoor een oplossing.
<b>Prijs vs. kwaliteit</b>	Het is belangrijk om in een bouwproject een juist evenwicht tussen prijs en kwaliteit te hanteren.

Vandaag wordt er al meer nagedacht over hoe men afval ten gevolge van overconsumptie kan vermijden en verminderen. Toch bleek de bouwsector in de voorbije decennia door het consumptisme zodanig geïndustrialiseerd te geraken dat hergebruik erdoor deels van de radar verdween. Uit een studie bleek dat slechts 1% van alle bouwmaterialen in Europa wordt hergebruikt. Tegenwoordig stelt de doelstelling dit te verhogen naar een kleine 2%. (Canvas, 2021; FCRBE, 2021a)

Tegen 2032 wil FCRBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements) met hun Europees Interreg-project een stijging van 50% van de hoeveelheid hergebruikte bouwelementen bewerkstelligen. Hiervoor werkten ze met verschillende partners gedurende 4 jaar samen aan het stimuleren en faciliteren van hergebruik in de bouwsector in Noordwest-Europa. Een cruciale stap hierin blijkt het ontwerp en de voorbeeldopmaak van een hergebruikinventaris te zijn. Deze zal ervoor zorgen dat meer bouwmaterialen en –producten effectief zullen worden hergebruikt. De handleiding richt zich tot bouwprofessionals en alle belanghebbenden die betrokken zijn bij het afbraak- en bouwproces. (Vlaamse Confederatie Bouw, 2020) Het heeft de bedoeling de privésectoren naar de toekomst toe meer aan te moedigen om hergebruik in hun dagelijks leven toe te passen.

Het paradigma van slopen van gebouwen zal verder moeten verschoven worden naar het behouden van gebouwen. De gebouwelementen zullen moeten gezien worden als waardevolle materiaalbanken en als een potentiële bron van materialen binnen het domein hergebruik, remanufacturing en recyclage. Dat is de doelstelling tegen 2050. Hierin neemt de overheid een belangrijke rol in op. Via het opstellen van een langetermijnvisie rond de recupereerbaarheid van materialen, zou de overheid dit in goede banen moeten kunnen leiden. De komende 10 jaar zal de circulaire economie het dominante paradigma worden. (Canvas, 2021)

## 1.3.3.2. Hergebruik als materialenbron met een lage milieu-impact

In de laatste decennia hebben de meeste ecologische denkstromingen vooral aandacht geschonken aan de klimaatverandering. Zo verschoven de centrale debatthema's rond het jaar 2000 naar de opwarming van de aarde en de drastische vermindering van de broeikasgassen. Deze beweging leidde tot concrete maatregelen op het gebied van energie-efficiëntie. Er werd een beleid ingevoerd om energieverbruik in gebouwen mee te kunnen beperken. Men wilde vooral dat de hoeveelheid energie die een gebouw nodig had om te functioneren, drastisch zou gaan verminderen. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest leidde deze logica tot het opleggen van de verplichte passiefnorm op de bouw van nieuwe gebouwen en renovaties in 2015. Deze had betrekking op de energiezuinigheid van gebouwen. Gebouwen komen in aanmerking voor een passieflabel als het energieverbruik aan een aantal voorschriften voldoet. (Energie bewust ontwerpen, 2017)

Geleidelijk aan verschoven de opvattingen rond het verminderen van energieverbruik in de gebruiksfase van een gebouw naar de productie van hun componenten. De winning, productie en transport van materialen (in grote hoeveelheden) wegen immers ook op de totale energierekening. Alsook zijn ze medeverantwoordelijk voor de klimaatverandering en overconsumptie in Europa en de rest van de wereld. (ROTOR DC, 2018)

Door milieuprestaties van materialen te onderzoeken, kan men rekening beginnen houden met de milieu-impact van materialen over een bepaalde levensduur. Deze impact kan bepaald worden door een aantal methoden. Een veel voorkomende methode is het uitvoeren van een levenscyclusanalyse (LCA). Hiermee wordt er via een inventarisatie aan inputs (grondstoffen, energiebronnen...) en outputs (lucht-, water- en bodememissies) de milieu-impact van een component gedurende zijn hele levenscyclus berekend. Zo maakt LCA het mogelijk om de impact van bouwmaterialen op het milieu te begroten. Deze methode werd opgesteld voor nieuwe materialen, maar kan ook toegepast worden op hergebruikte of herbruikbare producten. (FCRBE, 2021b)

➤ **LCA en hergebruik**

Door te kijken naar de levenscyclus van een herbruikbaar bouwproduct en de bijhorende milieu-impact, kunnen er een aantal voordelen onderschreven worden. In de norm EN 15804 en EN 15978 wordt er aangetoond dat wanneer een recupereerbare component de bewuste levenscyclus verlaat om hergebruikt te worden in de daaropvolgende levenscyclus, de grens tussen beide cycli het punt is waarop het geproduceerde afval uit de eerste cyclus zijn afvalstatus verliest. Op die manier wordt deze afvalimpact vóór de einde-afvalfase toegekend aan de eerste levenscyclus en de afvalimpact die erna optreedt aan de tweede. Als we dus een materiaal hergebruiken, dan zal de eerste cyclus de volledige milieu-impact van fabricage meerekenen, maar niet de negatieve effecten van afvalbehandeling doordat ze in de volgende fase vermeden wordt. Dit komt omdat de "*Cut-off-allocatiemethode*" wordt gebruikt, waarbij de winsten en lasten van hergebruik of recyclage buiten de beschouwde levenscyclus vallen. (Allacker & Debacker, 2020) Dit heeft als voordeel dat gebruikers van hergebruikte materialen niet de impact van de primaire productie hoeven te dragen. Ze dragen enkel de impact van de hergebruik- of recycleerprocessen na de afvalstatus. Het zorgt voor meer voordelen voor de gebruikers van hergebruikte productie. Zo is het vermijden van de productie van nieuwe materialen op basis van zuivere grondstoffen niet enkel een voordeel ten opzichte van de gebruikte producten (vermijden van afvalbehandeling op het einde), maar zorgt het ook voor de vermindering van de druk op primaire hulpbronnen en vermindering van de klimaatopwarming. (FCRBE, 2021b)

Toch zijn er ook nog enkele problemen in de aannames die het gebruik van LCA moeilijker maken voor deze toepassingen. Binnen deze LCA-methode is het namelijk zo dat men niet alle indicatoren en dus meerdere parameters tegelijkertijd kan evalueren. Bij het analyseren van de herbruikbaarheid van een product of gebouw, of de te vermijden of gecreëerde milieu-impact, is het immers interessant om ook tegelijk indicatoren mee te nemen die betrekking hebben op het grondstoffenverbruik, de afvalstroom en de uitputting van natuurlijke hulpbronnen. (FCRBE, 2021b)



Verder houdt de LCA-methode rekening met de levensduur van nieuwe producten door gebruik te maken van het RSL (reference service life). De milieubelasting wordt zo over de gehele RSL van het hele gebouw, opbouw of functionele eenheid [FE] berekend. Deze “*Reference Service Life*” van een dergelijk nieuw product wordt bepaald aan de hand van criteria die gebaseerd zijn op productnormen, CE-markering, geschiktheid voor gebruik en goede uitvoeringspraktijken. Maar aangezien men niet over dergelijke gegevens van gedateerde herbruikbare producten beschikt, is het om die reden nog niet vastgesteld bij een recupereerbaar materiaal en komt het mogelijks niet overeen met de actuele RSL van een nieuw product. (Circubuild, 2022) Op die manier zijn er een aantal vragen die men eerst zou moeten beantwoorden. (FCRBE, 2021b) Heeft het herbruikbaar product dezelfde productnormen en vereisten van een nieuw product? Kan men de veiligheid van de gebruikers in een gebouw garanderen? Zo ja, dan kan men dezelfde levensduur toepassen zoals bij een nieuw product. Zo niet, moet men zich afvragen of men andere testen kan vinden waarmee men de RSL kan vaststellen en rechtvaardigen. Als het hergebruikproduct niet dezelfde gebruiksdoeleinden heeft als het nieuwe product, wat zijn dan de nodige vereisten voor het nieuwe gebruik?

Men kan stellen dat deze Europese normen een eerste raamwerk bieden voor de milieubeoordeling van bouwproducten aan de hand van een levenscyclusanalyse. Hoewel deze analyse vandaag de dag enkel en alleen nog maar gericht is op nieuwe producten, zouden ze ook een basis moeten kunnen zijn voor recuperatieproducten in de toekomst. Op zowel korte als lange termijn zijn er op dat vlak nog vele uitdagingen om deze methode verder aan te scherpen.

In de komende decennia zal hergebruik als reactie om de milieu-impact te beperken een belangrijke speler zijn. Er ontwikkelen zich immers voordelen zoals materiaalbesparing, het vermijden van een nieuwe productiefase alsook het verhinderen van de milieu-impact van afvalverwijdering. Dat maakt het uitermate interessant en toont het potentieel van hergebruik aan. Meer onderzoek is nodig om hergebruik in deze levenscyclusanalyse te betrekken. (FCRBE, 2021b)

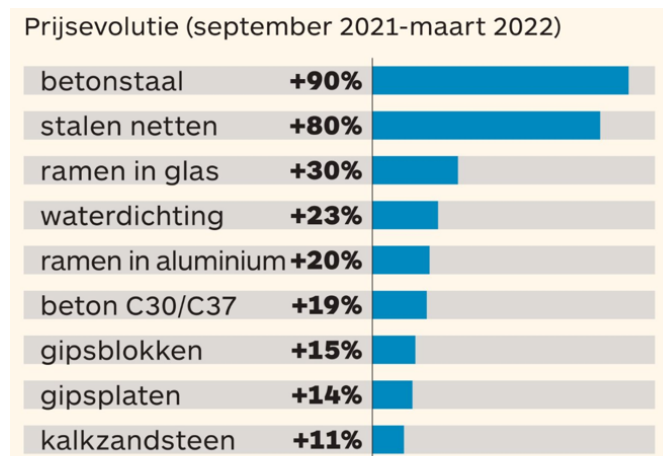
#### 1.3.4. *Sociale en economische drijfveer*

Hergebruik kan ook sociaal en economisch verantwoord worden. In deze sectie wordt er kort besproken wat de mogelijke voor- en nadelen zijn in deze domeinen. Deze masterproef behandelt dit onderwerp eerder beperkt omdat andere gelijklopende scripties er dieper op zullen ingaan.

Er zijn vele voorbeelden om te bevestigen dat recuperatie gunstig is voor de gemeenschap. In regio's waar de productie van bouwmaterialen en valorisatie van afval bijna onbestaande zijn, opent hergebruik van materialen de deur naar een economische transformatie. Zo kan tweedehandsmateriaal (bedrijfsuitrusting, bouwmaterialen, kleding, voeding...) diverse bewonersgroepen in moeilijke omstandigheden helpen en ondersteunen in het verder zetten van hun dagelijkse handelingen. Bovendien ontstaan er ter ondersteuning van deze tweedehandshandel nieuwe (lokale) jobmogelijkheden op logistiek, administratief, technisch vlak alsook op verkoopvlak. Op die manier krijgen laagopgeleiden ook een nieuwe kans. Deze circulaire economie opent werkgelegenheidsperspectieven die grotendeels overeenkomen met die van een diensteneconomie die bepaalde kwalificaties en competenties veronderstelt. (Kralj, 2008, p. 1)

Hoewel de circulaire economie veelbelovend klinkt, zijn er toch ook enkele nadelen aan verbonden. Economen hebben het vaak over de “*Circular Rebound*”. Deze rebound is simpelweg het gevolg van de wet van vraag en aanbod. Als er door een circulaire economie vraag is naar natuurlijke grondstoffen, zullen de prijzen van deze grondstoffen dalen. Hierdoor wordt het plots weer voordeliger om nieuwe producten wél te gaan gebruiken. Maar als consument in een circulaire economie probeert men juist producten en materialen zo lang mogelijk te laten circuleren door hen meerdere malen te recupereren of als tweedehands door te verkopen. Dat bespaart de consument immers ook geld. Daardoor kan er twijfel ontstaan over deze praktijk. Men is niet zeker of verbruikers niet geneigd zullen zijn om geld uit te geven aan goedkopere niet-duurzame producten of praktijken en of men dan juist niet nog meer zal gaan

consumenten. Op die manier bestaat er een risico dat het probleem van massaconsumptie gewoon verder zal ontwikkelen. (Grommen, 2019)



Figuur 7: Prijsstijging materialen (Vanacker, 2022)

Toch staat sinds 2020 de mondiale bevoorradingsketen van grondstoffen onder druk. De COVID-crisis is hier een belangrijke oorzaak van alsook de inflatie van grondstofprijzen, de stijgende energie- en transportprijzen en de oorlog in Oekraïne. Zo is er volgens Niko Demeester, gedelegeerd bestuurder van de Confederatie Bouw, een algemene gemiddelde prijsstijging van 25% op bouwmaterialen. Vooral de prijs van hout, staal en isolatiematerialen liggen hoog op dit moment. Dit is vooral te wijten aan het feit dat import van staal en aluminium vanuit het Oostblok gebeurt. Dat is ook op te merken in figuur 7 van Vanacker.

Bij een renovatie of nieuwbouwproject veroorzaken deze stijgingen in prijs een uiteindelijke meerkost van ongeveer 8%. Daarnaast is ook de vraag naar bouwmaterialen nog steeds groter dan het beschikbaar aanbod. Hierdoor moeten bouwbedrijven veel langer op hun materialen wachten, wat voor vertragingen op de bouwwerf zorgt. Zo zijn er niet enkel de aanhoudende prijsstijgingen als gevolg van de coronacrisis, ook de internationale productie is gedeeltelijk stilgevallen door de Oekraïne-crisis.

Deze redenen zouden een katalysator kunnen zijn om de circulaire economie te stimuleren, denkt Tom Kuppens. De schaarste in grondstoffen doet bedrijven naar alternatieven zoeken, waarbij hergebruik van materialen op de voorgrond komt. Hoewel dit als zeer aannemelijk kan worden beschouwd, wordt ook dit bedreigd door het kortetermijndenken. Door paniekreacties omtrent tekorten gaan bedrijven voorraden aan grondstoffen proberen hamsteren waardoor de prijzen eigenlijk nog meer zullen stijgen. Toch kan deze actuele schaarste door de huidige crisissen een eerste ondersteunende stap zijn ten voordele van de circulaire economie naast het bewuster maken van bedrijven in hun materiaalkeuzes en hen te overtuigen om hergebruik als voorkeursstrategie naar voor te schuiven. (Roeland, 2022; Schillewaert, 2022; Vanacker, 2022)

## 2. HERGEBRUIKSUCCESEN

De natuurlijke levenscyclus draait om de circulaire afwisseling van convergentie en divergentie. Een verstoring in dit proces leidt tot de opwarming van de aarde. (Kralj, 2008, p. 1) Hergebruik van materialen staat garant voor een duurzame oplossing die de milieu-impact van materialen en massaconsumptie kan doen verkleinen. Het maakt een optimaal gebruik van bestaande gebouwen en materialen mogelijk. Het succes wordt onder meer gekarakteriseerd door volgende aspecten:

### 2.1. Milieuvriendelijke impact

Herbruikbare materialen bevinden zich in een (gesloten) materiaalkringloop. Doordat er geen nieuwe productieprocessen moeten worden opgestart, spaart men onder meer nieuw afval en CO<sub>2</sub>-emissies van nieuwe productieprocessen uit. Dit is ten voordele van het milieu en zorgt voor een respectvollere bouw- en architectuurpraktijk (WTCB, 2020).

Voorbeeld: Keukenproject Winnipeg Folk Festival (2012), Manitoba, Canada:



*Figuur 8: Keukenproject Winnipeg Folk Festival, Manitoba, Canada (OPALIS, 2022,a)*

Voor het muziekfestival Winnipeg Folk wilde men een centraal verzamelpunt bouwen dat als een gemeenschappelijk grote keuken kon dienen. Deze constructie moest voornamelijk makkelijk te demonteren zijn. Zowel het milieuvriendelijke, circulaire aspect als het esthetische aspect werden als belangrijk geacht. Zo kwam men tot het besluit om aan de slag te gaan met reeds bestaande bouwmaterialen. Men deed beroep op de oude structuur van een lokale verlaten opslagplaats die afgebroken zou worden. De exacte afmetingen van alle profielen werden opgemeten en mee opgenomen in de ontwerpfase. Een stabiliteitsbureau kon de technische aspecten van de structurele elementen in functie van het nieuwe hergebruik controleren en als positief beoordelen. Vervolgens werd deze structuur ontmanteld en met de onderdelen en enkele oude elektriciteitspalen bouwde men op het festival de nieuwe structuur op. Hierna werd het verder afgewerkt met afwerkingsmaterialen die nieuw waren maar wel vanuit lokale bouwoverschotten afkomstig waren. (OPALIS, 2022a)

### 2.2. Economisch voordeel

Van zodra een materiaal in waarde stijgt en er vraag naar is, kan men over prijs en aankoop beginnen spreken. Zo worden er recupereerbare producten overgekocht zonder nieuwe grondstoffen te moeten aankopen en productieprocessen opnieuw te moeten opstarten. Hierdoor spaart men kosten uit. Zolang de ontmantelingskosten, recuperatieorganisatie, opslagkosten, transport, tijdsbesteding en testprocedures niet te hoog zijn, is er een winstmarge. Hierbij kan het gebruik van afgesproken bovengrenzen in offertes een hulpmiddel zijn. (Bureau Bouwtechniek, 2021; FCRBE, 2020, p. 22)

Voorbeeld: Productiehal (2017), Thirsk, Verenigd Koninkrijk:



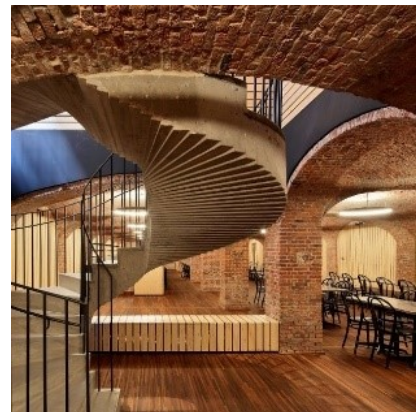
*Figuur 9: Productiehal, Thirsk, Verenigd Koninkrijk (OPALIS, 2022, b)*

Vanwege de financiële crisis van 2008 kwam een stalen structuur (74 700 m<sup>2</sup>) in een opslagplaats terecht waar het gedurende 5 jaar aan weer en wind onderhevig was. In 2013 besloot men de structuurelementen in 4 loten op te delen en via een plaatselijke veiling te koop aan te bieden. Zo werd 1/4 verkocht en doorverkocht aan een ander lokaal bedrijf. Deze knapten de stalen elementen op. Hier en daar voorzagen men extra versterkingen alsook werd de verf vervangen door een nieuwe coating en bouwde men er een nieuwe gevelbekleding aan op. Het resulteerde in een lokaal herwonnen magazijn waarmee men €350 000 aan kosten had uitgespaard. (OPALIS, 2022b)

### ***2.3. Waardevolle materialen***

Materialen worden als waardevol geacht van zodra er een interessante betekenis aan toegewezen kan worden. Dit kan zowel op materieel als immaterieel vlak zijn. Ze dragen een welbepaalde authenticiteit in zich en zijn bijgevolg interessant om bij te houden. Ze refereren naar hoe het ooit was. Deze nostalgie geeft de omgeving waarin ze terecht komen meer diepgang.

Voorbeeld: Sport- en cultureel centrum Hageltoren (2017), Brussel, België:



*Figuur 10: Recuperatie van bakstenen in het sport- en cultureel centrum Hageltoren (OPALIS, 2021a, 2022c; Visit Brussels 2018)*

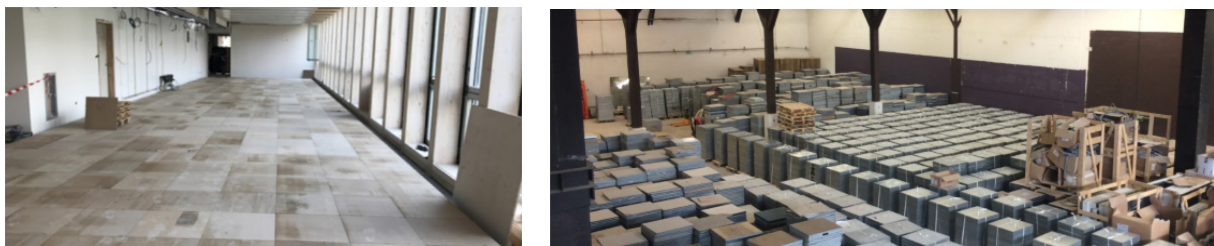
De ontwerpende architecten wilden binnen hun bureau materialen hergebruiken vanwege financiële overwegingen, maar voornamelijk ook omwille van esthetische eigenschappen, circulaire ethiek en erfgoedwaarden. Zo waren ze van de esthetiek van de bakstenen uit figuur 10 overtuigd en lieten ze deze dan ook onbewerkt zichtbaar. Daardoor kon men bijvoorbeeld op pleisterwerk besparen en investeren in de nodige praktische ondersteuning ten voordele van de recuperatie van de bakstenen. Het geschatte aantal bakstenen dat beschikbaar was uit het bestaande gebouw voldeed aan de nieuwe projectvraag ervan. Hierdoor kon het hergebruikproces ervan op eigen site worden opgestart. Enerzijds werd er gekozen om voor de ontmanteling te investeren in het juiste gereedschap en een

demontagecursus om de arbeiders hierin voldoende vaardig te maken. Anderzijds onderzocht men de geschikte logistieke voorzieningen. Zo kon het terrein van de aannemer worden gebruikt om er tijdelijk de stenen te kunnen opslaan en kon men beroep doen op lokale arbeidskrachten wat een lokale transitie teweegbracht. Uiteindelijk bleek de prijs van de hergebruikte bakstenen even duur te zijn als de nieuwe stenen. Toch vond er geen nieuwe winning van grondstoffen plaats. (FCRBE, 2020; OPALIS, 2021, 2022; Visit Brussels, 2018)

#### **2.4. Beschikbare materiaalhoeveelheid**

Wanneer men aan “*Urban Mining*” doet, maakt men gebruik van de beschikbare grondstoffen uit het bestaande gebouwpark. Zo hangt het materiaalenaanbod af van de actuele materialenstock. Sommige bouwstoffen zijn unieker dan andere en daarom duurder of slechts beperkt beschikbaar. Zo lijkt het in kleinschalige renovatieprojecten soms evidentier om de juiste hoeveelheid materialen te vinden dan in grootschalige renovatieprojecten. Desondanks kan men op verschillende wijzen ook in deze grootschalige projecten bouwproducten hergebruiken. Men kan dan bijvoorbeeld materialen uit andere omvangrijke lokale sloopwerken of uit eigen project(en) recupereren. Indien de juiste hoeveelheid niet beschikbaar is, dan kan men ook de omvang van het complex opdelen in kleinere deelprojecten en hiermee aan de slag gaan. Dan krijgt elk deelproject zijn eigen set aan recuperatie-elementen. Bovendien kan juist de vraag naar grotere hoeveelheden materiaal net tot nieuwe investeringen in opleidingen, ontwikkelingen, machines, diensten en ondernemingen leiden en bijgevolg beschikbaar worden op de hergebruikmarkt. (Bureau Bouwtechniek, 2021; FCRBE, 2020)

Voorbeeld: Pulse-project (2017), Parijs, Frankrijk:



*Figuur 11: Verhoogde vloeren Pulse Project (Bellastock, 2021; FCRBE, 2020)*

Door een plots toenemende vraag van 22 000 m<sup>2</sup> aan gerecupereerde verhoogde vloeren in een grootschalig ontwikkelingsproject, besloot de firma Mobius deze nieuwe dienst aan te bieden. Sindsdien vormen gerecupereerde verhoogde vloeren deel van de recuperatiemarkt. (Bellastock, 2021; FCRBE, 2020)

#### **2.5. De helpende hergebruikinventaris**

Hoe sneller de hergebruikauditor betrokken is bij het project, hoe vroegtijdiger men info en de nodige wijzigingen omtrent de te recupereren materialen kan verwerken en plannen ten voordele van het ontwerp. In het algemeen maakt de hergebruikauditor een inventaris op van de bouwproducten die over een hergebruikpotentieel beschikken en welke dat juist niet hebben. Dat moet duidelijk op te maken zijn uit deze hergebruikinventaris. Het onder meer hebben van standaardafmetingen, de verenigbaarheid met verschillende materialen en omkeerbare verbindingen maakt de herbruikbaarheid van materialen eenvoudiger. Zo kan men dieper met de juiste mensen in het hergebruikproces duiken. Deze hergebruikauditor kan zowel een architect als aannemer of bouwheer zijn of als een compleet nieuwe job-mogelijkheid ontwikkeld worden. Hierover zijn momenteel nog veel verschillende meningen. In de komende jaren zal dit nog verder gedefinieerd moeten worden. (FCRBE, 2020)

Voorbeeld: Kinderdagverblijf en gezinscrèche (2018), Parijs, Frankrijk



*Figuur 12: Gevel op basis van gerecupereerde schuifdeuren (BFV, 2022;FCRBE, 2020)*

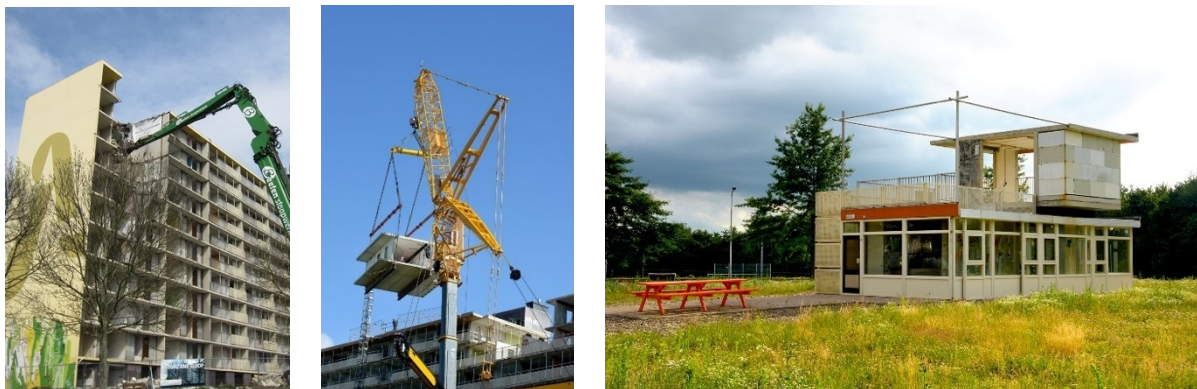
Dankzij een reeds bestaande hergebruikinventaris uit de naburige omgeving hebben de aangestelde architecten van een nieuw kinderdagverblijf en gezinscrèche een overzicht kunnen bemachtigen van de lokale recupereerbare materialen. Zo stootte men op 600 kwaliteitsvolle, uniforme houten schuifdeuren. De architecten besloten ermee aan de slag te gaan en er de gevelbekleding van het nieuwe opvangcentrum mee te ontwerpen. De ontmanteling ervan verliep vrij vlot en de aangestelde schrijnwerker kon het gerecupereerd hout beoordelen en de kwaliteit ervan waarborgen. Uiteindelijk bleken de kosten goedkoper te zijn dan de nieuwe lokale of buitenlandse versie. (BFV, 2022; FCRBE, 2020)

### ***2.6. Een onderlegde ontmantelingsfase***

Een grondige voorbereiding van de ontmantelingsfase van een gebouw is essentieel. Zo moeten er concrete beslissingen genomen worden omtrent verpakking, opslag, reparatie, reiniging, documentatie, promotie, verkoop, ontmantelingswijze... van de verschillende (bouw)materialen. Hierbij raadt men aan om op een grondige manier fase per fase af te werken.

Verder is het ook aanbevolen om voldoende foto's van de elementen te nemen en deze op een bijhorend plan aan te duiden. Alsook moet men ervoor zorgen dat men over een volledige afval-, sloop- en hergebruikinventaris beschikt die door alle partijen waaronder opdrachtgever, aannemer, recuperatiepraktijk, sloopaannemer en architecten, doorgenomen en goedgekeurd zijn geweest vooraleer men aan het demonteren of slopen start. Hun kwaliteit en waarde moet immers als voldoende hoog beoordeeld zijn geweest om de ontmantelingsprocedure mee te kunnen rechtvaardigen. (FCRBE, 2020) (Bureau Bouwtechniek, 2021)

Voorbeeld: Project Super Circular Estate (2018), Kerkrade, Nederland:



*Figuur 13: Hergebruik van de modulaire unit (Housing Evolutions, 2022)*

Het project “*Super Circular Estate*” te Nederland omvatte een verouderd sociaal woongebouw van 10 verdiepingen hoog. Het doel van dit project was om alle materialen die men ter beschikking had te gaan hergebruiken, te herstellen en/ of te recyclen. Om te verifiëren wat er mogelijk was, werden er studies uitgevoerd op het vlak van de ecologische en economische levensvatbaarheid. (Housing Evolutions, 2022)

Naast een sloopinventaris werd er een hergebruikinventaris opgesteld waarin men 16 verschillende soorten materialen in categoriseerde. Op die manier verkreeg men een overzicht van de materialen en kon men beslissen met welke men aan de slag wilde gaan. Ook kon men op die manier selecteren welke producten en materialen er in een online-databank zouden kunnen worden geregistreerd en welke er te koop zouden worden aangeboden. Eveneens werden eigenschappen zoals hoeveelheid, gewicht, materiaalsamenstelling, belichaamde energie en CO<sub>2</sub>-balans kenbaar. Daarnaast voerde men vóór de ontmantelingsfase ook nog enkele andere technische studies uit. Zo deed men een visuele inspectie, asbestonderzoek, een milieustudie en werden er testen uitgevoerd door aannemers en ingenieurs op de bouwproducten. Verder onderzocht men hoe men de elementen het beste kon gaan demonteren. Men kan dit echter in zijn geheel doen maar ook in zijn onderdelen. Deze analyse gaf een beter zicht op hoe men de logistiek kon organiseren en hoeveel tijd, geld en CO<sub>2</sub>-emissie dit precies zou gaan kosten. (FCRBE, 2020)

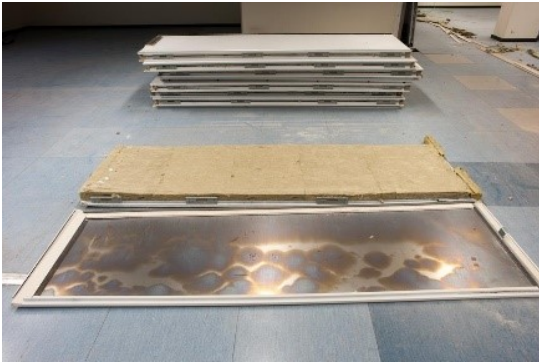
### **2.7. Meerdere toepassingsmogelijkheden**

Vaak zijn er verschillende mogelijkheden om materialen te recupereren. Men raadt aan om eerst te kijken of er op de eigen bouwterrein beschikbare opties zijn. Vervolgens kan men gaan kijken of er een bepaalde vraag is in de lokale buurt of gemeente. Daarna kan men gaan onderzoeken wat er mogelijk is op stadsniveau en uiteindelijk op provinciaal niveau... Zo kan men bijvoorbeeld uit nabijgelegen renovatie- of sloopprojecten herbruikbaar materiaal overkopen of gedoneerd krijgen. Een andere interessante piste zijn ontginningen van industriële sites, fabrieken of oude stortplaatsen. Verder zijn er tegenwoordig reeds verschillende digitale online gidsen en digitale databanken waarop men beroep kan doen. Soms zijn er zelfs aannemers die bepaalde service-contracten omtrent materiaalgebruik aanbieden. Ook zijn er verschillende recuperatiebedrijven en –winkels die hieromtrent aanbiedingen over hebben. (FCRBE, 2020)

Op die manier bestaat er momenteel al een grote variatie aan ophaalpraktijken door wie de materialen hergebruikt kunnen worden: de toekomstige gebruiker, de bouwheer, de ontwerpende en uitvoerende architecten, verenigingen, vzw's, sloopbedrijven, interne databanken, (digitale) tweedehands materialenwinkels... Elk hebben ze verschillende interesses en dat maakt net een uitgebreide recuperatie mogelijk. Het is dan ook van belang om met hen duidelijke afspraken te maken over wat er nu precies van elkaar verwacht wordt en waar men recht op heeft. Het liefst houdt 1 persoon van het bouwproject zich hiermee bezig opdat er geen miscommunicaties ontstaan en men aan iedereen dezelfde regels kan opleggen. (Bureau Bouwtechniek, 2021; FCRBE, 2020)

Vervolgens kan men de verschillende partijen volgens een gewenste hiërarchie contacteren. Aan de geïnteresseerden kan er dan gevraagd worden welke elementen van de gedetailleerde sloopinventaris zij wensen te hergebruiken. Door een wekelijks overlegmoment in te lassen kan men elkaar voldoende op de hoogte houden. Men kan hier dan bijvoorbeeld verschillende rondgangen ter bezichtiging aan koppelen. Hoe meer materialen aan een nieuwe fase in hun levenscyclus kunnen beginnen hoe interessanter het wordt. (Bureau Bouwtechniek, 2021)

Voorbeeld: Kantoorgebouw en 341 sociale woningen (2019), Brussel, België:



*Figuur 14: Ontmantelde scheidingswand en recuperatie van isolatie (FCRBE, 2020; Vanderick, 2019)*

Tijdens de renovatie van een Brussels kantoorgebouw kwam er ongeveer 4 km aan scheidingswanden vrij. Tegelijkertijd was de gekozen aannemer met een ander renovatieproject bezig dat 341 sociale woningen omvatte die nog geïsoleerd moesten worden. Aangezien de scheidingswanden van het ene project isolatie in zich hadden, kon dit mogelijk gebruikt worden in het andere project van sociale woningen die nog geïsoleerd moesten worden. Zo werden de isolatie-panelen getest en goedgekeurd op het vlak van hun warmtegeleidingsvermogen en werden ze hergebruikt in de sociale woningen. Het hele proces bestond uit 5 stappen: de ontmanteling, de bewerking, testprocedure, tijdelijke opslag en herinstallatie. (FCRBE, 2020; Vanderick, 2019)

Succes op het vlak van hergebruik kent verschillende vormen. Zowel in tijdelijke als meer permanente bouwprojecten vinden herbruikbare materialen hun weg. Het strekt zich uit tot alle soorten bouwlagen van een gebouw. Bij de ene toepassing vraagt het al iets meer opschoningsbewerkingen dan bij de andere. Desondanks oogt het de moeite waard.

### 3. HERGEBRUIKHINDERNISSEN

De transitie naar een circulaire economie lijkt in vele sectoren een verantwoorde keuze. Het biedt heel wat voordelen op zowel economisch als ecologisch vlak. Toch gebeurt de transitie van een lineaire naar een circulaire economie maar geleidelijk aan. Zo bestaan er heden ten dage nog tal van hindernissen die de transitie in de weg staan. Deze moeten weggewerkt worden om het verhaal naar een meer circulaire bouwwereld te doen slagen. Hieronder worden enkelen ervan in kaart gebracht. (SERV, 2018)

#### 3.1. Laagste prijs

Er zijn heel wat oorzaken die ervoor zorgen dat kopers toch eerder kiezen voor een primaire grondstof in plaats van een herbruikbare versie. Sommige gerecupereerde materialen zijn namelijk relatief duurder dan hun primaire variant waardoor het moeilijker is om er een rendabel businessmodel mee te kunnen ontwikkelen. De slaagkansen voor herbruikbare materialen zijn immers afhankelijk van vraag en aanbod binnen een heel fluctuerende markt. Hoewel dit niet geldt voor metalen waarvan de prijsniveaus gelijk oplopen voor zowel de primaire als de hergebruikte varianten, zijn er verschillende redenen waarom recupereerbare materialen vaak prijziger optreden. (Debacker et al., 2021, p. 15) Dat komt voornamelijk doordat de inzameling en het hergebruikproces ervan vaak arbeidsintensiever en duurder zijn en er bovendien meestal bijkomende kosten aan de secure ontmanteling van de bestaande materialen verbonden zijn. Dit staat in contrast met de klassieke sloop waarvoor niets volledig heel hoeft te blijven. Ook blijken de nieuwere bouwmaterialen vaak al geoptimaliseerd te zijn op het vlak van energie-efficiëntie en de herbruikbare producten niet. Dat blijkt in hun voordeel te spelen. (SERV, 2018, p. 10)



Daarnaast zijn primaire grondstoffen relatief goedkoper omdat de kosten omtrent de impact op het milieu en de gezondheid die tijdens de ontginning, het transport en de productie ontstaan, nog niet volledig worden doorgerekend in de prijs van het eindproduct. De nieuwe producten beschikken niet over hun “*True Price*” waarmee de ecologische en sociale kosten verwerkt worden. Op die manier worden de kosten van de keten momenteel nog niet ingecalculleerd en dit ten voordele van de nieuwe materialen. (SERV, 2018, p. 10)

Tegenwoordig zijn er al nationale gesprekken bezig over een mogelijkheid tot btw-verlaging bij producten die over een bepaald percentage gerecycleerd materiaal beschikken. Toch is het niet evident om voor deze stromen een interessant verdienmodel uit te werken. Sommige grondstoffen voor bouwmaterialen zijn immers al verder uitgeput dan andere en daardoor zeldzamer en duurder. Zo blijkt het gebruik van nieuwe materialen nog steeds zeer concurrentieel te zijn waardoor bouwheren vaak terughoudender zijn op het vlak van hergebruik. (SERV, 2018, p. 11) Desondanks komt hergebruik recent opnieuw op de voorgrond door de inflatie van grondstofprijzen ten gevolge van verschillende crisissen (zie sociaal/economische drijfveer).

### ***3.2. Gebrekkige regelgeving***

De regelgeving omtrent (bouw)materialen zorgt voor mogelijke hindernissen die het hergebruik van grondstoffen afremt. Zo zijn verschillende normen gedateerd omdat het circulaire gedachtegoed toen nog niet aan de orde was. Op die manier sluiten sommige specificaties het gebruik van hergebruikte materialen uit. Men kan bijvoorbeeld niet bepalen wie aansprakelijk is indien de samenstelling van het materiaal niet zou voldoen binnen een bepaalde hergebruiktoepassing. (SERV, 2018, p. 6)

Ook lijken de huidige normen niet altijd even aangepast te zijn aan de realiteit van hergebruikpraktijken omdat ze immers voornamelijk bedacht zijn op basis van prototypes in een gecontroleerde omgeving. Indien een bepaald materiaal informatie mist of materialen verschillende omstandigheden hebben meegemaakt, bieden zij hier geen antwoord op. (FCRBE, 2021a, p. 27) Zo maken enkele criteria zoals brandeisen, lambda-waarden en structurele vereisten die gehanteerd worden in lastenboeken van openbare werken het hergebruikproces moeilijk omdat deze technische gegevens vaak niet terug te vinden zijn bij recupereerbare producten. Dat leidt bijgevolg tot hun onbruik. (SERV, 2018, p. 12)

Verder blijkt dat de criteria in een lastenboek veelal nog gericht zijn op de prijs en op het zo winstgevend mogelijk maken. (Vlaamse Overheid, 2021a) Hierdoor worden herbruikbare materialen vaak niet toegelaten omdat deze relatief duurder zijn dan hun primaire variant. Dat zorgt ervoor dat de overheid als opdrachtgever een cruciale rol zal moeten spelen bij het bevorderen van een duurzame omgang met materialen en de afstemming van de criteria hierop voor toekomstige (openbare) bouwwerken. (SERV, 2018, p. 10)

### ***3.3. Onvoldoende en onzekere kwaliteit***

Een ander bepalende factor voor hergebruiksmislukking is het gebrek aan kwaliteit en de onzekerheid over de technische prestaties bij recupereerbare grondstoffen. Sommige materialen blijken helaas niet meer te beschikken over voldoende kwaliteit om aan een volgende stap in hun levenscyclus te beginnen. Zo kan er door contact met de buitenomgeving zodanige verwerking zijn ontstaan zodat, eenmaal het uit zijn positie is gehaald, het materiaal helemaal afbrokkelt. Ook vermoeing na langdurige belasting kan tot structurele gebreken leiden. Alsook een mix van materialen met verschillende ondergane verouderingsprocessen en herkomst kunnen niet altijd tot een goede combinatie leiden. Men kan immers niet altijd verifiëren of ze nog aan de technische vereisten voldoen of samen tot ongemakken en instabiliteit zullen leiden. Verder kunnen materialen die een hele periode binnen een ongeschikte toepassing hebben gefunctioneerd of over toxische afdichtingsmiddelen, voegcomponenten en verven op basis van asbest of zware metalen beschikken, negatief beoordeeld worden. Onvermijdelijk zijn de gevolgen van lekken, brand of scheuren. Deze zorgen voor moeilijkheden. (FCRBE, 2020, 2021b)

Maar soms ligt het niet aan de omgeving of aan de historie van het materiaal, maar kan men de ontmantelingsprocedure ook verkeerd hebben ingeschat. De nodige nuancering en relevante opmerkingen moeten mee in de materiaalinventarissen opgenomen worden. Dat kan gaan over een onderscheid in kleur, ondergane weersomstandigheden... Zo kan men hier voldoende rekening mee houden en ongewenste situaties mee vermijden. (FCRBE, 2020, p. 27)

### ***3.4. Onbestaande recuperatiemarkt***

Naast moeilijkheden op het vlak van fysische eigenschappen kan het ook voorkomen dat er geen markt (meer) is voor de (verouderde) materialen. Het is namelijk een project-gerelateerde business binnen een zeer snel wijzigende markt.

Sommige bouwelementen worden couranter doorverkocht dan andere. Zo hebben producten die bijvoorbeeld in een kleinere hoeveelheid aanwezig zijn, mits interessant hergebruikpotentieel, vaak geen economische waarde. Ook het tegenovergestelde komt voor. Men kan een overaanbod aan bepaalde elementen hebben maar de potentiële kopers hebben slechts een beperkt aantal nodig. Een onderzoek en analyse van de potentiële herbruikbaarheid van materialen moet dan ook voldoende interessant en relevant zijn om ermee van start te gaan. Men moet een soort van zekerheid hebben dat indien men deze materialen met zo veel aandacht en zorg ontmantelt, het de moeite waard is en ze binnen een bepaald project terug kunnen worden ingezet. Indien er geen andere optie is dan hen in jarenlange dure stockage te laten verblijven, kan het gebeuren dat de geschatte opslagprijs hoger blijkt te zijn dan de aankoop van nieuwe materialen. Dat is nefast voor het hergebruik van materialen binnen het circulair verhaal en bijgevolg dan ook niet interessant genoeg om er in dat geval mee door te gaan. (FCRBE, 2021c)

Afhankelijk van de aanwezigheid van potentiële kopers, het feit of de prijs in verhouding is met het beschikbaar budget en de potentiële vraag alsook de winst of het verlies dat men erop maakt, kan het zijn dat de prijs van een gewenst recuperatieproduct groter blijkt te zijn dan verwacht vanwege zijn hoge kwaliteit. Hierdoor stijgt de vraagprijs en zal men dit binnen het project waarin men dit product wil gebruiken, moeten kunnen compenseren. (Bureau Bouwtechniek, 2021, p. 2; FCRBE, 2021c)

In het algemeen kan men concluderen dat het hergebruik van bouwproducten nu nog een niche-activiteit is en er geen volwaardige stabiele markt van bestaat. Bij de “*Proeftuinen*” van “*Circulair Vlaanderen*” bleek dat het resultaat van hergebruik steeds lager lag dan verwacht. Zelfs na grote inspanningen was het moeilijk om meer dan 1% van de materialen (op gewichtsbasis) in Vlaanderen uit de sloop te hergebruiken. (Canvas, 2021)

### ***3.5. Personeelstekort***

Wanneer blijkt dat er voldoende herbruikbaar materiaal aanwezig is en men het op een interessante manier kan inzetten, kan het voorkomen dat men er geen plaats-aannemers of opgeleide demontagekrachten voor vindt. Dat kan gebeuren doordat de (bouw)techniek reeds gedateerd is en er geen mankrachten meer in opgeleid worden. Ook zien huidige arbeiders vaak de manuele arbeid niet meer zitten vanwege het feit dat het werk enorm tijdrovend en te arbeidsintensief is. Daarnaast hebben de huidige aannemers het vaak nog moeilijk met het feit dat ze materialen moeten installeren waar ze nog nooit eerder mee gewerkt hebben en wensen ze er dan ook niet aan te beginnen. Bijgevolg kunnen de materialen niet meer hergebruikt worden binnen de vooropgestelde toepassing. (Bureau Bouwtechniek, 2021; FCRBE, 2020, p. 24)

### ***3.6. Logistiek- en plaatsgebrek***

Bij hergebruik in situ wordt de operatie direct ter plaatse uitgevoerd en opgelost. Er zijn geen bijkomstige transportkosten voor nodig. Daarentegen is het regelen van een dergelijke beheersbare logistiek een complexere opgave bij hergebruik ex situ. De juiste transportmiddelen en vervoersvergunningen moeten in orde gebracht worden. Indien er geen logistieke structuur bij

hergebruik ex situ over de aan- en afvoer van de materialen op de site is bedacht geweest, kunnen de prijzen ervan ongewild gigantisch de hoogte ingaan. Bovendien kan de stroom aan afval erg verspreid op verschillende momenten gedurende de bouw- en sloopwerf ontstaan. Dat maakt het niet eenvoudig om de concentratie aan afval in verschillende containers te voorspellen en hierop te anticiperen met de voorraad aan containers. Daarom raadt men aan om de producten vóór het ophalen in zuivere categorieën (los, vast) en deelcategorieën te organiseren en het ophalen van de materialen door verschillende partijen goed op elkaar af te stemmen. (WTCB, 2020, p. 29)

Verder zijn potentiële opslagplaatsen waarin men het materiaal tijdelijk in kan opbergen een niet te onderschatten onderdeel. Zo moet er voldoende plaats zijn op de werf of in de buurt van de werf om het proces van selectief slopen te kunnen laten starten. Dat is niet altijd even evident, zeker niet in een stedelijke context of op kleine werven. Daarom is het geen verkeerd idee om in te zetten op innovatieve ophaalsystemen. Men kan bijvoorbeeld een omgekeerde logistiek toepassen, een doorlopend proces waarbij men nieuwe (herbruikbare) materialen aanvoert en tegelijkertijd ook de (recupereerbare) afvalstoffen afvoert. (WTCB, 2020, p. 29)

Ook is het nodig om het aanbod aan herbruikbare materialen af te stemmen op de specifieke vraag. Hierbij is de afstemming van de planning op de bouwplaats waar de elementen zullen worden ontmanteld met die van de bouwplaats waar de recupereerbare elementen zullen worden opgeslagen en daarna worden geïnstalleerd, cruciaal om het hergebruik van materialen op een efficiënte manier te gaan mobiliseren. (WTCB, 2020, p. 29)

### ***3.7. Demontageprobleem***

Circulair ontwerpen gaat niet alleen over materiaalefficiëntie en het correct gebruiken van tweedehandsmaterialen. Het gaat ook over de demonteerbaarheid van materialen. Het is belangrijk dat ontwerpers demontage overwegen in een circulair ontwerp opdat de onderdelen in de toekomst na 30 of 60 jaar gemakkelijk kunnen worden hergebruikt.

In de praktijk komt het immers vaak voor dat producten door verschillende ontwerpbeslissingen niet geschikt zijn om gedemonteerd, gerepareerd of gerecupereerd te worden. Zo is er in de laatste jaren een trend ontstaan waarbij men beroep doet op multifunctionele, kleinere en lichtere producten. Maar deze hebben vaak een complexere samenstelling waardoor het moeilijker wordt om deze waardevolle materialen op een evidente wijze te gaan recupereren. Kleinere onderdelen zijn immers moeilijker te demonteren, waardoor er minder materiaal correct gesorteerd en/of gedemonteerd kan worden. (SERV, 2018)

Hoewel deze hindernissen aanwezig zijn in de dagelijkse routine, is dat geen reden voor onrust. Het feit dat er zich een probleem voordoet, kan juist een stimulans zijn om hiervoor een oplossing te vinden. Het kan tot onderzoek op verschillende pistes leiden. Om de onzekerheid omtrent structurele vereisten weg te werken kan men bijvoorbeeld opteren voor overdimensionering. Dit helpt om de constructiematerialen opnieuw te kunnen inzetten.

Ook een tekort aan juist getraind personeel, kan een opportuniteit betekenen om nieuwe jobmogelijkheden te ontwikkelen. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de vraag naar experts op het vlak van hergebruik. Hoewel deze actuele belemmeringen nog niet opgelost zijn, toont het wel aan dat men er mee bezig is en men open staat voor verbetering.

#### 4. HERBRUIKBARE CONSTRUCTIEMATERIALEN

Binnen het kader van duurzaam bouwen moet men niet enkel rekening houden met de hoeveelheid materiaal die men kan hergebruiken maar moet men ook kritisch zijn over welke materialen er (her)gebruikt worden. (NAV, 2022b) Hernieuwbare materialen zoals hout of bamboe en materialen die een ruime natuurlijke voorraad hebben zoals steen en leem zijn te verkiezen boven de synthetische materialen met petrochemische stoffen zoals metalen en legeringen, kunststoffen, composieten zoals gewapend beton... Toch zijn ook bouwmaterialen die reeds aanwezig zijn en als tweedehandsproducten opnieuw ingezet kunnen worden ook een milieuverantwoorde keuze. (VIBE VZW, 2020) Om te beslissen of materialen herbruikbaar zijn, kan men informatie verzamelen over de oorsprong en de historie ervan. Ook praktijkvoorbeelden van het materiaal in kwestie kunnen een bron aan info zijn. Het is van belang om een overzicht te verkrijgen van de sterke en zwakke punten van een materiaalsoort en welke recuperatietoepassingen er kunnen. De grondstoffen kunnen voor hetzelfde doel maar elders hergebruikt worden of men kan er iets nieuw mee aanvangen binnen hetzelfde bouwwerk... Deze keuze hangt af van de (technische) vereisten van het beoogde (her)gebruik en of er methoden voorhanden zijn om deze bij het materiaal te verifiëren. (FCRBE, 2020, pp. 25, 89, 2021c) Omwille van de niet altijd evidente verificatie van de technische prestaties van constructiematerialen komt het hergebruik ervan minder aan bod op de hergebruikmarkt. In deze masterscriptie wordt er verkozen om op dit pijnpunt in de bouwsector in te gaan. Structureel staal, gewapend beton, baksteen en structureel hout vormen de 4 materiaalcategorieën die van dichterbij geanalyseerd worden.

##### 4.1. Structureel staal

In het noordelijk gedeelte van het Verenigd Koninkrijk zijn er vrij veel handelaars die hergebruikt staal aanbieden. Ook kom je nog regelmatig gespecialiseerde studie bureaus en onderzoeklabo's tegen die zich bezighouden met het onderzoeken van de eigenschappen van profielijzers. (OPALIS, 2021h) Toch is er momenteel voor structureel staal geen Belgische hergebruikmarkt aanwezig. Dat heeft enerzijds te maken met het feit dat schroothandelaars deze elementen voor een interessante prijs kunnen opkopen en ze naar recyclageketens kunnen afvoeren. Anderzijds kan er na een lange levensduur vrij snel structurele instabiliteit optreden. Het risico zit er dan in dat hergebruik ervan tot onveilige situaties kan leiden en men omwille van het gebrek aan de nodige (oorspronkelijke) technische documentatie hen als structureel onaanvaardbaar beschouwt. (OPALIS, 2021h) Desondanks kan men via enkele tests bepaalde eigenschappen van het materiaal controleren en onderzoeken. Zo kan men de hardheid van het staal testen door een insnijding of kan men beroep doen op infraroodscans, belastingproef op monsters... Men maakt hierbij een onderscheid tussen testmethoden die in het labo uitgevoerd worden en diegene die op de werf toegepast kunnen worden. De meest voorkomende worden hieronder opgesomd (EUROLAB, 2020c, 2020a; OPALIS, 2021d, pp. 4–5):

Tabel 1: Testmethoden staal

Staal	
Testmethoden in het labo	Testmethoden op de werf
1. Chemische analyse	1. Visuele beoordeling:
2. Mechanische testen op:	- Oppervlakteafwerking: Onbehandeld, behandeld met roestwerende coating, thermisch verzinkt, gemetalliseerd, beschilderd...
- Trekeigenschappen: Sterkte en ductiliteit	- Bevestigingswijze: Lassen, mechanische verbindingen/boutverbindingen, vastgemetseld, klinknagels...
- Hardheid: Hardheidsschalen afhankelijk van. Steekproef-omvang, homogeniteit, toepassing	- Beschadigingen: Zichtbare plastische vervormingen, vermoeiing, gaten/versterkingen ...
- Laagdikte: Hardheid van de coating	
- Kastdiepte: Diepte van de behuizing	
3. Corrosiebestendigheid	
4. Storingsanalyse: Scanning-elektronenmicroscopie van een breukoppervlak (beginpunt breuk, voortplantingsmodus en – snelheid)	

Staal kan omwille van zijn bout- (-en moer-) verbindingen eenvoudig gedemonteerd worden en zo in nieuwe toepassingen opnieuw worden ingezet. Daarom zal het in de toekomst in de mate van het mogelijke meer aangewezen zijn om van deze methode gebruik te maken in plaats van de lastechnieken of klinknagelverbindingen. Men raadt aan om een evenwicht te vinden tussen niet te zware of te kleine bouten. Te zware bouten leiden tot een nood aan machines om deze aan te draaien. Te veel kleine bouten maken het hele proces enorm arbeidsintensief. Indien mogelijk gebruikt men voor het gemak overal dezelfde standaardbouten op de werf en in het productiehuis. (Infosteel, 2021)

Indien het structureel staal zijn primaire functie niet meer kan uitoefenen, kan het gerecupereerd worden binnen andere toepassingen zoals in secundaire structuren of binnen niet-structureel gebruik. In het kader van een renovatieproject kan de dimensionering van het staal aanvaard worden indien men met voldoende hoge veiligheidsfactoren werkt. Verder kan men beroep doen op de adviezen en herkomstinfo van de verkoper die er al ervaring mee heeft gehad. Op die manier worden er gehelen uit de industrie of landbouwsector gerecupereerd. Het gaat dan over staalconstructies van portaalkozijnen (magazijnen, verdiepingen...), tuinhuisen, loodsen (hangars), brandtraphuisen... De voorwaarde is dan wel toestemming van de stabiliteitsingenieur en het ontbreken van zware toxische metalen (lak, loodhoudende verf en diverse industriële producten). Alsook worden verschillende profielijzers en metalen roosters nog vaak hergebruikt. Indien het lukt om 1 ton staal te hergebruiken kan dat tot zo'n 1,3 ton CO<sub>2</sub>-reductie leiden omdat men onder meer nieuwe productie-emissies uitspaart. (FCRBE, 2020, p. 74; OPALIS, 2021h)

Om stalen elementen goed te onderhouden controleert men best om de 2 jaar de corrosie- en brandwerende bescherming. Deze kan men dan eventueel hier en daar opnieuw behandelen en herschilderen door middel van een brandwerende verf of een pleisterlaag. Elk jaar is het aangewezen om de bevestigingen, verankeringen en verbindingen goed na te kijken alsook de beweegbare steunelementen te smeren. (Wagneur & WTCB, 2011)

Om goed voorbereid aan de ontmanteling te kunnen beginnen is het belangrijk om het juiste gereedschap en de logistiek in orde te brengen. Zo voorziet men hefwerktuigen om alle zware stalen elementen mee te verplaatsen alsook om de lasverbindingen tijdens de demontage te ondersteunen. Hierbij raadt men aan om lange liggers goed beschermd op verschillende hefpunten te ondersteunen tijdens deze verplaatsing. De versterkings- of verbindingselementen die het transport benadelen, haalt men weg. Om het gedemonteerd materiaal achteraf efficiënt terug te vinden, wordt er gebruik gemaakt van markerings- of etiketteringen. Tijdens de ontbouting moet men opletten dat er geen al te grote spanningen ontstaan die tot plastische vervormingen kunnen leiden. Ten alle tijden mogen de liggers niet op de grond vallen en houdt men in het oog dat de coating van de liggers niet beschadigd geraakt. De stalen constructieve elementen worden ter plaatse op de werf of in een stockageplaats geconserveerd per categorie (formaat, grootte, toepassing, type coating...). Dit maakt het eenvoudig om er tests op uit te voeren. Het staal slaat men in niet-corrosieve buitenomgeving op een vlakke ondergrond op. Ze hebben geen beschermingszeil nodig. Er mag geen constante aanwezigheid zijn van water. Men raadt aan om de verkoop van stalen elementen rechtstreeks vanop de ontmantelingswerf te organiseren om hoge vervoer- en stockagekosten voor de verkoper te minimaliseren. De transportkosten voor zware lange liggers kunnen immers hoog oplopen. (OPALIS, 2021h)

Voorbeeld: K.118 Winterthur (2021), Winterthur, Zwitserland:



Figuur 15: K.118 Winterthur, Zwitserland (OPALIS, 2021b)

Type van hergebruik: Plaatsing in situ, afkomstig van afbraak-/ renovatiewerf

Recuperatie van:

1. Stalen draagstructuur: 71 ton
2. Aluminium en stalen platen: 1400 m<sup>2</sup>
3. Stalen buitentrap
4. Stalen balustrades: 45 m

Op het voormalig Sulzer fabrieksterrein te Winterthur in Zwitserland, ontwierp men een uitbreiding voor een bestaand industrieel hoekgebouw. Voor de volledige structuur van dit nieuwe bouwwerk deed men beroep op een stalen geraamte dat oorspronkelijk in een distributiecentrum te Basel als basisconstructie werd gebruikt.

Deze recuperatiestructuur voegde men ter hoogte van de centrale hal toe en hield drie nieuwe verdiepingen in. Deze werden door een stalen gerecupereerde buitentrap afkomstig van een gesloopt kantoorgebouw te Zürich, ontsloten. De hoogtes van deze nieuwe verdiepingen werden op hun trapborden afgestemd.

Via visuele beoordelingen door het projectteam werd het gebruik van het staal goedgekeurd mits overdimensionering in die mate dat er meer aanwezig is dan structureel nodig is. Zo hoefde men geen andere tests of behandelingen op het staal uit te voeren. Enkel wanneer het niet anders kon heeft men ten voordele van de stabiliteit, brandveiligheid of de akoestiek ter hoogte van de vloerplaten, funderingen of in het interieur ook beton gebruikt. (OPALIS, 2021b)

#### **4.2. Gewapend beton**

Beton heeft in de huidige toestand de grootste milieu-impact in de bouwsector. Deze milieuscore wordt bepaald op basis van de afvalverwerking aan het einde van de levensduur, milieu-impact van de werf, transport naar de bouwplaats alsook het mengproces van de hulpstoffen, gerecycleerde granulaten, kalksteen, zand, water, wapening, cement... tot beton. Om die impact te doen verlagen onderzoekt men optimaliseringen. Deze focussen zich op een verbetering van het wapeningspercentage, het aanwenden van alternatieve bindmiddelen en cementsoorten of het gebruik van gerecycleerde granulaten. Ook probeert men te grijpen naar slankere constructies of een gebruik van hollere elementen om tot een lager materiaalgebruik te komen. (WTCB, 2020, p. 10)

De invloedrijkste oorzaak zit echter bij het bestandsdeel cement. Zo komen er zowel tijdens de productie van de Portlandklinker voor het klassieke Portlandcement alsook tijdens de afvalverwerkingsfase enorm veel CO<sub>2</sub>-emissies vrij. Ondertussen zijn er reeds alternatieve methoden op de markt gebracht om de milieu-impact van cement te reduceren. Zo kan het ook geproduceerd worden op basis van gerecycleerde cementen, hoogovencement of geopolymeren. Daaruit is gebleken dat de gerecycleerde cementen tot zo'n 60% per kg cement milieuwinst kunnen maken ten opzichte van Portlandcement. En voor hoogovencement gaat het dan eerder over een waarde van 20% in stort-klaar beton maar leidt het wel tot langere ontkistingstermijnen bij prefabricatie of een lichtere kleur. Er is dus nog geen echt

hergebruikproces van cement aanwezig zonder dat men er een nieuw productieproces aan koppelt. Cement zit namelijk ook verwerkt in beton. (WTCB, 2020, p. 10)

Binnen het hergebruikverhaal ziet men dan eerder dat de betonnen structuur van een gebouw blijft bestaan om er vervolgens een nieuwe mantel rond op te bouwen. Het liefst gebeurt dit op basis van modulaire gevelementen en demontabele binnenwanden. Ook het hergebruik van prefabbetonelementen en stapelbare betonblokken zijn een gangbare operatie. Maar men moet er zich wel bewust van zijn dat een betonnen structuur een maximumcapaciteit heeft wat betreft specifieke toepassing en belasting. Het noodzakelijke wapeningspercentage werd namelijk bepaald op basis van deze 2 factoren. Daarnaast hebben de stapelbare betonblokken vaak maar een maximum stapelhoogte van 8,80 m. Daarom is het van belang dat er een betonstudie wordt uitgevoerd. (Legioblock, 2022)

Om het beton goed te onderhouden controleert men elk jaar de staat van de draagconstructie en werkt men eventuele waterinfiltraties of –stagnaties weg. Wanneer men opmerkt dat een bepaalde zone beschadigd is, herstelt men deze. (Wagneur & WTCB, 2011) Ook moet men opletten voor betonrot. Deze wordt veroorzaakt door een veelvuldige aanwezigheid van CO<sub>2</sub> en inwerking van chloriden. (Sanacon, 2022) Er zijn verschillende methoden om de kwaliteit van het beton na te gaan. Men maakt een onderscheid tussen proeven op monsters in het labo en controles op de bouwwerf. Zo kan men bijvoorbeeld op de werf met behulp van een handmatige kernboormachine kernboringen maken in het beton. Deze kunnen dan als cilindrische proefstukken in het labo onderzocht worden. De meest voorkomende proefmethoden worden hieronder opgesomd: (Group Van Vooren, 2022b; OPALIS, 2021a; SGS Search, 2022a; WTCB, 2020, p. 10)

Tabel 2: Testmethoden gewapend beton

Gewapend beton	
Testmethoden in het labo	Testmethoden op de werf
1. Meting van carbonatatie diepte	1. Ultrasoon onderzoek: Met behulp van geluidsgolven kan de homogeniteit van het beton bepaald worden en kunnen scheuren, grindnesten of onregelmatigheden gedetecteerd worden. Het wordt gebruikt om schade op te sporen die vaak aan het oppervlak van het materiaal niet zichtbaar is.
2. Meting van de dekking van de wapening.	
3. Beschrijving van de geboorde kernen	
4. Opmeten van de ligging en diameter van de wapening.	
5. Bepalen van de druksterkte	2. Wapeningsdetectie met een pachometer: Met een pachometer wordt in situ de wapening in beton gedetecteerd op een niet destructieve manier. Hiermee kan de positie van de wapeningsstaven en de betondekking nagegaan worden. Gebruik van het toestel vereist slechts toegang tot één kant van een betonnen plaat of muur.
6. Bepalen van het gehalte aan chlorides in het beton	3. Scelerometer: Dit toestel wordt gebruikt voor een indicatieve en niet-destructieve meting van de betonsterkte.
7. Compressie- en buigproeven	
8. Testen op massa per volume-eenheid	
9. Testen op wateropname en doordringbare holle ruimten	
10. Petrografische analyse (cemenhydratatiegraad, microscheuren, reactieproducten, afbraak van aggregaten, vriesdooiprestaties)	

Om goed voorbereid aan de ontmanteling te kunnen beginnen is het belangrijk om het juiste gereedschap en de logistiek in orde te brengen. Bij betonnen stapelblokconstructies heeft men nood aan een vrachtwagen met kraan op een voldoende vlakke draagkrachtige grond. Van zodra de betonnen prefabelementen en betonblokken ontmanteld zijn, kunnen ze buiten in open lucht opgeslagen worden. Hierbij mogen de stapelblokken de maximale stapelhoogte van 8,80m niet overschrijden. (OPALIS, 2021a)

Hoe demontabeler de verbindingsknopen van de betonnen constructies zijn, hoe herbruikbaar. Naar de toekomst toe wenst men dan ook nog meer in te zetten op dergelijke betonconstructies. Momenteel zijn er onderzoeken gaande over omkeerbare assemblagesystemen met stalen vergrendelelementen of

boutverbindingen. Alsook bestudeert men verbindingsmogelijkheden waarbij de prefab-betonelementen van een verankeringskast voorzien zijn en met elkaar verbonden worden via bouten die voldoende draagkrachtig zijn. (WTCB, 2017, pp. 41–42)

Voorbeeld 1: Multitoren (2019-2021), Brussel, België:



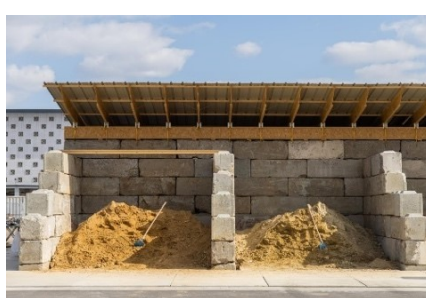
*Figuur 16: Multitoren, Brussel (CONIX RDBM Architects, 2020)*

Type van hergebruik: In situ

Recuperatie van: 1. 110 000 ton betonnen structuur

De Multitoren was een verouderd pand in het centrum van Brussel dat niet meer aan de huidige normen voldeed. Omwille van de iconische waarde, de strategische locatie, het vermijden van nieuwe CO<sub>2</sub>-emissies van nieuwe materialen en positieve analyses naar haalbaarheid op het vlak van de draagstructuur en plafondhoogte, werd het hele gebouw gestript tot op zijn structuur om het te gaan hergebruiken. 89% van de betonnen structuur van het gebouw bleef uiteindelijk behouden. Dat komt neer op zo'n 110 000 ton beton. Daarmee is er 25 000 ton CO<sub>2</sub> bespaard oftewel de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 5000 keer rond de aarde te rijden met de eigen auto. Goedgemaakt en goed onderhouden beton gaat zeker zo'n paar honderd jaar mee en loont daarom ook de moeite om te recupereren. (Canvas, 2021; CONIX RDBM Architects, 2020)

Voorbeeld 2: Productiehal BC materials (2019), Brussel, België:



*Figuur 17: Productiehal BC Materials (OPALIS, 2019)*

Type van hergebruik: Plaatsing in situ, afkomstig van afbraakwerven

Recuperatie van: 1. 175 stuks stapelbare betonblokken: 145 blokken (180x60x60cm) en 30 blokken (60x60x60cm)  
2. 126 stuks gerecupereerde prefab betonnen vloerplaten (200x200x14cm)

Voor de nieuwe productiehal van BC materials recupereerde men materialen van 2 diverse afbraakwerven. Voor de fundering plaatste men de nodige tweedehands prefab betonblokken. Hierop bouwde men de vloer op. De basis ervan bestond uit een grindbed van gerecycleerd beton waarop men dan prefab betonnen vloerplaten plaatste. Verder werden de opslagruimtes ommuurd met de stapelbare betonnen blokken. Er werd geen nieuw beton gegoten. De betonnen blokken vormen zo samen



met andere containers de ondersteuning van de houten dakconstructie. De hele constructie is demonteerbaar en kan verplaatst worden naar andere locaties. (OPALIS, 2019)

### 4.3. Baksteen

In het Belgisch steenpatrimonium blijkt de baksteen toch wel een protagonist te zijn. De baksteen staat erom gekend om in de buitenomgeving een tragere verwerking te hebben dan gewapend beton of staal. Zo kan het tot meer dan 100 jaar meegaan. Tot midden de 20ste eeuw had elke Belgische regio de gewoonte zich van zijn eigen type te voorzien. Elk kreeg zo een verschillend uitzicht naargelang de bakwijze en de gebruikte klei. Daardoor is er vandaag een groot aanbod van verschillende soorten, leeftijden, verbanden en waarden te vinden op de Belgische hergebruikmarkt. (OPALIS, 2021a)

Indien de massieve baksteenmuren met behulp van zachte (kalk)mortels opgebouwd werden, dan kan men deze stenen vaak eenvoudig recupereren. Deze mortels waren de norm van 1800 tot 1950-70. De baksteenmuren die daarna op basis van harde cementmortel werden opgebouwd zijn een af te raden recuperatieoptie vanwege de moeilijke mortelreiniging. (OPALIS, 2021a) Ook niet volle bakstenen (bakstenen met gaten in) of geëxtrudeerde bakstenen zijn niet te hergebruiken. Ze hangen te vast aan elkaar. Zo blijkt in die situatie het hergebruikpotentieel lager te liggen dan het recyclagepotentieel. (FCRBE, 2020, p. 71, 2021a, p. 6)

Bakstenen of baksteengehelen kunnen gerecupereerd worden voor hetzelfde doel waarvoor het voorzien was of op andere (versneden) maten. Zolang men dit in kleinschalige operaties wil gaan toepassen zijn er vrij weinig problemen. Indien men met grote complexen te maken krijgt, is het niet eenvoudig 1 groot lot van dezelfde herbruikbare bakstenen terug te vinden.

Vooraleer men bakstenen wil gaan hergebruiken is het van groot belang om deze stenen op vorstbestendigheid en sterkte te controleren. Zo kan men tijdens de reiniging al nagaan of ze beginnen af te brokkelen. Verder kan het ook voorkomen dat de baksteen zijn structurele gebruikslimiet heeft bereikt op vlak van stabiliteit, mechanische weerstand of te veel verontreinigd is geraakt met motorolie, ammoniak, water (funderingen, beerputten, waterputten), zwartgeblakerd (schoorsteen) ... en daardoor niet meer geschikt is. (FCRBE, 2020, p. 71) Men moet er zeker van zijn dat de bakstenen voldoende weerstand zullen kunnen bieden aan de toekomstige weersomstandigheden. Daarom verkiest men in de buitenomgeving voornamelijk voor harde niet poreuze bakstenen.

In het algemeen raadt men aan om elk jaar de staat van de draagconstructies uit metselwerk te controleren en eventuele waterinfiltraties of –stagnaties weg te werken. (Wagneur & WTCB, 2011, p. 8) Deze eigenschappen kunnen nagegaan worden via verschillende soorten testmethoden. Men maakt een onderscheid tussen testen in het labo en op de werf. Op zowel individuele losliggende/ losgekomen bakstenen als uitgeboorde kernen van metselwerk met behulp van een handmatige kernboormachine, kunnen er proeven uitgevoerd worden. De meest voorkomende worden hieronder opgesomd: (Group Van Vooren, 2022a; OPALIS, 2021a, 2021e, p. 3; SGS Search, 2022b)

Tabel 3: Testmethoden baksteen

Baksteen	
Testmethoden in het labo	Testmethoden op de werf
1. Druksterkteproeven (individueel of een geheel)	1. Visuele beoordeling (afbrokkeling, verkleuring, verfresten, ...)
2. Breukbelastingproeven	2. Kastenpijp Deze test wordt gebruikt om de absorptie van water in de baksten op te meten. Met behulp van water in een glazen buis laat men water in de baksteen doordringen. Na een bepaalde tijdsperiode kan men aflezen hoeveel water er geabsorbeerd werd.
3. Weerstandsproef tegen zoutinwerking	3. Vochtmeten of calcium carbide test Zowel het vochtgehalte als porositeit van de baksteen wordt ermee gemeten.

4. Proeven op vochtgehalte en droog soortelijk gewicht	4. Rebound sclerometer Met behulp van deze meter gaat men de druksterkte en hardheid van de steen opmeten op een niet-verniëgende wijze. Deze meter bestaat uit een stalen pen op een veer. De pen laat men botsen op het oppervlak en a.d.h.v. deze terugslag krijgt men een indicatie over de hardheid van het materiaal.
5. Slipweerstandsproof van oppervlaktematerialen	5. Proeven op zout-uitbloeiing (indicatorstrips)
6. Zandkistproef of Europese proef (weerstand tegen vorst en dooi)	6. Platte cilinder: Deze test wordt gebruikt om drukspanningen te meten. Hiervoor heeft men een horizontale mortelvoeg nodig, waarin men een opening maakt om deze cilinder in aan te brengen.
	7. GPR (snelheidsmetingen) GPR of Ground Penetrating Radar is een niet destructief onderzoek en kan in situ gebeuren. De methode is gebaseerd op het meten van de snelheid van elektromagnetische golven. Hiermee kan de aard en de diepte van de verwerking worden bepaald en de inwendige kwaliteit van de steen worden geanalyseerd.

Om goed voorbereid aan de ontmanteling te kunnen beginnen is het belangrijk om het juiste gereedschap en de logistiek in orde te brengen. Zo moet men voorbereid zijn op pleisterverwijdering, opschoningswerken en de effectieve ontmanteling. Hiervoor voorziet men respectievelijk een beitel, staalborstel en (breek)hamer. Van zodra de bakstenen ontmanteld zijn, stapelt men deze kruiselings op elkaar op een houten pallet en kleedt men het geheel in met cellofaan. Zo zijn ze klaar om op een droge en beschermde opslagplaats geconserveerd te worden. Hierbij is het belangrijk dat er geen opstijgend vocht in de baksteen kan terecht komen en dat ze niet kunnen omvallen. (Reuse Brussels, 2016)

Naar de toekomst toe wenst men problemen met te harde cementmortels te vermijden. Huidig onderzoek bestudeert verschillende baksteenformaties die demonteerbaar opgebouwd kunnen worden. Men spreekt van demonteerbare gevelsystemen Corium of ClickBrick-bakstenen. Het Corium-systeem bestaat uit stalen montageplaten waarin men een nieuw soort baksteen inklikt. De ClickBrick-bakstenen worden volgens een droogstapelsysteem met elkaar verbonden binnen een roestvrijstalen sluitsysteem met behulp van rvs-muurankers. Deze laatste soort bevat een Cradle-to-Cradle certificaat. Dat wil zeggen dat de grondstoffen volledig hergebruikt kunnen worden zonder hun waarde te verliezen. Maar men kan er wel voorlopig slechts een beperkt aantal verdiepingen mee opbouwen. (WTCB, 2017)

Voorbeeld: de oude Belle-Vue-brouwerijen (2015), Sint-Jan Molenbeek, België:



Figuur 18: Recuperatie bakstenen Belle-Vue-brouwerij (OPALIS, 2021i)

<b>Type van hergebruik:</b>	In situ
<b>Recuperatie van:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 16,7 m<sup>3</sup> volle gevelbakstenen afkomstig van de werf</li> <li>2. 87 m<sup>2</sup> vloerbakstenen afkomstig van de werf</li> </ol>

Al van in de beginfase van het ontwerp werd er een hergebruikinventaris opgesteld. Er werd zowel een focus gelegd op erfgoedmaterialen als hedendaagse materialen. Dat heeft ertoe geleid dat deze herbruikbare baksteenelementen mee een onderdeel zijn geworden van het project. (Figuur 18) De

gerecupereerde gevelbakstenen werden op de site zelf gereinigd onder leiding van het bedrijf Democo. Men bleef mooi binnen het voorziene budget maar het nam wel meer tijd in beslag dan verwacht omwille van een onvoldoende kennis op dat gebied. Zo blijkt het van groot belang te zijn de juiste specifieke technische deskundigen te raadplegen om alles zo efficiënt mogelijk te laten verlopen. De bakstenen werden opnieuw ingezet om gevels of vloeren binnenin mee te herstellen. Zo valt het in de gevel op dat er een kleurverschil is onder de bakstenen maar wordt dit niet als storend geacht.

Vanuit deze ervaring wordt er aangeraden om herbruikbare elementen van de eigen site ter plaatse te hergebruiken. Alsook adviseert men om elke hergebruikpost voldoende gedetailleerd in de bestekken neer te schrijven opdat lange discussies tijdens de uitvoeringsfasen vermeden kunnen worden. Ook geeft men het advies om de aannemer te laten samenwerken met operatoren die voldoende ervaren zijn op het gebied van hergebruik. Men kan bijvoorbeeld vragen naar reeds verwezenlijkte ervaringen bij gunning van de opdracht. (OPALIS, 2021i)

#### ***4.4. Structureel hout***

Onder structureel hout verstaat men het dakgebinte (spanten, gordingen, kepers), de vloer (dwarsbalken, kinderbalken, moerbalken en planken), een scheidingswand (stijl- en regelwerk) of de balken en kolommen uit de houtskeletbouw. Daarmee kan men het houten geraamte van een bouwwerk mee optrekken. Het is een traditionele bouwwijze in de Verenigde Staten waar er reeds een grote recuperatiesector rond bestaat. In de Benelux en Frankrijk neemt structureel hout eerder een beperktere plaats in. (Ennos, 2020; OPALIS, 2021g)

Heden ten dage zijn houten balken, kolommen en palen hoofdzakelijk uit zachthout (grenenhout) gemaakt. Echter, oude balken en kolommen uit historische gebouwen zijn eerder uit eik vervaardigd en zijn geliefd omwille van hun rustiek karakter. Beiden worden ingezet in verschillende structuren van volledige gebouwen of in onderdelen: van muur tot muur, van muur tot balk, van balk tot balk, als horizontaal of verticaal ondersteunende draagelementen die het dak, plafond of vloer stutten of bij het maken van een mezzanine, luifel, houtskelet... Ze kunnen gerecupereerd worden voor hetzelfde gebruik binnen hetzelfde of een ander gebouw of voor een minder veeleisende toepassing om hun levensduur te verlengen. Zo kan men ze herinzetten binnen secundaire toepassingen zoals een bovendorpel in een raamconstructie, als grondstof om meubilair, vloeren, lambriseringen, scheidingswanden of kleine voorwerpen mee te maken... (FCRBE, 2020, p. 73; OPALIS, 2021g)

Hoewel structureel gelijmd gelamineerde balken niet vaak worden aangetroffen bij recuperatiehandelaars, zouden ze nochtans tot zo'n 100 jaar kunnen meegaan en daarom eveneens een interessante recuperatie kunnen zijn. Ook CLT-elementen met tand en groef kunnen probleemloos uit elkaar gehaald en hergebruikt worden. Alsook verbindingen met schroeven, klemmen, combinatie van bouten met metaalplaten en moeren, combinatie klemplaat met 2 gleuven en stabiliserende o-ringen, zwaluwstaartverbindingen, pen- en gatverbindingen... zijn gemakkelijk te demonteren. (FCRBE, 2020; OPALIS, 2021f; WTCB, 2017, 2020)

Eenmaal het hout gedemonteerd wordt, kunnen deze per categorie ingedeeld worden en in de meeste gevallen ook ontnageld worden. Zo is het van belang om het hout op een efficiënte manier goed te groeperen, te nummeren, correct te identificeren en op dwarsdragers met tussenafstand en beschutting op te slaan. Tegenwoordig wordt er voornamelijk massief hout met een rechthoekige sectie uit twintigste-eeuwse gebouwen ontmanteld. Deze zijn te verkrijgen in verschillende doorsnede-groottes. (OPALIS, 2021g) Hierin maakt men onderscheid tussen A- en B-hout. A-hout is onbehandeld, ongelakt, niet-geïmpregneerd hout en van de hoogste kwaliteit. B-hout is niet gevaarlijk hout van een middelmatige kwaliteit maar werd wel geleverd, verlijmd of niet duurzaam geïmpregneerd. De kwaliteit van recupereerbaar hout kan men eventueel verhogen door gebruik te maken van de werkwijze van PlatoWood. Deze techniek is gebaseerd op een thermische behandeling (verwarmen, drogen, schuren, stoombehandeling) die voor een betere en langdurigere stabiliteit en thermische isolatie zorgt. (WTCB, 2017)

Vocht, insecten of schimmels hebben altijd al een grote invloed gehad op de houtkwaliteit. Indien men groene balken of palen die reeds behandeld zijn geweest tegen vocht en/of aantasting door insecten of

schimmels in zijn geheel demonteert, zijn deze al in orde voor hergebruik. Als men ze in stukken verzaagt, is het noodzakelijk de zaagplekken opnieuw te behandelen. Afhankelijk van het onderzoek naar de gradatie van aantasting en gewenste impregnatie, kan men dan de juiste beslissing nemen. (FCRBE, 2020, p. 73; Materiauteek Brussels, 2022)

Zo zijn er reeds verschillende methoden voorhanden om de kwaliteit en de eigenschappen van het hout te controleren. Men maakt een onderscheid tussen testmethoden in het labo en testmethoden op de werf. Met behulp van testmachines kan men metingen op houtmonsters in het labo uitvoeren. Hiervoor moet men wel de elementen reeds ontmanteld hebben. (EUROLAB, 2020b; OPALIS, 2021g, pp. 4–5; Zwick Roell, 2022) De meest voorkomende worden hieronder opgesomd:

Tabel 4: Testmethoden structureel hout

Structureel hout	
Testmethoden in het labo	Testmethoden op de werf
1. Trektest (oppervlaktesterkte, weerstand tegen het langs de as uittrekken van schroeven, treksterkte loodrecht op het vlak, spanning op de uiteinden)	1. Visuele beoordeling (kruip, natuurlijke gebreken, spinthout, spleten, zwammen/houtaantasters, schimmels, vocht, verkleuring, zaagsporen, oxidatie door metalen verbindingen, ...)
2. Druksterkte (beide uiteinden naar elkaar toe te duwen)	2. Resistograaf Met behulp van deze test wordt de dichtheid, sterkte en hardheid alsook oppervlakkige rotte plekken geïdentificeerd.
3. Buigtests (3-puntsbuigtest, 4-punts buigopstelling)	3. Schroevendraaier Door hout op een bepaalde plaats af te schilferen met het voorwerp, kan men a.d.h.v. wat er precies plaatsvindt analyseren of het hout rot is of niet.
4. Afschuifsterkteproef	4. Rubberen hamer Door gebruik te maken van deze hamer kan men rotte of holle locaties in het hout opsporen.
5. Uittrektest	5. Vochtigheidsmeter
6. Zwammenopsporing	6. Kernboring
7. Houtsoortidentificatie	Deze test toont aan de hand van een boring tot waar bepaalde aantastingen in het hout zich bevinden.
8. Gevaarlijke stoffen	

Wanneer men duurzaamheidslabels zoals FSC (Forest Stewardship Council) en PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes) op nieuwe houten elementen opmerkt, kan men ervan overtuigd zijn dat er rekening wordt gehouden met het koolstofevenwicht in de bodem en dat het ecologisch evenwicht tussen de aanvoer en het weggappen van het organische materiaal in orde is. Toch is het hergebruik van hout milieuvriendelijker en goedkoper dan het gelijkaardig nieuwe product en is de inspanning des te interessanter. (WTCB, 2020, p. 13,27)

Op het vlak van algemeen onderhoud is het aangewezen om elk jaar de staat van het hout op aantastingen door insecten, houtrot, aanwezigheid van grote scheuren, kruip, zwammen, schimmel... te controleren. Dit kan gebeuren via visuele inspectie, elementaire tests, bijkomende tests en eventueel aanvullend onderzoek. (OPALIS, 2021g) Indien men met 1 van deze problemen te maken heeft, kan men het hout opnieuw behandelen met beschermende (schimmelwerend, brandveilig) producten. Ook de staat van de kopuiteinden van balken en onderregels moet jaarlijks gecontroleerd worden alsook hoe ze nog ingeklemd zitten. Dit doet men best zowel ter hoogte van de verbindingen als in het geheel. Indien nodig krijgen deze een nieuwe behandeling. Daarnaast moet men tweejaarlijks nagaan of er sporen zijn van corrosie op de verbindingstukken zoals spanten, verankeringen... Indien nodig behandelt men deze met corrosiewerende middelen. Bij gelijmd-gelamelleerd hout moet men elk jaar nakijken of er doorgaande scheuren of losgekomen lamellen aanwezig zijn. (Wagneur & WTCB, 2011)

Om goed voorbereid aan de ontmanteling te kunnen beginnen is het belangrijk om het juiste gereedschap en de logistiek in orde te brengen. Op het vlak van materiaal blijkt dat men nood heeft aan een correcte genummerde etikettering, brede riemen, hijs- en hefwerktuigen, snijwerktuigen, een hijskraan en een

waterdicht dekzeil. Hierbij moet men ervoor zorgen dat er geen insnijdingen in het hout kunnen ontstaan bij hefmanoeuvres. Hiervoor kan men stalen hoekprofielen gebruiken. Ook houten elementen lostrekken met een tang wordt afgeraden. Zo zullen de houten elementen voldoende vlak staand of liggend op dwarsdragers opgeslagen worden mits er voldoende tussenafstand gehouden kan worden ten voordele van een voldoende ventilatie. Het hout mag niet in contact komen met de grond. De vochtigheidsgraad moet in orde zijn en er mag geen condensatie onder het dekzeil tijdens de opslagperiode ontstaan. (OPALIS, 2021g)

Voorbeeld: BedZED, Hackbridge, Engeland 2002



Figuur 19: BedZED-project exterieur en interieur (Lazarus, 2019; Peabody, 2022)

Type van hergebruik:	Plaatsing in situ, afkomstig van andere sloopwerven
Recuperatie van:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 350 m<sup>3</sup> constructiehout</li> <li>2. 700 m<sup>2</sup> plankenvloer</li> </ol>

BedZED staat voor Beddington Zero Energy Development. Het is een ecowijk-project van 8500 m<sup>2</sup> woon- en werkruimte inclusief 120 wooneenheden. Binnen dit project werd er onder meer 350 m<sup>3</sup> harshoudend hout hergebruikt als de structuur voor de binnenwanden en met pleister bezet. (Figuur 19) Ook werd er 700 m<sup>2</sup> plankenvloer gerecupereerd die in een vorige levensfase gebruikt werden om de kratten op cargoschepen op een welbepaalde afstand van elkaar te houden. (Figuur 19) Beiden werden binnen een straal van 65 km gevonden en opgekocht uit lokale sloopwerven. (Lazarus, 2019; Peabody, 2022; Wagner & WTCB, 2011)

Binnen de context van een beter grondstofverbruik staat het circulair bouwmodel centraal. Door circulair en meer doordacht te ontwerpen kan men aan urban mining doen en zo verschillende bestaande bouwmaterialen hergebruiken.

Een hele geschiedenis aan richtlijnen en wetgevingen ging hieraan vooraf om hergebruik terug als waardige bouwpraktijk te kunnen vestigen. Ook de huidige actualiteit duwt mee in de richting van meer hergebruik.

Verschillende bijhorende successen en hindernissen houden het onderzoek op gang. Deze stimuleren om oplossingen te zoeken en de gevonden kennis in de realiteit toepasbaar te maken.

Het resulteert in onder meer herbruikbare constructiematerialen met elk hun mogelijkheden en beperkingen. Voorlopig is de recuperatiepraktijk nog een niche-activiteit en niet grootschalig. Toch vraagt de toekomst naar een opschaling.

## DEEL 2: ONDERZOEK

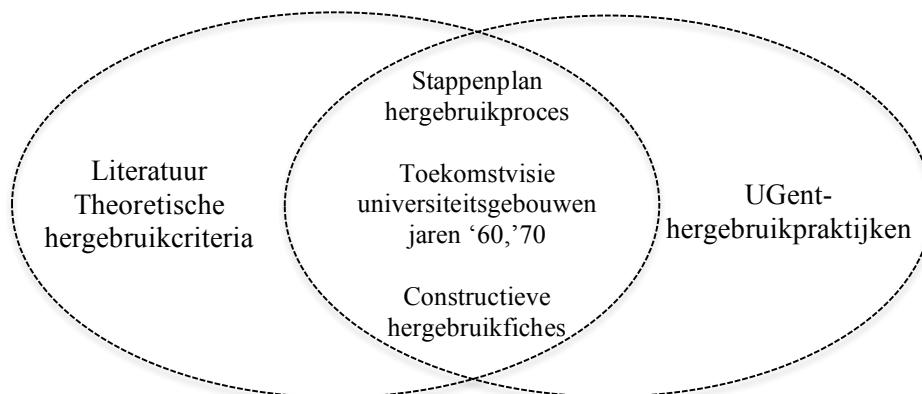
<b>Globale onderzoeksvraag</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hoe kan men naar de toekomst toe hergebruik aan UGent organiseren?</li> <li>2. Kan er een bepaalde gemeenschappelijkheid worden gevonden onder de structuren van de naoorlogse UGent-gebouwen uit de jaren '60 en '70? Kunnen de casestudies een voorbeeld zijn voor de toekomstige hergebruikpraktijken aan de UGent? Kan men naar de toekomst toe volgens hetzelfde systeem blijven bouwen? Hoe haalbaar is hergebruik op dit moment bij andere UGent-gebouwen?</li> <li>3. Hoe kan men constructiematerialen hergebruiken? Waar moet men op letten in de praktijk? In welke gebouwen van het naoorlogs UGent-patrimonium vindt men welke constructiematerialen terug?</li> </ol>	
<b>Onderzoek</b>	<b>Onderzoeksvraag</b>	<b>Onderzoeksmethode</b>
1. Hergebruik-potentieel	<p>Welke actuele theoretische hergebruikcriteria om het hergebruikpotentieel van bouw-elementen mee te analyseren en te documenteren zijn er al aanwezig?</p> <p>Welke criteria zijn het belangrijkste om het hergebruikpotentieel mee te bepalen?</p> <p>Bestaan er (digitale) hulpmiddelen die het hergebruikproces kunnen ondersteunen?</p>	<p>Analyse van de bruikbare theoretische hergebruikcriteria.</p> <p>Opmaak van een hiërarchie aan criteria, een volgorde in functie van frequent gebruik.</p> <p>Aanhalen en kort bespreken van de belangrijkste hulpmiddelen.</p>
2. Hergebruikcriteria & hergebruikpraktijken UGent	<p>Hoe ontstaan er richtlijnen over het universitair patrimonium? Wat vertellen deze over circulair bouwen?</p> <p>Welke hergebruikpraktijken heeft de Universiteit Gent al verwezenlijkt?</p> <p>Kwamen er onbewust al hergebruik-criteria in voor ?</p>	<p>Opmaak van een overzicht over de criteria van circulair bouwen aan UGent.</p> <p>In kaart brengen van de voorbije hergebruikpraktijken aan UGent. Opmaak van een duidelijk overzicht per campus.</p> <p>Analyse en toetsing van de theoretische hergebruikcriteria aan de bestaande hergebruikprojecten aan UGent.</p>
3. UGent-casestudies	<p>Hoe zien de constructieopbouwen en dragende elementen eruit die in UGent-gebouwen van de jaren '60, '70 werden gebruikt?</p> <p>Zijn de hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 van toepassing op de casestudies?</p> <p>Welke constructiematerialen blijken het grootste hergebruikpotentieel te bezitten?</p>	<p>Analyse en inventarisatie van de constructiematerialen uit de UGent-hergebruikprojecten in studiefase Paddenhoek en UZ Blok B.</p> <p>Toetsing theoretische hergebruik-criteria aan hergebruikprojecten in studiefase UGent.</p> <p>Vergelijking van de materialen tussen de 2 casestudies. Bespreking van de verschillen en de gelijkenissen.</p>

De masterscriptie focust zich op het hergebruikpotentieel van constructiematerialen in het naoorlogs UGent-patrimonium: casus Paddenhoek en UZ Blok B. In deze titel komen er verschillende onderzoeksonderdelen aan bod. De term hergebruikpotentieel verwijst naar de studie van hergebruikcriteria. Het aspect constructiematerialen wordt nader bestudeerd door 2 typerende naoorlogse gebouwen van de UGent onder de loep te nemen.

In het eerste luik van het onderzoek ligt de focus op een analyse van actuele hergebruikcriteria. Hiervoor worden er 4 verschillende documenten onder de loep genomen. We doen hiervoor beroep op FCRBE, WTCB en OVAM. Van FCRBE verkozen we een gids om een hergebruikinventaris mee op te maken en een booklet dat zich toelegt op de studie van stedelijke materiaalstromen. Als derde document ontleden we een uitgave over de weg naar circulaire economie in de bouw van WTCB. Het vierde document van OVAM spitst zich toe op de opmaak van materiaalpaspoorten. In elk document gebruikt men kenmerkende definities om materialen als herbruikbaar mee te beoordelen of te bespreken. Dit vormt de basis om deze 4 bronnen met elkaar te gaan vergelijken en te bekijken welke criteria het meest naar voren worden geschoven. Er wordt een onderscheid gemaakt onder de criteria aan de hand van verschillende thema's. Dat zorgt voor een duidelijkere structuur. Zo komt men tot een rangschikking van criteria van diegene die het meest worden aanbevolen tot diegene die het minst worden toegepast.

In het hierop volgende onderdeel leggen we de focus op UGent en willen we meer te weten komen over hun aanpak omtrent hergebruik. Hiervoor worden enerzijds de bestaande universitaire richtlijnen over circulair bouwen onderzocht. Anderzijds worden de reeds uitgevoerde hergebruikpraktijken van UGent bestudeerd en vragen we ons af of deze onbewust al met bepaalde actuele hergebruikcriteria rekening hielden. We passen de gevonden criteria uit het eerste luik toe en trekken hieruit conclusies. Zo wordt er onderzocht of er bepaalde criteria binnen het hergebruikproces aan de UGent meer op de voorgrond traden dan andere. Op die manier wordt het duidelijk hoe UGent reeds omging met recuperatie van materialen.

In het derde hoofdstuk zoomen we in op de UGent-hergebruikpraktijken in studiefase. Dit zijn vrij recente projecten waar hergebruik van constructiematerialen voor de 1<sup>ste</sup> keer in aan bod kwam. Deze zijn casus Paddenhoek en UZ Blok B. Hiervan analyseren we het (her)gebruik van de constructiematerialen baksteen, gewapend beton, structureel hout en staal. Hiervoor worden er verschillende grafische documenten opgemaakt om de informatie gestructureerd duidelijk mee te delen. Daaruit worden er verdere conclusies getrokken voor de overige universitaire gebouwen uit de jaren '60,'70. Op die manier zullen we de onderzochte literatuur en gevonden theoretische hergebruikcriteria aan de bestaande UGent-hergebruikpraktijken getoetst hebben. Dit zal resulteren in een ondersteunend faseoverzicht over alle onderdelen van het hergebruikproces. Het zal de DGFB verder in staat stellen om hun toekomstige hergebruikprojecten in goede banen te leiden. Ook halen we aan op welke naoorlogse UGent-gebouwen de gevonden materialenkennis van toepassing zal zijn. Dit resulteert in overzichtelijke constructieve hergebruikfiches. Deze werkwijze wordt samengevat in onderstaande figuur 20.



*Figuur 20: Samenvatting van het onderzoek*

## 1. HERGEBRUIKPOTENTIEEL

*Onderzoeksvraag 1: Welke actuele theoretische hergebruikcriteria om het hergebruikpotentieel van bouwelementen mee te analyseren en te documenteren zijn er al aanwezig? Welke criteria zijn het belangrijkste om het hergebruikpotentieel mee te bepalen? Bestaan er (digitale) hulpmiddelen die het hergebruikproces kunnen ondersteunen?*

Om de hergebruikprocedure te bevorderen is het aangeraden om voorafgaand bijkomende studies uit te voeren. Hiervoor kan men een hergebruikaudit opmaken. Zo worden de potentiële herbruikbare bouwelementen aan de hand van een selectie aan criteria in kaart gebracht. Dit document is belangrijk om potentiële kopers en hergebruikers van herbruikbare materialen duidelijke informatie over de producten mee te geven. Het zorgt voor een duidelijk overzicht van de beschikbaarheid aan materialen. Daarnaast zorgt het ervoor dat er vóór enige sloop- of ontmantelingswerken al wordt nagegaan of het gebouw al dan niet relevant en rendabel genoeg is om er een recuperatieoperatie te laten plaatsvinden. Sommige gebouwen kunnen namelijk in zo'n slechte staat of ongezonde toestand verkeren dat hoogwaardig hergebruik door economische of technische redenen irrelevant blijkt te zijn. In dat geval zou de bouwheer of -vrouw ervoor kunnen opteren om het gebouw te laten ontmantelen en de materialen selectief te laten recyclen (downcycling). (Alliantie Werkgelegenheid Leefmilieu, 2022)

In dit hoofdstuk onderzoeken we bestaande documenten en analyseren we welke criteria er bij hen naar voren komen om het hergebruikpotentieel van bouwmaterialen mee te beoordelen. Deze criteria zijn belangrijke beslissende parameters om te identificeren of materialen nog bruikbaar zijn of niet en te zien welke materialen een specifieke zorg vergen. Het is aangewezen om criteria in functie van het hergebruikproces te selecteren. Er kan niet op alles tegelijkertijd gefocust worden. Dit zou tot te grote financiële en logistieke uitdagingen leiden. In het kader van het onderzoek analyseren we daarom actuele criteria uit literaire wetenschappelijke bronnen en linken deze met de hergebruiksuccessen en –hindernissen om vervolgens een kader naar voren te schuiven die het hergebruikpotentieel kan bepalen. Belangrijk te vermelden is dat dit onderzoek vandaag in België en in Noord-West Europa nog volop in ontwikkeling is. We geven een suggestie op basis van huidige actuele rapporten. Het is mogelijk dat er nog andere conclusies en oplossingen over dit onderwerp gemaakt kunnen worden.

### *1.1. Actuele theoretische hergebruikcriteria:*

Bij het hergebruik van bouwmaterialen en –onderdelen ziet men vaak dat er moeilijkheden ontstaan bij de bepaling van het makkelijk/ moeilijk/ mogelijks herbruikbaar zijn van het bestaande bouwproduct. Men moet zichzelf immers de vraag stellen of het gebruikte materiaal aan de specificaties van vandaag en de toekomst zal voldoen. Een correcte identificatie van het materiaal en gebruik van juiste informatie zijn hierin cruciaal en vormt een goede basis om hergebruik te bevorderen. (FCRBE, 2020, 2021b; Vlaamse Overheid, 2021a)

Verschillende actoren zijn hiermee reeds aan de slag gegaan. FCRBE, WTCB en OVAM hebben zo elk hun eigen keuze gemaakt op het vlak van criteria om het hergebruikpotentieel van een materiaal mee te evalueren. 4 van hun publicaties worden in onderstaand kader verder onder de loep genomen. Deze zijn “Een gids voor het identificeren van bouwproducten met potentieel voor hergebruik.” van FCRBE (FCRBE, 2020), Booklet 6 “De stad als materiaalreserve” van FCRBE (FCRBE, 2021), “Naar een circulaire economie in de bouw” van WTCB (WTCB, 2020) en “Bouwwerk- en productpaspoort” van OVAM. (OVAM, 2021) Ze worden elk geanalyseerd in onderstaande tabel 5 binnen 4 thema's. Deze thema's gaan over de aanwezigheid van materiaalgegevens, de materiaalwaarde, de kwaliteit van het materiaal en de praktische regeling rond het materiaal. Binnen deze 4 thema's worden er verschillende criteria aangehaald die van belang kunnen zijn om het hergebruikpotentieel van de materialen mee te evalueren. Elke beoordelingsmethode leidt tot een andere set van criteria.



Tabel 5: Analyse van hergebruikcriteria die het hergebruikpotentieel beoordelen. De *groene* kleur duidt aan dat het criterium door 4 van de 4 bronnen als belangrijk werd geacht. De *oranje* kleur wijst erop dat 3 van de 4 actoren het criterium doorslaggevend vinden. De *zwarte* kleur duidt erop dat 2 van de 4 actoren het een beslissend criterium vinden. De *rode* kleur markeert dat slechts 1 actor van de 4 het een essentiële factor vinden.

Hergebruikpotentieel	FCRBE	Booklet 6	WTCB	OVAM
<b>1. Materiaalgegevens: (27/36= 75%)</b>	(6/9)	(6/9)	(7/9)	(8/9)
1. Aanvullende (historische) documenten, technische fiches	X	X	X	X
2. Algemene materiaalgegevens (Dimensionering, merk, samenstelling, locatie, bouwjaar, gebruik...)	X	X	X	X
3. Materiaalhoeveelheid	X	X	X	X
4. Digitale databank/ kadaster	X	X	X	X
5. Toekomstige technische levensduur	X	X	X	X
6. Label/QR-code, ID	X		X	X
7. Contractuele overeenkomst			X	X
8. Energetische eigenschappen				X
9. GIS-instrumenten		X		
<b>2. Materiaalwaarde: (11/12=91,67%)</b>	(3/3)	(3/3)	(3/3)	(2/3)
1. Economische waarde	X	X	X	X
2. Circulaire waarde	X	X	X	X
3. Erfgoedwaarde	X	X	X	
<b>3. Kwaliteit materiaal: (9/9 = 100%)</b>	(3/3)	(3/3)	(3/3)	(3/3)
1. Staat	X	X	X	X
2. Kwaliteitsvol (bewezen)	X	X	X	X
3. Veiligheid en gezondheid (toxische stoffen zoals asbest)	X	X	X	X
<b>4. Praktische regeling: (55/72 = 76,39%)</b>	(14/18)	(13/18)	(17/18)	(11/18)
1. Montage	X	X	X	X
2. Demonteerbaar (advies)	X	X	X	X
3. Aanpasbaarheid	X	X	X	X
4. Onderhoud (reiniging, voorschriften, geschiedenis)	X	X	X	X
5. Kosten	X	X	X	X
6. Reparatie-/ restauratiemogelijkheden	X	X	X	X
7. Lange termijnvisie		X	X	X
8. Toepassingsvereisten	X		X	X
9. Standaardisatie (afmetingen)	X	X	X	
10. Testprocedures	X	X	X	
11. Bereikbaarheid lagen en verbindingen	X		X	X
12. Tijdsduur hergebruikproces	X	X	X	
13. Hergebruikinventaris	X	X	X	
14. Materiaalpaspoort		X	X	X
15. BIM			X	X
16. Logistiek (transport en opslag)	X		X	
17. Controle/ beheer hergebruikketen (procedures, competenties, niveau)		X	X	
18. (Online) verkoopplaats	X			
<b>TOTAAL</b>	<b>26 criteria (16+8+ 1+1)</b>	<b>25 criteria (16+7+1+1)</b>	<b>30 criteria (16+10+4)</b>	<b>24 criteria (16+5+2+1)</b>

Men kan concluderen dat WTCB (30 criteria) de meeste criteria aanhaalt en OVAM de kleinste hoeveelheid (24 criteria). Het valt op dat elke actor zijn grootste aantal criteria rond de praktische regelgeving opmaakt (18 criteria). Daarnaast kan men opmerken dat er op de tweede plaats ook aandacht wordt geschonken aan de materiaalgegevens (9 criteria). Vervolgens ziet men dat er evenveel waarde gehecht wordt aan de kwaliteit (3 criteria) en aan de materiaalwaarde (3 criteria). Binnen het thema materiaalgegevens neemt OVAM de meeste criteria (8 criteria) op. Onder het thema materiaalwaarde raadpleegt elke bron minstens 2 van de 3 criteria. Op het vlak van de kwaliteit van het materiaal worden alle 3 criteria door alle actoren als belangrijk geacht. Bij de praktische regeling haalt WTCB 17 van de 18 criteria aan. De kleinste opname aan verschillende criteria kan men terugvinden onder de materiaalgegevens. (75%) Daarin blijft men vaak eerder beperkt tot de strikt noodzakelijke algemene, technische, digitale gegevens, de materiaalhoeveelheid en toekomstige technische levensduur. Bij zowel materiaalwaarde als de kwaliteit van het materiaal komen de verschillende waarden en kwaliteiten voor minstens 92% aan bod. Bij de praktische regeling ligt de focus voornamelijk op montage, demonteerbaarheid, aanpasbaarheid, onderhoud, kosten en reparatie-/ restauratiemogelijkheden.

### 1.2. Hiërarchie theoretische hergebruikcriteria

Uit voorgaand vergelijkingsonderzoek kan men besluiten dat de meest voorkomende en daarom meest belangrijke criteria in volgorde van belang de volgende zijn:

#### 1.2.1. Criteria door alle partijen opgenomen (groene kleur):

Materiaalgegevens	
1. Aanvullende (historische) documenten, technische fiches	Verouderde producten worden aan de nieuwe normen getoetst om te controleren of ze nog steeds voldoen. Dit kan bijvoorbeeld door de technische fiches en historische technische documenten te bestuderen en hieruit info te halen. Wanneer men niet over de nodige technische fiches beschikt, kan dit een hindernis vormen voor de toepassing ervan. Voorbeelden van informatie zijn: Producent/leverancier/ fabrikant, Normen (ISO, EN, NEN of andere certificaten), CE-markering, Sloopcertificaat, Manier van onderhoud, Beschikbaar sinds, Manier van demonteren, Vervoer, Opslag, Degraderatie, Giftige stoffen ... (SGS Search, 2021) Mogelijk is niet alle informatie beschikbaar. Maar over hoe meer informatie men beschikt, hoe meer inzicht men in het materiaal kan krijgen.
2. Algemene Materiaalgegevens	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensionering (lengte, breedte, hoogte, diameter...),</li> <li>2. Merk</li> <li>3. Samenstelling</li> <li>4. Locatie (fysieke bouwplaats),</li> <li>5. Jaartallen (begindatum bouw + opleveringsdatum bouw, datum ingebruikname, productiejaar)</li> <li>6. Gebruikt als ... (constructief, binnen/buiten, intensief, ...), Gebruikt in ... (woning, kantoorgebouw, ...)</li> <li>7. Hoge of lage belasting</li> <li>8. (Weers)omstandigheden zoals vochtigheid, temperatuurwisseling, ... (FCRBE, 2020, p. 46)(OVAM, 2021a)</li> </ol>
3. Materiaalhoeveelheid	De hoeveelheid materiaal duidt op de hoeveelheid product die in het bouwwerk ter beschikking is. In functie hiervan kan men mogelijke hergebruiktoepassingen bepalen en beoordelen of er een rendabele logistiek op poten gezet kan worden. De eenheden die men hiervoor gebruikt zijn aantal stuks, massa in kilogram, oppervlakte in vierkante meter, volume in kubieke meter... (FCRBE, 2020, p. 46; OVAM, 2021a, p. 2)
4. Digitale databank/ kadaster	Er zijn verschillende vormen van een databank mogelijk. Het principe gaat over het digitaal archiveren en actueel houden van gegevens over de gewenste producten en deze dan ook ter beschikking stellen voor anderen. Een kadaster is een wettig register van onroerende goederen dat beheerd wordt door de overheid. (WTCB, 2020, p. 34)
5. Toekomstige technische levensduur	Elk materiaal heeft een gelimiteerde technische levensduur. Het is handig om te weten hoe lang de materie reeds meegaat om er zijn toekomstige leven mee te kunnen inschatten. Er zijn verschillende documenten die hiervan een schatting hebben opgemaakt om dit mee te kunnen staven. Zo'n voorbeeld kan men bij OVAM terugvinden. Dit document noemt de technische levensduur van gebouwdocumenten. Vaak blijkt dit een theoretische levensduur te zijn. In de realiteit kunnen bakstenen tot honderden jaren meegaan. Het hangt enorm af van de omgeving- en weersinvloeden. Toch geeft dit al een eerste theoretische indicatie. (OVAM, 2020, 2021a, p. 7)

Materiaalwaarde	
6. Economische waarde	Indien er al een hergebruikmarkt voor het materiaal bestaat, is het eenvoudiger om de materialen te kunnen verhandelen. Er is namelijk reeds vraag naar. De vraag en het aanbod hebben beiden een invloed op de prijs en verhandelbaarheid. Men moet afwegen of het werk en de ontmantelingskosten die erbij komen in verhouding zijn met de duur, het beschikbare budget en het doel dat men voor ogen heeft. Ook blijkt het interessant om bepaalde materialen te hergebruiken omdat ze soms goedkoper uitvallen dan een nieuwe versie. Men haalt er een economisch voordeel uit. (FCRBE, 2020, pp. 26, 32 en 39)
7. Circulaire waarde	De circulaire waarde duidt in de context van dit onderzoek op een duurzame bijdrage aan de circulaire bouwwereld. Herbruikbare bouwelementen kunnen voor een lagere impact op het milieu zorgen en nieuwe CO <sub>2</sub> -emissies van nieuwe productieprocessen vermijden. Er worden geen nieuwe materialen meer ontgonnen. Dat heeft een positief effect op het milieu. De precieze milieu-impact en –winst van een materiaal kan worden beoordeeld via een levenscyclusanalyse, maar ook via een snelle schatting van de grootteorde op basis van technische fiches of via andere digitale tools. Duurzaamheid duidt op de kwaliteit om lang mee te gaan. Het belast het milieu en de natuur zo weinig mogelijk. Wanneer men op een duurzame wijze te werk gaat, kan men zowel de huidige noden als de toekomstige noden voorzien zonder deze in het gedrang te brengen. De producten kunnen meer dan 1 keer gebruikt worden. (FCRBE, 2020, p. 40)
Kwaliteit materiaal	
8. Staat	Via een visuele inspectie kan het materiaal geïnspecteerd worden op eventuele schade en of er een grondige reiniging of herstelling nodig is. Materialen die duidelijk in slechte staat verkeren (bijvoorbeeld beschadigd) of de limiet van hun levensduur bereikt hebben, zijn niet geschikt om te hergebruiken. Ook materialen die verouderd zijn door slechte omstandigheden (lekkers, verwerking, brand, scheuren, structurele gebreken, vermoeiing), foute ontmanteling of door gebruik in een verkeerde toepassing, kunnen niet hergebruikt worden. De meest voorkomende degradaties bij hout, metalen en steenachtige fracties zijn de volgende: (FCRBE, 2020, pp. 39, 41 en 73; OPALIS, 2021d, 2021c) <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Hout</i> Houtrot of onvoldoende kwaliteit (vocht, schimmel, insecten) zullen ervoor zorgen dat het hout al na enkele jaren zal bezwijken. (SGS Search, 2021)</li> <li>- <i>Metalen</i> Aantasting van het metaaloppervlak door corrosie leidt tot sterkteverlies. Uitzetting van het metaal zorgt ervoor dat de constructies ontwricht geraken. (SGS Search, 2021)</li> <li>- <i>Steen/beton</i> Verwerking van het steen of beton door weersomstandigheden kan tot scheuren en breuken leiden. Bij beton kan vermoeiing ontstaan door langdurige belasting, of regelmatige kortdurende belasting. Betonrot kan ook voorkomen. (SGS Search, 2021)</li> </ul>
9. Kwaliteitsvol	Het materiaal moet over een voldoende hoge kwaliteit bezitten om herbruikbaar te zijn. Zo moeten producten/materialen aan de huidige technische normen voldoen. Als het niet aan de kwaliteitsnorm voldoet, kan er eventueel voor een secundaire toepassing gekozen worden. Indien niets lijkt te voldoen, leidt het tot onbruik. De belangrijkste aandachtspunten focussen voornamelijk op brandveiligheid, gezondheid, energiezuinigheid, milieu en bruikbaarheid. Als er te weinig informatie beschikbaar is, zal het meer moeite kosten om de kwaliteit aan te tonen. Men weet bijvoorbeeld niet hoe vaak het bouwproduct in het verleden al gebruikt is geweest. De combinatie van beschikbare informatie, aanvullende testen en onderzoeken zullen moeten bepalen of de kwaliteit voldoende blijkt te zijn (SGS Search, 2021). Ook moet als onderdeel van de kwaliteitstoetsing de ondergrens van de verwachte restlevensduur bepaald worden.
10. Veiligheid en gezondheid (toxische stoffen)	Gevaarlijke stoffen moeten eerst verwijderd of behandeld worden door deskundigen. Anders kunnen de materialen niet gerecupereerd worden. In het algemeen mogen de werkzaamheden niet tot onveilige en ongezonde situaties leiden. Zorgwekkende stoffen waarmee rekening moet gehouden worden zijn de volgende: (FCRBE, 2020, pp. 100–102; OVAM, 2021a, p. 5) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asbest in gevelplaten, luchtkanalen, daken, dakgoten, vensterbanken, muren en plafonds.</li> <li>- PUR platen met CFK's, minerale wol vezels, EPS-brandvertragers van HBCD</li> <li>- Loden waterleidingen</li> <li>- Chroom-6 als roestwerende verflaag van metaal</li> <li>- Carboleum in houten bewerking, loodmenie en wolmanzouten</li> <li>- Biologische schimmels</li> </ul>

Praktische regeling	
11. Montage	Naast bouwelementen uit elkaar halen, moeten deze binnen de nieuwe hergebruiktoepassing ook opnieuw in elkaar geplaatst kunnen worden. Hiervoor kan men alle onderdelen eventueel nummeren en bijhouden volgens een bepaald stappenplan om hen terug in elkaar te steken. Deze montage zal bepaalde vereisten hebben die zullen moeten overeenkomen met de beoogde toepassing. (FCRBE, 2020, p. 51; OVAM, 2021a, p. 5)
12. Eenvoudige demonteerbaarheid	Sommige elementen zijn te zwaar of te groot of kunnen niet uit elkaar gehaald worden. Dat is niet voordelig voor de herbruikbaarheid van het materiaal. Daarom houdt men best al tijdens de ontwerpfase rekening met de demontage ervan. Indien deze met elkaar verlijmd worden of met mortel te vast aan elkaar zitten, kan er geen ontmanteling plaats vinden. De mechanische eigenschappen en esthetische aspecten moeten na de demontage nog steeds hetzelfde zijn. Ook bij gevaarlijke stoffen moet er een veilige en toegankelijke demontage kunnen plaatsvinden. (FCRBE, 2020, p. 40)
13. Aanpasbaarheid	De aanpasbaarheid duidt op de multifunctionele mogelijkheden van de gebruikte materialen om ook binnen andere toepassingen te kunnen functioneren en ingezet te kunnen worden. Ze kunnen bewerkt, verplaatst, samengevoegd, uitgebreid of in andere maten versneden worden. Zo kunnen er bijvoorbeeld openingen in gemaakt worden zonder de kwaliteit van het materiaal in gedrang te brengen. (OVAM, 2021a, p. 4)
14. Onderhoud (reiniging, voorschriften, geschiedenis)	Elk materiaal vraagt een bepaalde zorg en behandeling om zo lang mogelijk te kunnen meegaan. Producten die eenvoudig te onderhouden zijn, kunnen langer meegaan. Maar wanneer de materialen onbereikbaar zijn, kunnen ze moeilijk de nodige zorg krijgen. Ook kunnen te veel onderhoudswerken een negatieve milieu-impact en grote kosten veroorzaken. (OVAM, 2021a, p. 3)
15. Kosten	Elk bouwproject beschikt over een bepaald budget. Afhankelijk van de bijkomende kosten van ontmanteling, logistiek, testprocedures, toepassingsvereisten... van de herbruikbare materialen kunnen deze hiermee gedekt worden. Deze mogen niet hoger oplopen dan de samen vastgelegde limieten. (FCRBE, 2020)
16. Reparatie- en restauratie-mogelijkheden	Als een element ontmanteld wordt, kan het beschadigingen bevatten. Deze kan men wegwerken door bepaalde plaatsen te herstellen. De reparatie kan een herstel zijn van de elementen opdat ze er zullen uitzien zoals ze oorspronkelijk in vroegere toestanden eruit zagen.

### 1.2.2. Criteria door 3 van de 4 actoren opgenomen (oranje kleur):

Materiaalgegevens	
1. Label/ QR-code, ID	Met behulp van een label of QR-code ben je direct op de hoogte van de herkomst en overige up-to-date info over het materiaal. Ze worden aangebracht op het product. (OVAM, 2021a) Zo kunnen certificatie en kwaliteitslabels bijdragen tot het creëren van een groter vertrouwen in de kwaliteit van de materialen. Enerzijds kan men dit doen door labels te bevestigen op o. a. herbruikbare materialen en op die manier de geïnteresseerde koper meer over de kwaliteit van het materiaal vertellen. Bovendien kan men hen achteraf duidelijk herkennen. Zo'n label kan een hergebruiklabel zijn zoals deze van "Truly Reclaimed". Anderzijds kan men via een eenvoudige scan van een unieke productcode of QR-code met de smartphone op een snelle manier de identiteit van het materiaal achterhalen. Ook kan men er op een gemakkelijke manier de info over updaten. Zo kan men de vraag naar hergebruikte grondstoffen stimuleren door een circulair en innovatief aankoopbeleid te ontwikkelen. Dat heeft Vlaanderen Circulair momenteel dan ook volledig begrepen en heeft het besloten om met enkele partners een Green Deal te sluiten waarbinnen 150 organisaties zich engageren om een dergelijk circulair aankopen toe te passen of te faciliteren. (Debacker et al., 2021; FCRBE, 2021c; WTCB, 2020)
Materiaalwaarde	
2. Erfgoedwaarde	Binnen het kader van erfgoedwaarde kunnen de materialen toebehoren tot een beschermd monument, een beschermd cultuurhistorisch landschap, een beschermd stads- of dorpsgezicht en een beschermde archeologische site. Daarom worden zulke materialen van grote waarde geacht. (Agentschap Onroerend Erfgoed, 2022)
Praktische regeling	
3. Langetermijnvisie	Wanneer men materialen opnieuw wil hergebruiken, moet men niet enkel de 1ste hergebruikmogelijkheid in acht nemen. Ook over de andere levensfasen die hierachter doornemen zullen worden, kan er al nagedacht worden. Zo krijgt men een beeld van de toekomst van het product en wordt een lange levenscyclus ervan ondersteund en verzekerd. (WTCB, 2020, p. 4)
4. Toepassingsvereisten	Elke nieuwe toepassing vraagt andere condities en eigenschappen. Deze moeten goed op voorhand geweten zijn vooraleer men inzet op een hergebruikmogelijkheid. Dit kan gaan over tips voor de voorbereidingsfase of de herinstallatie. Soms kunnen er ook aanvullende studies gevraagd worden om de haalbaarheid van het hergebruikproces aan te tonen... Ook andere projecten kunnen aangehaald worden ter illustratie of verduidelijking. (FCRBE, 2020, pp. 41 en 52)

5. Standaardisatie (afmetingen)	Het hebben van gestandaardiseerde afmetingen wijst op het hebben van homogene dimensioneringen. Wanneer men materialen met standaardformaten wil gaan hergebruiken, kan men er best al in de ontwerfase mee rekening houden. Zo moeten de herbruikbare materialen niet meer opnieuw versneden worden. Het draagt bij tot een onderhoudsvriendelijk en eenvoudiger herbruikbaar ontwerp. (FCRBE, 2020, p. 39; WTCB, 2020, p. 21)
6. Testprocedures	Testprocedures kunnen de technische eigenschappen onderzoeken en verifiëren. Dit kan binnen verschillende domeinen (structureel, energetisch, brandveiligheid...) De beschikbare, herbruikbare materiaalhoeveelheid kan vaak beperkt zijn waardoor de testmethoden te kostelijk worden om ermee aan de slag te gaan. (FCRBE, 2020)
7. Bereikbaarheid lagen en verbindingen	Hoe toegankelijker de lagen en verbindingen zijn hoe eenvoudiger men inzicht krijgt in de materie en hoe gemakkelijker men ermee te werk kan gaan. (WTCB, 2020, p. 21)
8. Tijdsduur hergebruikproces	Hoe meer tijd het hele hergebruikproces zal vragen, hoe meer kosten men zal hebben. Dit kan een meebepalende factor zijn om het proces al dan niet op te starten. (FCRBE, 2020)
9. Hergebruikinventaris	De verzamelde materiaalinfo aan de hand van algemeen gekozen hergebruikcriteria vormt de basis voor het opstellen van een hergebruikinventaris. Van zodra men deze kennis heeft van welke producten er een voldoende hoog hergebruikpotentieel hebben en waarnaar er vraag is, kan men deze op basis hiervan beginnen documenteren in een inventaris. Zo maakt men een gestructureerd overzicht van het hergebruikpotentieel van de materialen op binnen het bouwproject waarin er een volledige of gedeeltelijke sloop zal plaatsvinden. (FCRBE, 2020). Zo begeleidt dit document de verdere organisatie van de recuperatieoperatie alsook de verdeling van de verschillende producten onder de geïnteresseerde, professionele kopers, slopers en ontmantelingsbedrijven. Het is van belang dat men deze inventaris opmaakt vooraleer er ontmanteld wordt maar wel nadat er een asbestonderzoek en visuele beoordeling van de herbruikbare producten is gebeurd. Ook raadt men aan om tegelijkertijd een afvalinventaris en sloopinventaris op te stellen. Het zorgt voor een vollediger overzicht en een meer algemene circulaire werkwijze. Hoe vroeger men aan deze documenten begint, hoe efficiënter men de ontmantelingsfasen kan inplannen en regelen. (FCRBE, 2020) Elke actor (architect, aannemer van bouw- en sloopwerken, bouwheer/bouwwrouw, deskundige en expert, handelaar in hergebruikte materialen, deskundige inzake hergebruik...) kan zich als hergebruikauditor identificeren. Elk kan zijn eigen set aan criteria kiezen. De investering in tijd en geld, het doel en de visie verschilt onderling. Wanneer men eventueel gefinancierd kan worden door de overheid, kunnen de bevindingen sneller overgenomen worden in de lokale overheden. (FCRBE,2020) Er zijn reeds verschillende documenten die de actor hierin de nodige ondersteuning kunnen bieden. Enkele hiervan werden gepubliceerd door FCRBE, WTCB en OVAM. Enkele voorbeelden zijn “ <i>Een gids voor het identificeren van bouwproducten met potentieel voor hergebruik</i> ”, “ <i>Naar een circulaire economie in de bouw</i> ”, “ <i>Innovation paper: circulair bouwen</i> ”... (FCRBE, 2020, 2021; OVAM, 2021, p. 53; WTCB, 2017, p. 52, 2020, pp. 21–32) Een hergebruikinventaris kan een katalysator zijn om het hergebruikproces te vergemakkelijken. Je weet welk materiaal te hergebruiken valt en hebt direct alle beschikbare informatie. Het probleem vandaag is dat er nog geen standaard manier is ontwikkeld om zo'n inventaris op te maken. Bedrijven kiezen er zelf voor hoe ze dit aanpakken, wat soms het hergebruikproces in de weg staat. De overheid kan via het aanbieden van een standaardformaat zorgen dat dit probleem wordt weggewerkt en er zo een opschaling van hergebruik tussen verschillende actoren kan gestimuleerd worden.
10. Materiaalpaspoort	Elk materiaal in een gebouw heeft een set aan allerlei eigenschappen die men op een efficiënte wijze zou moeten kunnen documenteren of moeten kunnen terugvinden in de vorm een paspoort. Zo'n materialenpaspoort is dan voornamelijk van toepassing op de producten die men vandaag de dag gebruikt of in de toekomst zullen gaan gebruiken. Er is geen haalbare mogelijkheid om alle elementen van het verleden nu nog te gaan analyseren en documenteren tenzij men te maken krijgt met een renovatieproject. Materialen met een paspoort zullen in de toekomst vrij kunnen circuleren en materialen zonder paspoort zullen eventueel uitgesloten kunnen worden. (FCRBE, 2020, 2021; OVAM, 2021, p. 53; WTCB, 2017, p. 52, 2020, pp. 21–32) Zo zal de toegankelijkheid tot en het bestaan van materiaalpaspoortdata het materialenonderzoek een heel stuk vergemakkelijken. De toekomstige uitdaging ligt vooral in het optimaliseren en systematiseren van het documentatieproces en dat vanuit een centrale informatiebron. (FCRBE, 2020, 2021a) Een materiaalpaspoort geeft een zekerheid aan een product om er duidelijkheid over te kunnen scheppen en bijgevolg hergebruik in de toekomst mee te stimuleren. Er bestaan reeds verschillende manieren om materiaalpaspoorten op te bouwen, elk met zijn eigen criteria. OVAM en WTCB hebben hierover verschillende richtlijnen uitgeschreven. Ook bestaan er reeds verschillende digitale software die hierin een hulp kunnen zijn. Enkele voorbeelden zijn Werflink, Cirdax, Bimeo, Cycle Up, Upcyclea... Deze bieden een software aan die je al dan niet tegen betaling kan gebruiken. (Danny Wille & OVAM, 2013; WTCB, 2017, pp. 27, 54, 55, 83 en 84, 2020, pp. 22, 33 en 34)

## 1.2.3. Criteria door 2 van de 4 actoren opgenomen (zwarte kleur):

Materiaalgegevens	
1. Contractuele overeenkomst	Met behulp van een contractuele overeenkomst kunnen beide partijen van de verkoop op een zekerheid berusten. Hierin kunnen de precieze regels omtrent de verkoop en hergebruikproces in opgenomen worden alsook de conventies over de toekomstige levenscyclus van de materie. (WTCB, 2020, p. 60)
Praktische regeling	
2. BIM (Building Information Modeling)	<p>Wanneer men een nieuw gebouw ontwerpt, is het interessant om van een BIM-proces gebruik te maken. Met behulp van een programma zoals Revit, bouwt men een intelligent 3D-model van het ontwerp op om er in alle fasen via de BIM-technologie beter over te kunnen communiceren, elkaar te informeren en overzicht te bewaren. Men kan verschillende plannen en snedes met een simpele klik uit het 3D-model opvragen. Ook het aanpassen van een detail of onderdeel wordt direct in de andere documenten en 3D-modellen aangepast. Bovendien kan men de hele levenscyclus van het project concipiëren, visualiseren, simuleren, analyseren, er samen digitaal aan werken en controleren. Voornamelijk tijdens de uitvoeringsfase worden er voordelen uitgehaald. (WTCB, 2017)</p> <p>Van zodra men aan elk bouwelement, een zelf opgemaakte lijst van eigenschappen en parameters zou kunnen toekennen, zou men op een efficiëntere manier informatie in het model kunnen integreren. Op die manier zou men materialenpaspoorten met technische, ecologische en historische eigenschappen kunnen opmaken. Deze zouden dan op lange termijn kunnen opgevolgd en geanalyseerd alsook in de vorm van een digital twin bewaard en beheerd worden. Er is namelijk nood aan een efficiënte manier om informatie up-to-date te houden en bij te houden. Het enige nadeel is dat dit idee binnen BIM-toepassingen nog in volle ontwikkeling is en bijgevolg nog niet op de markt aanwezig is. (WTCB, 2017, 2021a)</p>
3. Beheersbare logistiek (transport en opslag)	Bij de beheersbare logistiek focust men vooral op de organisatie van de demontage, transport, opslag, verwerking en herinstallatie. Hierbij is er een juiste interactie nodig tussen de gewenste gereedschappen, machines, kranen, aannemers en het moment waarop het moet gebruikt worden. Het vergt een nauwkeurige realistische planning om de juiste actoren met het juiste materiaal te combineren op het daarvoor voorziene moment. Ook moet iedere fase in alle veiligheid kunnen gebeuren. Daarom moeten de materialen en het gebouw voldoende toegankelijk zijn. (FCRBE, 2020, p. 40)
4. Controle/ beheer hergebruikketen	Deze controle heeft vooral als doel om na te gaan of de gerecupereerde materialen effectief en op een juiste manier hergebruikt worden binnen hun levenscyclus. Men controleert of deze informatie die over de materialen geschreven en geraadpleegd worden correct zijn. (WTCB, 2020, p. 26)

## 1.2.4. Criteria door 1 van de 4 actoren opgenomen (rode kleur):

Materiaalgegevens	
1. Energetische eigenschappen	Aan elk materiaal kan men energetische eigenschappen toekennen. Deze wijzen op de warmtegeleidbaarheid en isolerende waarde van de materialen. (Vlaamse Overheid, 2022a; WTCB, 2020, p. 24)
2. GIS-instrumenten	GIS staat voor geografisch informatiesysteem. Via deze instrumenten kunnen er geografische gegevens opgeslagen, bewerkt, beheerd, geanalyseerd, geïntegreerd en gepresenteerd worden. Het zet topografische data om in een digitaal model. Er wordt op die manier een databank met geografische info ontwikkeld. Het resulteert in overzichtelijke kaarten, plattegronden en grafieken. (FCRBE, 2021a, pp. 20–22; Vlaamse Overheid, 2022b)
Praktische regeling	
3. (Online) verkoopplaats	Een online verkoopplaats is een verkooppunt op het web waarop artikelen te koop worden aangeboden. Een reële verkoopplaats is een winkel met een overzicht aan producten die ter plaatse verkocht worden. Deze kan voor bouwmaterialen de grootste aannemen van een loodsopslagplaats. (FCRBE, 2020, pp. 25, 26; WTCB, 2020, p. 34)

### 1.3. Ondersteunende digitale tools

De circulaire bouwconomie komt voornamelijk neer op het regelen, delen en zichtbaar maken van de beschikbare materialenstock. Het vraagt om een duidelijk overzicht van de materiaalbeschikbaarheid en een up-to-date onderhoud en beheer van de stock. Door het gebruik van (digitale) tools probeert men het inventariseren van materialen en het verspreiden van hergebruikinfo en -advies te ondersteunen en tot een hoger niveau te tillen. (FCRBE, 2021a; WTCB, 2020) Hoewel onze focus in de thesis ligt op de theoretische hulpmiddelen om het hergebruikpotentieel mee te bepalen, vinden we het belangrijk om ze toch kort in onze thesis aan te halen. Voor lezers die meer geïnteresseerd zijn in de onderbouwde achtergrond verwijzen we graag door naar bijlage A.

Deze praktische hulpmiddelen zullen in de toekomst een belangrijke rol spelen in de opschaling van hergebruik van materialen. Digitalisering zal er bij uitstek voor zorgen dat hergebruikhindernissen kunnen weggewerkt worden. Zo kan door gebruik te maken van tools voorafgaand aan de sloop reeds bepaald worden welke verschillende materialen zich in een project bevinden, waardoor vraag en aanbod beter op elkaar kan afgestemd worden. Platformen zullen ervoor zorgen dat het hergebruikproces voor een stuk eenvoudiger begeleid kan worden.

Zo zijn er vandaag reeds verscheidende hulpmiddelen aanwezig in de markt en maken ze gebruik van verschillende criteria om materialen op het vlak van hergebruikpotentieel te analyseren. Men kan ze onderverdelen in media, apps en software, online gidsen en digitale databanken. Vaak beschikken zij over interne tools om een bepaalde output te genereren en deze dan ook te analyseren. Onder interne tools verstaat men alles wat nodig is om de interne werking van de actor te laten functioneren. Onder output verstaat men alles wat gecreëerd wordt op basis van de interne tools en waarmee men naar buiten treedt om gebruikt te laten worden door geïnteresseerden. Analyse gaat dan meer in op wat men verder kan onderzoeken via het medium en waarvan men documenten kan opvragen.

#### 1.3.1. Media

Afhankelijk van wat men precies wil vastleggen, kan men gebruik maken van een ander medium. Deze zijn onder meer een 2D-camera, 360-camera, laserscanner, drone en de werkwijze Artificiële Intelligentie.

- 2D-camera:** De klassieke 2D-camera heeft nog steeds zijn nut bij het ontwikkelen van een visueel overzicht. Men raadt aan om bij het trekken van de foto een meter, een persoon, een hand of een standaardobject ernaast te leggen. Zo bespaart men tijd doordat men er achteraf informatie over de werkelijke afmetingen uit de foto kan halen. Men kan hiervoor perfect beroep doen op de eigen mobiele telefoon. Flits en filters zijn een af te raden optie. Vooraleer men een foto trekt van de objecten, zorgt men er best voor dat het object in zijn gewoontelijke gebruikte omgeving geplaatst wordt zonder overtollige rommel. Zowel de ruimte als het materiaal moeten voldoende proper zijn en de focus moet op het object liggen, niet op de omgeving. Indien nodig maakt men gebruik van een goede lamp zonder te veel lichtcontrast te creëren. Men kan 1 hoofdfoto kiezen ter samenvatting en aanvullende foto's om detailinformatie (bevestigingsonderdelen, gebreken, bijhorende elementen, demontage(stappen), etiketten, relevante accessoires, technische gegevens) mee te delen. (FCRBE, 2020)
- 360-camera:** Met behulp van een 360-graden-camera kan men de hele omgeving inscannen en informatie over vast leggen. Zo kan men achteraf de ruimte bekijken vanop de computer of smartphone. Deze camera werkt op basis van foto's die men achteraf ook aan een plan kan koppelen. Op dat plan plaatst men dan een stip van de precieze positie van de camera. Van zodra men een bepaalde dimensie op de foto kan aflezen, kan men de overige elementen ook dimensioneren. (WTCB, 2020, 2021b)
- Laserscanner:** Met behulp van een laserscanner kan men fotogrammetrie gegenereerde puntenwolken ontwikkelen. Hieruit kan men dan eenvoudige geometrische vormen identificeren. Zo zou men op een snelle manier info moeten kunnen genereren over de materiaalhoeveelheden, hun lengte, hun oppervlakte, hun volumes... Via een geavanceerd software-algoritme zou men er eventueel een automatische identificatie van bouwelementen, materialen en schadegevallen aan kunnen koppelen. Ook het opslaan van gegevens in digitale materiaalbibliotheken zou geen probleem mogen zijn. Op die manier komt men te weten met welk soort bouwelementen men in het gebouw te maken heeft. (WTCB, 2020, p. 34)

**Drone:** Met behulp van dronebeelden kan men een overzichtsbeeld van de werf maken. De gemaakte foto's brengen de invloed op de omgeving beter in beeld. Ook is het mogelijk om informatie over de omgeving te verzamelen, te extraheren en te importeren in een CAD- en GIS-software. Deze info kan dan mee verwerkt worden in de planning van het project. Zo houdt men de opvolging van de werf in de gaten. Daarnaast kan men uit deze puntenwolken van beelden bijvoorbeeld ook met behulp van fotogrammetriesoftware de volumes dimensioneren. Dit maakt onder meer het inspecteren van minder toegankelijke plaatsen gemakkelijker. Men kan er zelfs mee inzoomen of temperatuurverschillen mee detecteren. (DRONEPORT, 2021)

**Artificiële intelligentie:** Met behulp van AI (Artificiële Intelligentie) kan men tegenwoordig algoritmes voor software ontwikkelen waarmee men materialen herkent en tegelijkertijd ook telt. Zo trekt men bijvoorbeeld een foto met de smartphone van de gewenste materialen. Deze laadt men dan in de app en vervolgens geeft de app een overzicht van het aantal elementen. Op elk element zal er een cirkelvormig symbool met cijfer zijn geplaatst. Indien dit niet het geval is, is het element niet meegeteld. Men kan elk vergeten element aantikken en dan wordt deze ook meegenomen in de telling. Deze info kan men vervolgens opslaan in de applicatie. De materialen moeten wel per soort gesorteerd zijn en de foto moet er recht tegenover genomen worden. Reflectie van onder meer materialen op glas en schaduwen spelen hier nog een moeilijkheid in. (WTCB, 2020)

Men kan besluiten dat het hoofddoel van deze media de creatie van een digitale bibliotheek is. Men streeft naar het maken van een visueel digitaal toegankelijk overzicht. De laserscanner en de werkmethode Artificiële Intelligentie zijn hier het meest in onderlegd en zijn het minst arbeidsintensief. Ook vindt men het belangrijk om in te zetten op een identificatie van de geometrie (afmetingen, oppervlakte, volume) en de opmaak van een 3D-model.

### 1.3.2. Apps en software

In applicaties en software stelt men materiaal informatie en werkwijzen ter beschikking ter ondersteuning van de recuperatie van materialen binnen een toegankelijk netwerk. Enkele voorbeelden van deze applicaties en software in Europa zijn Werflink, Cirdax, Bimeo, Cycle Up, Concular, Upcyclea en Excel Inventory Templates van FCRBE. Hoe toegankelijker en eenvoudiger de middelen hoe interessanter. (VUB architectural engineering, 2019, p. 66)

De meeste aandacht hieraan wordt besteed aan interne tools. Het gaat dan voornamelijk over administratieve en praktische functies zoals de registratie en digitalisatie van bouwmaterialen data alsook de opmaak van materiaalpaspoorten. Deze komen hierin het vaakst terug. De elementen die het minst worden opgenomen zijn een Bim-proces, de opmaak van 2D-plannen en 3D-plannen, LCA-analyse, analyse van afvalproductie alsook analyse over opslagmogelijkheden.

### 1.3.3. Online gids

Met behulp van online gidsen wordt men wegwijs gemaakt in het aanbod aan online informatiewebsites over herbruikbare materialen en dit voor verschillende doelgroepen. Enkele voorbeelden zijn Confederatie bouw, C-bouwers, Circubuild, Opalis, Hergebruik-bouw Brussel, Mosard en Vibe-vzw.

Men kan besluiten dat men in zo'n dergelijke gids hoofdzakelijk aandacht schenkt aan het aanbieden van advies, het toelichten van verschillende mogelijke toepassingen en handige documenten en links die de bezoeker wegwijs kunnen maken in het hergebruikverhaal. Slechts enkele keren wordt dit ondersteunt met een overzichtskaart met hergebruikhandelaars, een alternatieve modulaire bouwmethode, een boek of alternatieve beoordelingsmethode.

### 1.3.4. Online databank

Op verschillende manieren kan men een online databank opmaken. Het concept gaat over het archiveren en actueel houden van gegevens over de gewenste producten en deze dan ook ter beschikking stellen voor anderen. Enkele actoren die zich hierin hebben verdiept zijn C-bouwers, ProReMat, Tracimat en Madaster. Elk hebben ze hun eigen prioriteiten en voorkeuren opgesteld.



De criteria die door allen worden opgenomen zijn de aanbieder van advies, opmaak van algemene gegevens over de bouwmaterialen, focus op materiaalniveau, de Belgische markt en het delen van handige documenten en links. De opmaak en het beheer van documenten rond slopen en hergebruiken, BIM-gerelateerde media, toegang tot opleidingen en certificatie komen hierin het minst aan bod. Enkel bij C-bouwers en ProReMat vindt men informatie terug over constructiematerialen (staal, hout, steen en beton) waarbij steen niet terug te vinden is bij ProReMat.

### 1.3.5. *Recuperatiebedrijven*

Er bestaan reeds verschillende bedrijven die de hergebruikpraktijk onder de knie hebben. Ze hebben dikwijls een eigen opslagplaats die opengesteld wordt voor het publiek om er materialen te koop te stellen. Tegelijkertijd voorzien ze een website met een overzicht van hun koopbaar goed. Daarnaast bieden ze ook verschillende diensten aan die geïnteresseerden kunnen ondersteunen in hun hergebruikverhaal. Enkele voorbeelden hiervan zijn Materialenbank Leuven, RotorDC (Brussel), Retrieval (Couillet) en U-mine (Beringen).

Allen hechten belang aan het bijhouden en registreren van algemene gegevens bij het product, het aanbieden van advies en de opmaak van een webshop met catalogus. Men legt minder focus op bijkomende gegevens rond demontage en waardering, de opmaak van een materiaalpaspoort, het schrijven van hun ervaringen in een boek of het creëren van opleidingen.

De universiteit zal aan de slag moeten gaan met de opmaak van nieuwe, bijkomende documenten die in het bestek zullen moeten worden opgenomen. Het bijhouden en overbrengen van materiaal informatie zullen de ambities i.v.m. hergebruik van constructiematerialen faciliteren. Zoals onderzocht zijn hiervoor verschillende methodes beschikbaar.

Eenzijds kan een hergebruikinventaris opgemaakt worden die afgevinkte criteria over het hergebruikspotentieel van de materialen bevat. Op die manier wordt een duidelijk overzicht verkregen van de aanwezige producten in een gebouw met hun eigenschappen en potentiëlen. Dit zorgt ervoor dat men vóór enige sloop- of ontmantelingswerken al kan inschatten of de recuperatieoperatie relevant en rendabel genoeg zal zijn. Sommige gebouwen kunnen namelijk al in zo'n slechte, ongezonde toestand verkeren dat hoogwaardig hergebruik zowel economisch als technisch irrelevant blijken te zijn. In dat geval kan de bouwheer ervoor opteren het gebouw te laten ontmantelen en de materialen selectief te recyclen.

Anderzijds kan UGent met meer overtuiging inzetten op materiaalpaspoorten, gelinkt aan de digitalisering van het patrimonium in BIM. Deze geven dan aan welke materialen waar in het gebouw gebruikt zijn, wat hun kwaliteit is en in welke staat ze zich bevinden. Dit vergroot het inzicht in het potentieel sterk zodat het inzetten op hergebruik haalbaarder zal worden. Alle informatie is zo reeds bij de projectplanning op één digitale plaats beschikbaar, zowel wat betreft het soort materialen als wat men ermee kan doen. Hierbij is het van belang dat het geheel van data omtrent de materiaalkarakteristieken van een gebouw op een efficiënte manier bij renovaties of nieuwbouwprojecten kan worden overgedragen.

Daarbovenop kan men digitale hulpmiddelen inschakelen bij de selectie van de te hergebruiken materialen. Wanneer men vooraf al weet dat er voor de beschikbare elementen een gespecialiseerde actor is, zoals recuperatiebedrijven met online gidsen bv., zal het hergebruikproces vlotter verlopen.

## 2. HERGEBRUIKPRAKTIJKEN UGENT

*Onderzoeksvraag 2: Hoe ontstaan er richtlijnen over het universitair patrimonium? Wat vertellen deze over circulair bouwen? Welke hergebruikpraktijken heeft de Universiteit Gent al verwezenlijkt? Kwamen er onbewust al hergebruikcriteria in voor ?*

Naar aanleiding van de EU-ambitie besliste ook UGent om klimaatneutraal te worden tegen 2050 en maakte het deze keuze concreet met een klimaatplan. Dit klimaatplan behandelt 3 grote aspecten: klimaatmitigatie (bv. CO<sub>2</sub>-reductie), klimaatadaptatie en circulaire economie. Betreffende deze masterscriptie zal enkel het laatste onderdeel besproken worden omtrent de keuzes rond circulair, veranderingsgericht bouwen en de visie over duurzaam materiaalgebruik aan de Universiteit Gent. (UGent, 2022b)

### 2.1. Richtlijnen over het universitair patrimonium

Bij het tot stand komen van universitaire richtlijnen gebeurt er een wissel- en samenwerking tussen verschillende organen van de UGent, terug te vinden in tabel 6. Indien het gaat over het universitair patrimonium, wordt dit toevertrouwd aan de DGFB (Directie Gebouwen en Facilitair Beheer), Masterproefatelier: Circulair Bouwen, Raad van Bestuur en Transitie UGent. Op die manier werden er reeds verschillende voorschriften en normen gerealiseerd. Hun visie omtrent circulair bouwen kan men hierin terugvinden. Voorbeelden van dergelijke bestanden zijn de “Ontwerprichtlijn 2020”, Masterplan “UGent verbeeldt 2050”, “Duurzaam oppervlaktebeleid”, “UGent Klimaatplan” ... Hierbij is het belangrijk om te vermelden dat het Masterplan nog volop in ontwikkelingsfase zit en nog niet klaar is. Toch zijn er al enkele zaken over geweten. Hieronder wordt het samenwerkingspatroon op het vlak van functieverdeling, onderwerpen en output verder toegelicht. (UGent, 2014, 2021, 2022b, 2022a, 2022i, p. 59) (Helsen, 2021; Stadsacademie, 2022) (UGent, 2022f; UGent & Directie Gebouwen en Facilitair Beheer, 2020)

Tabel 6: Samenwerkingspatroon universitair patrimonium

Samenwerkingspatroon	DGFB	Masterproefatelier: circulair bouwen	Raad van Bestuur	Transitie UGent (UGent, 2022i)
Functie	Beheer van de universitaire infrastructuur en facilitaire dienstverlening	Interdisciplinaire samenwerking (werknemers, studenten, professoren en externen) (3 à 4 workshops per academiejaar)	Hoogste bestuursorgaan UGent	Interdisciplinaire samenwerking (werknemers, studenten, experts, beleidsvoerders) (2 keer per jaar samenkomst)
Onderwerp	Administratieve, facilitaire, projectgerichte en technische bureaus UGent	Duurzaamheidsvraagstukken UGent en stad Gent (Circulair bouwen...)	Academische, administratieve organisatie UGent	Duurzaamheidsvraagstukken UGent
Output	<b>UGent Ontwerprichtlijn 2020</b> <b>Masterplan “UGent verbeeldt 2050”</b> Investeringsprojecten	Interactie met DGFB	Klimaatplan UGent <b>Masterplan “UGent verbeeldt 2050”</b>	Klimaatplan UGent Duurzaam oppervlaktebeleid

#### 2.1.1. UGent Ontwerprichtlijn 2020

De “Ontwerprichtlijn 2020” is tot stand gekomen op basis van ervaringen bij de beleidsbeslissingen en groeiend ecologisch bewustzijn. Het streeft naar het ontwikkelen van praktische richtlijnen voor alle universitaire bouwprojecten aan UGent. Zo wil het voornamelijk een consistent kwaliteitsniveau in het concept, de bouw en de ontwikkeling van de nieuwbouw- en renovatieprojecten aan UGent teweegbrengen. Het helpt de uitvoerders (interne projectmedewerkers, externe studie bureaus, uitvoerders en UGent beleidsmakers) om hun keuzes omtrent een universitair bouwproject rond onderhoud, renovatie of vervanging op de juiste maatstaven en waarden van de UGent te kunnen baseren. De relevantste criteria op het vlak van (her)gebruik van (constructie)materialen worden hieronder in tabel 7 verder aangehaald. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de criteria rond duurzaamheid, bouwwijze, onderhoud, dragende structuur vs. gevel en de 4 constructieve materiaalcategorieën (hout, steen, beton en staal).

Tabel 7: Kenmerkende begrippen Ontwerprichtlijn 2020

A L G E M E N	<b>Duurzaamheid</b>		<b>Bouwwijze</b>		<b>Onderhoud</b>	
	1.	Duurzaam (ver)bouwen	1.	Modulariteit	1. Bereikbaarheid van de lagen en verbindingen (herstelling, schoonmaak, demontage)	
	2.	Verlagen van de milieu-impact van realisatie en onderhoud (levenscyclusniveau)	2.	Toekomstige aanpasbaarheid (bouwhoogte)	2. Beperkte onderhoudskosten	
	3.	Duurzaamheidslabel	3.	Gebruiksvereisten	3. Demonteerbaarheid	
	4.	Afvalpreventie (Vermijden van o.m. verpakkingsmateriaal)	4.	(Technische) flexibiliteit	4. Veiligheid	
	5.	Verlengen van de levensduur van het ontwerp	5.	Gestandaardiseerd	5. Regelmatig onderhoud	
	6.	Bewuste en correcte keuze aan materialen en bevestigingen	6.	Demontage	6. Onderhoudsvriendelijke materialen	
	7.	Georganiseerde logistiek (opslag, transport) op het vlak van werfafval en bouw materiaal	7.	Kostprijs	7. Arbeidsvriendelijk concept	
	8.	Afvalscheiding aan de bron	8.	Indelingsvrijheid van het ontwerp	8. Onderhoudsarme detaillering en materialen	
	9.	Bouwtechnisch kwaliteitsvolle materialen	9.	Toekomstvisie (future proof)		
S T R U C T U R	<b>Dragende Structuur</b>				<b>Gevel</b>	
	1.	Aanpasbaarheid (afweging verschillende levens- en vervangings-cycli van de bouwhoogte en -lagen)			1. Los van de draagstructuur, moet vervangen kunnen worden.	
	2.	Flexibiliteit van de beschikbare ruimte			2. Geen blinde gevels op gelijkvloers.	
	3.	Skeletstructuur (grote overspanningen, invulling met lichte wanden (afh. kosten vs baten) en geen volle wanden)			3. Structuurgevels in glas bevatten profielen waaraan men zonnewering kan bevestigen.	
	4.	Minimale vloerbelasting van 5 kN/m <sup>2</sup>			4. Gordijnggevels worden afgeraden. Indien toch gebruikt, moet onderhoud van buitenaf mogelijk zijn.	
	5.	Voldoende massieve vloer (thermische massa)				
6.	Nieuwbouw: Plafond-vloerhoogte (exclusief verlaagd plafond) = min 2m80 Kolommen op plaatsen waar risico voor aanrijding/ stoten = bescherming nodig bv. rand onderaan Boven 2m80 technische ruimte voor installaties en kanalen voorzien Leslokalen vanaf 100 personen = hellende vloer voor goede zichtbaarheid					
C O N S T R U C T I E M A T E R I A L E N	<b>Hout</b>		<b>Steen</b>		<b>Beton</b>	<b>Staal</b>
	1.	Gebruikt en verwerkt hout moet FSC-label of PFEC-label of een gelijkwaardig label dragen.	1.	Keramische tegels (vlekbestendig) (Beperkte afmetingen om breuk- en niveaoverschillen te vermijden)	1. Polierbeton vermijden	1. Toegangsdeur in staal
	2.	Geen parket of houten vloeren.	2.	Gebruik van poreuze materialen vermijden.	2. Beton (intensief gebruik gangen en trappen; gecoat beton met antislip)	2. Ramen in staal of aluminium
	3.	Geen mdf of vezelplaat als basis voor tegels.	3.	Faience met groot aantal voegen te vermijden.	3. Zichtbeton voor dragende wanden	3. Rvs-staal voor zowel bouwkundige elementen als meubilair
	4.	Verbod op kurk.	4.	Natuursteen of keramische steen met antislip (intensief gebruik trappen, gangen)		
		5.	Zichtmetselwerk in gangen (bepleistering en schilderen te vermijden)			

### 2.1.2. Ruimtelijk Masterplan “UGent verbeeldt 2050”

Het “*Ruimtelijk Masterplan 2050*” vormt een langetermijnvisie over het gebouwpatrimonium van UGent met als thema duurzaamheid. Deze visie wordt momenteel uitgewerkt via een samenwerking tussen bestuurders, experts, Stad Gent, gebruikers, beleidsmedewerkers...

Het zal duidelijk maken welke beleidskeuzes er zijn gemaakt en met welke toekomstige limieten men aan de UGent te maken zal krijgen. Met behulp van een roadmap licht men deze toekomstige campusontwikkelingen en investeringen toe opdat het duidelijk te volgen zal zijn. Zo zal het masterplan een uitgeschreven ambitie over de infrastructuur van de universiteit voor de 21ste eeuw omvatten, een handvest waarin de sterke en zwakke punten van het gebouwpatrimonium in worden aangehaald en de visie over de kerninfrastructuur en de heersende toekomstige ruimtelijke potenties duidelijk zal worden.

Op die manier wordt er nagedacht over de specifieke fysieke positie van de Universiteit Gent binnen haar stedelijke context alsook de kwaliteit van de huidige gebouwen en de invulling van de ruimtelijke beschikbaarheid. Op het vlak van circulair bouwen zal men voornamelijk op digitalisering, veiligheid en duurzaamheid (circulariteit, ruimte-efficiëntie, collectief gebruik en bijbouwen indien geen andere optie) hameren.

Zo wil men de infrastructuur met behulp van een systematische en holistische aanpak gaan benaderen opdat men op een bewuste en flexibele manier de materialen en materiaalstromen zal kunnen behandelen, de gebouwen aanpasbaar genoeg kan maken ten voordele van nieuwe functies en wisselende ruimtelijke noden. Op die manier is het de bedoeling dat men met behulp van het handvest het potentieel van het patrimonium op zowel campus- als gebouwniveau kan inschatten en inventariseren. (Archipelago, 2021; Endeavour, 2021; Helsen, 2021, p. 69; UGent, 2020)

Hoewel de “*Ontwerprichtlijn 2020*” een duidelijke indicatie geeft over materiaalgebruik aan UGent en het masterplan de volledige toekomstvisie van UGentse gebouwen zal scherpstellen, komt specifiek advies op het vlak van recuperatie van materialen in situ of ex situ hierin nog niet aan bod.

Zo zou een algemeen hergebruiktoetsingskader, mits goedkeuring van de universitaire bouwcommissie, een ideaal hulpmiddel kunnen zijn. Wat de maatregel precies op het vlak van duurzaamheid zou kunnen bijdragen, moet hier dan ook duidelijk uit blijken. De eigen universitaire gebouwen zouden hiervoor de ideale experimenteerruimte kunnen zijn. Dit zou over de verschillende disciplines heen kunnen gaan. Op die manier zou men een goed voorbeeld kunnen stellen naar de buitenwereld toe. (UGent, 2021, p. 2)

## 2.2. Hergebruikpraktijken UGent

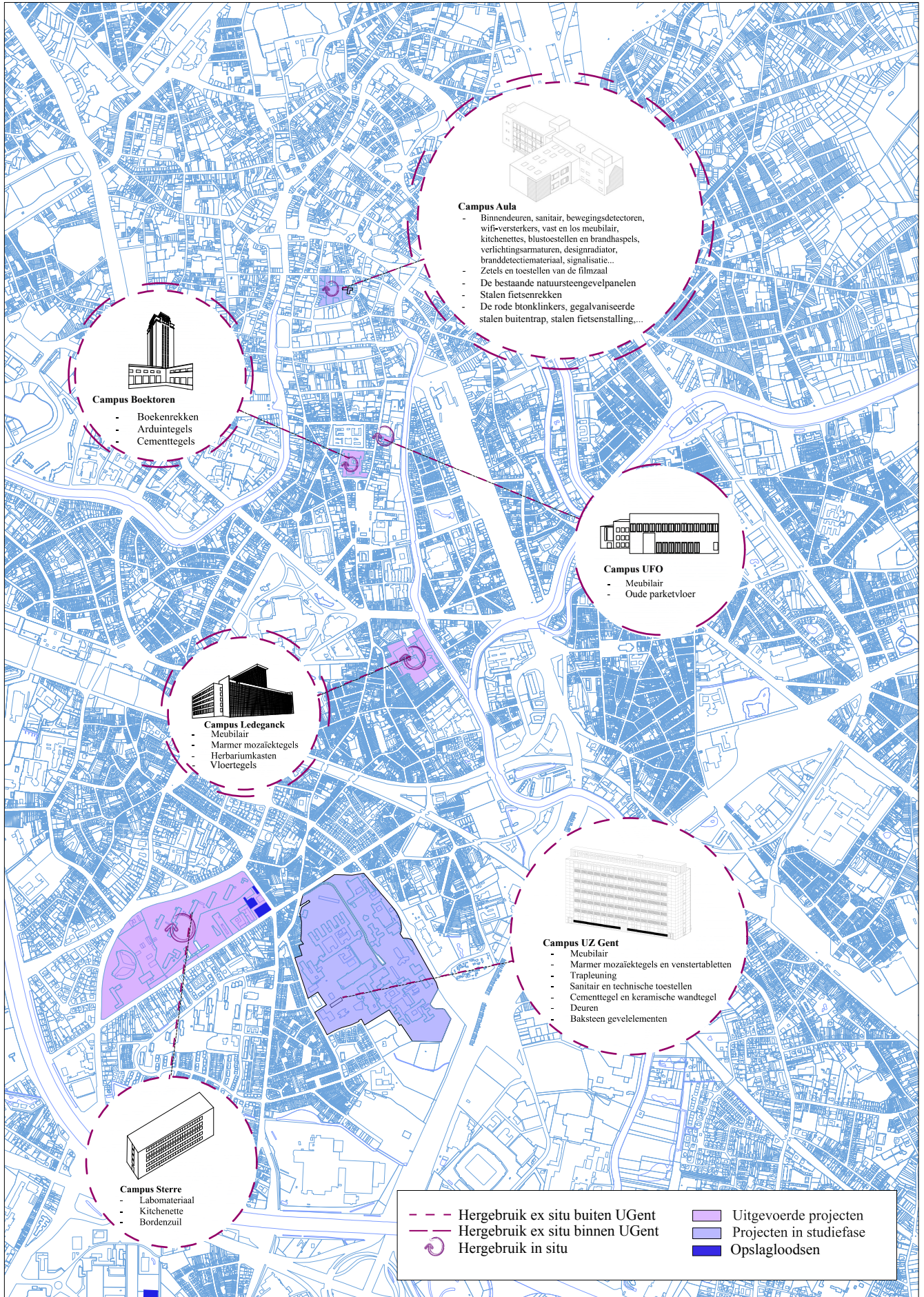
UGent heeft bijna 250 hectare aan terreinoppervlakte. Hierop kan men het universitair patrimonium terugvinden. Onder de gebouwen kan men een grote diversiteit aan bouwstijlen en verschillende functies opmerken. Deze strekken zich uit van historische monumenten tot studentenhomes tot leslokalen tot onderzoekscentra...

Sinds 2013 kent het netto-oppervlakte aan UGent-gebouwen alleen maar een forse stijging. Deze trend kan men naar de toekomst toe niet volhouden. Ook de investeringen gaan in stijgende lijn sinds 2018. Zo investeerde UGent in 2020 bijna 33 miljoen euro aan renovaties en 50 miljoen euro aan nieuwbouwprojecten. Maar de ruimte is kostbaar en de financiële middelen zijn beperkt. Om het oude patrimonium in stand te houden wordt er een jaarlijks budget van 37 miljoen euro gevraagd. (Helsen, 2021). Om op een duurzamere manier hiermee om te gaan probeerde UGent afgelopen jaren reeds in te zetten op het hergebruiken van materialen bij renovaties of nieuwe projecten.

In figuur 21 vindt men een kaartoverzicht terug van de universitaire projecten waar hergebruik van elementen reeds heeft plaatsgevonden en in de directe toekomst nog zal plaatsvinden. Ook wordt er toegelicht welk soort hergebruik er werd/ wordt toegepast. Men maakt een onderscheid tussen hergebruik ex situ buiten UGent (elementen verkocht aan andere partijen), hergebruik ex situ binnen UGent en hergebruik in situ. De elementen die in deze projecten worden hergebruikt, worden eronder verder toegelicht. Dit geeft een beter inzicht in hoe ver het hergebruik van materialen reeds heeft plaatsgevonden en hoe ver UGent hier eigenlijk nu al in staat. De informatie over de hergebruikpraktijken aan de universiteit werd verkregen door correspondentie met DGFB.

Bij elke hergebruikpraktijk binnen de Directie Gebouwen en Facilitair Beheer aan UGent wordt er een bepaalde logistiek op poten gezet door hun eigen centrale hergebruikdienst. Indien het meubilair een tijdelijke opslagplaats nodig heeft, kan de universiteit gebruik maken van het Chevrongebouw op campus Zwijnaarde. Ook is het mogelijk om niet-constructieve elementen in de universitaire kringloopwinkel te verkopen. Deze huist zich in een loods op campus De Sterre, genaamd S24. Van zodra het materiaal als niet-herbruikbaar wordt beoordeeld, wordt het afgevoerd naar containerparken. (Bron: correspondentie met DGFB)

Naast meubilair kunnen er ook andere materialen opgeslagen worden. Zo kunnen er bij een uitbraak in een renovatieproject verschillende elementen vrijkomen. De aannemer kan deze in de meeste gevallen op de bouwwerf zelf of in eigen stockageruimten conserveren en erna opnieuw inzetten voor het nieuwe project. Indien er dan nog een welbepaalde hoeveelheid materiaal overblijft, kan deze in het nieuwe bouwwerk zelf opgeslagen worden voor latere herstellingswerken. Van zodra er een bepaalde waarde aan het materiaal toegekend kan worden, zijn er opslagmogelijkheden beschikbaar in verschillende loodsen (S23, S24 en S29) op campus De Sterre. Tussen de loodsen maakt men een onderscheid op basis van verschillende disciplines. Deze zijn mechanica, schrijnwerkerij, HVAC, sanitair, elektriciteit en centrale opslagplaats. Deze opslaglocaties zijn ook op onderstaande kaart terug te vinden. (Bron: correspondentie met DGFB) Specifieke opslagplaatsen voor constructiematerialen in de stad Gent kunnen er nog niet gevonden worden. Wel kan men altijd beroep doen op de huur van loodsen of openbare ruimten. Stad Gent gaat ervan uit dat er op de werven voldoende stockageruimten gecreëerd kunnen worden door de aannemer of de architect. Voor eigen stedelijke onderhoudswerken van gebouwen zijn ze voorzien van eigen opslagruimte voor diverse goederen buiten de stadsring maar deze zijn niet voor het grotere publiek. (Bron: correspondentie met Stad Gent)

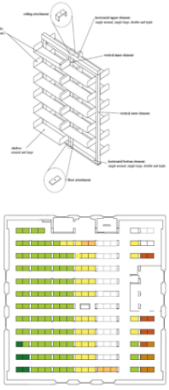


Figuur 21: Overzichtskaart hergebruikpraktijken UGent

## DEEL 2: ONDERZOEK

### 2.2.1. Overzicht reeds uitgevoerde projecten rond hergebruik

Tabel 8: Hergebruikproject Campus Boekentoren (Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving	
 <p> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #006400; border: 1px solid black;"></span> A++  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span> A+  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black;"></span> B stickers  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></span> B plastic stickers  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black;"></span> UG  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B0000; border: 1px solid black;"></span> C too dirty  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> structure in stock  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> no structure stocked                 </p>	<p>Boekentoren (december 2015): (Projectleider Michaela Geenens)</p> <p>Met behulp van een rapport van ROTORDC werd er gekozen om bij de renovatie van de Boekentoren de boekenrekken van de 12<sup>de</sup> en 13<sup>de</sup> verdieping te hergebruiken.</p>	<p>Boekenrekken Type: SNEAD</p> <p>Hergebruik in situ</p> <p>Hergebruik ex situ buiten UGent</p>	<p>Staat Kwaliteit Testprocedure Materiaalhoeveelheid Label Aanvullende documenten (inventaris, foto, tekening) Algemene materiaalgegevens (locatie, type)</p> <p>Algemene materiaalgegevens (dimensionering, locatie) Logistiek Demonteerbaarheid Montage Standaardisering Circulaire waarde</p> <p>Economische waarde (Online) verkoopplaats Restauratiemogelijkheid Toepassingsvereisten Staat en kwaliteit Erfgoedwaarde Kosten</p>	<p>De boekenrekken van de 12<sup>de</sup> en 13<sup>de</sup> verdieping van de boekentoren werden geïnventariseerd via een kleurencode gelinkt aan kwaliteitslabels. Zo stond bijvoorbeeld de donkergroene kleur voor “A++” en de rode kleur voor “C too dirty”. (Zie figuur 22 voor kleurencode van de elementen op de 12<sup>de</sup> verdieping) De planken en verticale structurele elementen van de rekken werden op die manier gecategoriseerd tot een bepaald kwaliteitslabel. Dit leidde tot een overzicht waarin men aan een kwaliteitslabel een welbepaalde hoeveelheid onderdelen kon linken. Bij de overige structurele horizontale elementen en plankuiteinden werd enkel het type en de hoeveelheid bijgehouden. De rekken die niet meer bruikbaar bleken te zijn, werden bijgevolg afgevoerd als oud ijzer.</p> <p>Om de beste rekken op een efficiënte manier te kunnen demonteren en te stockeren en hen achteraf eenvoudig opnieuw in elkaar te kunnen steken, deed men beroep op een logistiek systeem. Zo werden de lineaire gestandaardiseerde dimensies van de planken en horizontale structurele onderdelen opgelijst om een inschatting te kunnen krijgen van hun nodige hoeveelheid stockageruimte. Ook keek men naar hoeveel elementen men op 1 stockepallet kon verzamelen. Dat gaf dan een betere inschatting van de nodige transport- en opslagmogelijkheden.</p> <p>Van de opslaglocaties werd er ook een gestructureerd plan volgens een bepaald letter-en cijfersysteem opgemaakt. Aan elke palletlocatie kon men dan de inhoud van het pallet linken. Op die manier werden alle elementen verpakt, opgeborgen in de 1<sup>ste</sup> kelder van de bibliotheek van de Boekentoren en de beste later na de restauratie van het gebouw opnieuw op dezelfde verdiepingen opgebouwd. Het hele ontmantelingsproces bestond uit het ontmantelen, sorteren, nummeren, ontstoffen en verpakken.</p> <p>Slechts een beperkt aantal rekken werd door RotorDC gerestaureerd en verkocht in hun eigen (online) winkel. Dat komt omdat deze rekken door architect Henry van de Velde specifiek op maat waren gemaakt voor de betonnen torenstructuur en enkel daarin past. Dat beperkte hun toepassings- en hergebruikmogelijkheden.</p> <p>Ook werd er een hoeveelheid licht beschadigde rekken ter plaatse in de boekentoren gestockeerd. Deze elementen bevatten roestplekken door waterschade. Hiervan overweegt men momenteel om deze te herspuiten aangezien nieuwe versies neerkomen op ongeveer dezelfde kosten.</p>	
	<p>Figuur 22: Hergebruikselementen campus Boekentoren (DGFB Ugent)</p>	<p>Boekentoren (december 2015) (Projectleider Michaela Geenens)</p> <p>Naast de boekenrekken werden er verschillende soorten vloertegels die een zekere waarde in zich droegen, gerecupereerd.</p>	<p>Tegels</p> <p>Hergebruik in situ</p> <p>Hergebruik ex situ binnen UGent</p> <p>Hergebruik ex situ buiten UGent</p>	<p>Erfgoedwaarde Economische waarde Montage Demonteerbaarheid (Online) verkoopplaats Circulaire waarde Staat en Kwaliteit Logistiek</p>	<p>Op het vlak van tegels schonk men aandacht aan de oorspronkelijke kleine cementtegels, de originele arduinen terrastegels en de keldertegels. Er werden heel wat van de cementtegels terug opnieuw geplaatst, omwille van de erfgoedwaarde. Daarnaast werden de oude arduinen terrastegels met zorg ontmanteld en werd een klein aandeel daarvan op dezelfde locatie hergebruikt. De overige werden gestockeerd op campus de Sterre (ca. 200 m<sup>2</sup>) en kunnen daar nog steeds teruggevonden worden. Ook heeft men heel wat oorspronkelijke keldertegels overgedragen aan RotorDC en werden deze via hun (online) verkoopplaats verkocht.</p>

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 9: Hergebruikproject campus Ledeganck (Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving
Ledeganck	2 <sup>de</sup> fase van de renovatie (juni 2015 - april 2017) (Projectleider Els Werbrouck)	Dissectietafels Verlichtingsarmaturen Onderkasten Labomeubilair  Hergebruik ex situ buiten UGent	Economische waarde Online verkoopplaats Logistiek (Opslag) Staat en Kwaliteit Circulaire waarde	Door de aangestelde aannemer werd er een ongekende hoeveelheid herbruikbaar meubilair geconserveerd en op de website van RotorDC te koop gesteld. Het ging om een bepaald aantal dissectietafels, verlichtingsarmaturen, onderkasten en labomeubilair.
	3 <sup>de</sup> fase van de renovatie (september 2019 - februari 2020) (Projectleider Els Werbrouck)	Mozaïektegels  Hergebruik in situ	Erfgoedwaarde Onderhoud (Reiniging) Staat en Kwaliteit (De)montage	De vloer van het peristilium werd met nieuw beton bestort. Hierna werd de vloer heraangelegd met marmeren mozaïektegels. Een deel ervan bestond uit de oorspronkelijke mozaïeken. Het ander deel bestond uit andere mozaïekelementen. Niet alles van de oorspronkelijke vloer kon worden gerecupereerd omdat het soms gesneuveld uit de uitbraak kwam of bij het verwijderen van de mortelresten beschadigd raakte.
	Herinrichting herbarium (november 2019 - november 2020) (Projectleider Els Werbrouck)	Herbariumkasten  Hergebruik in situ	Erfgoedwaarde Toepassingsvereisten Staat en Kwaliteit	Hoewel men voor de herinrichting van het herbarium nieuwe metalen compactrekken aankocht, werden ook alle originele op maat gemaakte herbariumkasten terug op hun oorspronkelijke plaats geïnstalleerd.
	Herinrichting t.b.v. depot GUM (januari 2021 – april 2022) (Projectleider Els Werbrouck)	Vloertegels  Hergebruik ex situ binnen UGent	Materiaalhoeveelheid Algemene materiaalgegevens (dimensionering) Onderhoud (Reiniging) Logistiek Staat en kwaliteit (De)montage Circulaire waarde	De vloertegels 15 x 15 (+/- 1300 m <sup>2</sup> ) van het depot GUM werden in het bestek positief beoordeeld om hergebruikt te worden, weliswaar op een andere campus aan UGent. Toch bleken na uitbraak velen gesneuveld te zijn. Diegene die het hadden overleefd, werden gereinigd. Maar al gauw bleek dit heel arbeidsintensief te zijn en ook hierbij waren er enkele tegels gesneuveld. Uiteindelijk werd er als test 1 pallet van een kleine 9 m <sup>2</sup> aan tegels met hier en daar nog kleine beschadigingen gestockeerd op campus Ledeganck. Maar aangezien er aan UGent geen centrale plaats bestaat om meer van dergelijke paletten te stockeren, ontwikkelde dit zich niet verder.




## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 10: Hergebruikproject Campus De Sterre (Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving
Sterre	Gebouw S8  (Verdieping 1-3: 2016 Gelijkvloers: 2018) (Projectleider: Elisabeth Cnockaert)	Labo: Onderkasten Glazen opbergkasten	Materiaalhoeveelheid Staat en kwaliteit Aanvullende documenten (inventaris) Demonteerbaarheid Circulaire waarde	Voor de nieuwe laboratoria van het gebouw S8 maakte men gebruik van enkele gerecupereerde elementen. Dit resulteerde in een hergebruik van een twintigtal onderkasten uit verlaten practicazalen, een aantal demonteerbare glazen opbergkasten uit Campus Rommelaere en 2 veiligheidskasten uit de inventaris van sectie Sanitair en gassen.
		Hergebruik ex situ binnen UGent		
	Kitchenette	Staat en kwaliteit Materiaalhoeveelheid Circulaire waarde	Naar aanleiding van de reorganisatie van het gebouw S8, kon men een kitchenette positief beoordelen om hergebruikt te worden in een ander lokaal in hetzelfde gebouw.	
Gebouw S22 & S12 (/) (Projectleider: Elisabeth Cnockaert)	Bordenzuil	Hergebruik in situ	Staat en kwaliteit Materiaalhoeveelheid Circulaire waarde	Een bordenzuil uit een leslokaal in gebouw S22 vond een nieuwe bestaansreden in het gebouw S12 ten voordele van de vakgroep Wiskunde.
		Hergebruik ex situ binnen UGent		

Tabel 11: Hergebruikproject Campus UFO (Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving
UFO 	Studentenrestaurant De Brug (maart 2020) (Projectleider Michaela Geenens)	Stoelen  Hergebruik ex situ binnen UGent	Materiaalhoeveelheid Aanpasbaarheid Restauratie Aanvullende documenten (foto) Circulaire waarde Economische waarde Staat en Kwaliteit Demonteerbaar	80 stoelen uit de opslagloodsen van de UGent werden gerestaureerd door vzw Weerwerk. De bekleding van de stoelen werd weggenomen en de houten zitting en leuning werden behandeld. De metalen frame bleef dezelfde. De stoelen worden nu gebruikt in het studentenrestaurant De Brug. Dergelijke aanpassingen gebeurde in het verleden ook al eens, toen werd dit uitgevoerd door schrijnwerkers van UGent.
	SPN 51 (Sint-Pietersnieuwstraat 51) (2020) (Projectleider Arne Standaert)	Meubilair (bv grote lestafels) Oude parketvloer Hergebruik ex situ binnen UGent	Staat en kwaliteit Circulaire waarde Erfgoedwaarde	Hergebruik werd in het bestek van 2 jaar geleden niet opgenomen. Toch heeft de projectleider bij dit project zo veel mogelijk geprobeerd de overgebleven interieurelementen een nieuwe hergebruiksbestemming te geven (bv. grote lestafels die nu in het technicum gebruikt worden). Monumentzorg gaf ook aan dat er nog andere delen gerecupereerd konden worden. Het ging dan over de oude parketvloeren (uitbraak, recuperatie of reproductie). Toch hing de recuperatie af van de beslissing van de aannemer.

Figuur 23: Stoel De Brug  
(Correspondentie DGFB UGent)

## DEEL 2: ONDERZOEK

Het valt op dat er voor deze projecten nog geen hergebruikinventaris werd opgemaakt. Bij deze praktijken werden voornamelijk interieurelementen en afwerkingsmaterialen geconserveerd en onderzoekt men hoe en waar men deze opnieuw kan gaan hergebruiken zonder de materiaalgegevens ervan te bestuderen of bij te houden. Wanneer de universitaire Directie Gebouwen en Facilitair Beheer (DGFB) beroep doet op een tweede partij die meer ervaren is in de hergebruikpraktijk (zoals bijvoorbeeld RotorDC) blijkt het toegankelijker om een meer uitgebreide analyse van de materialen te doen. Hierbij komen meer hergebruikcriteria naar voor. Zo kan men concluderen dat het hergebruikverhaal meer succes heeft en beter gedocumenteerd wordt wanneer externe partijen worden ingeschakeld om de hergebruikpraktijk aan UGent op poten te zetten.

Ook blijken er per campus mogelijke opslagplaatsen voor elementen zoals stoelen, paletten kastonderdelen en tegels te zijn. Deze mogelijke opslagplaatsen bevinden zich dan bijvoorbeeld in de kelder van het gebouw of in een aparte loods. Toch zou DGFB graag voor meer verschillende materiaalcategorieën een uitgebreidere opslagplaats aan de UGent zien ontstaan om een vlottere universitaire hergebruikpraktijk op gang te brengen. Ook is er hier momenteel nog geen sprake van opslagmogelijkheden voor constructiematerialen.

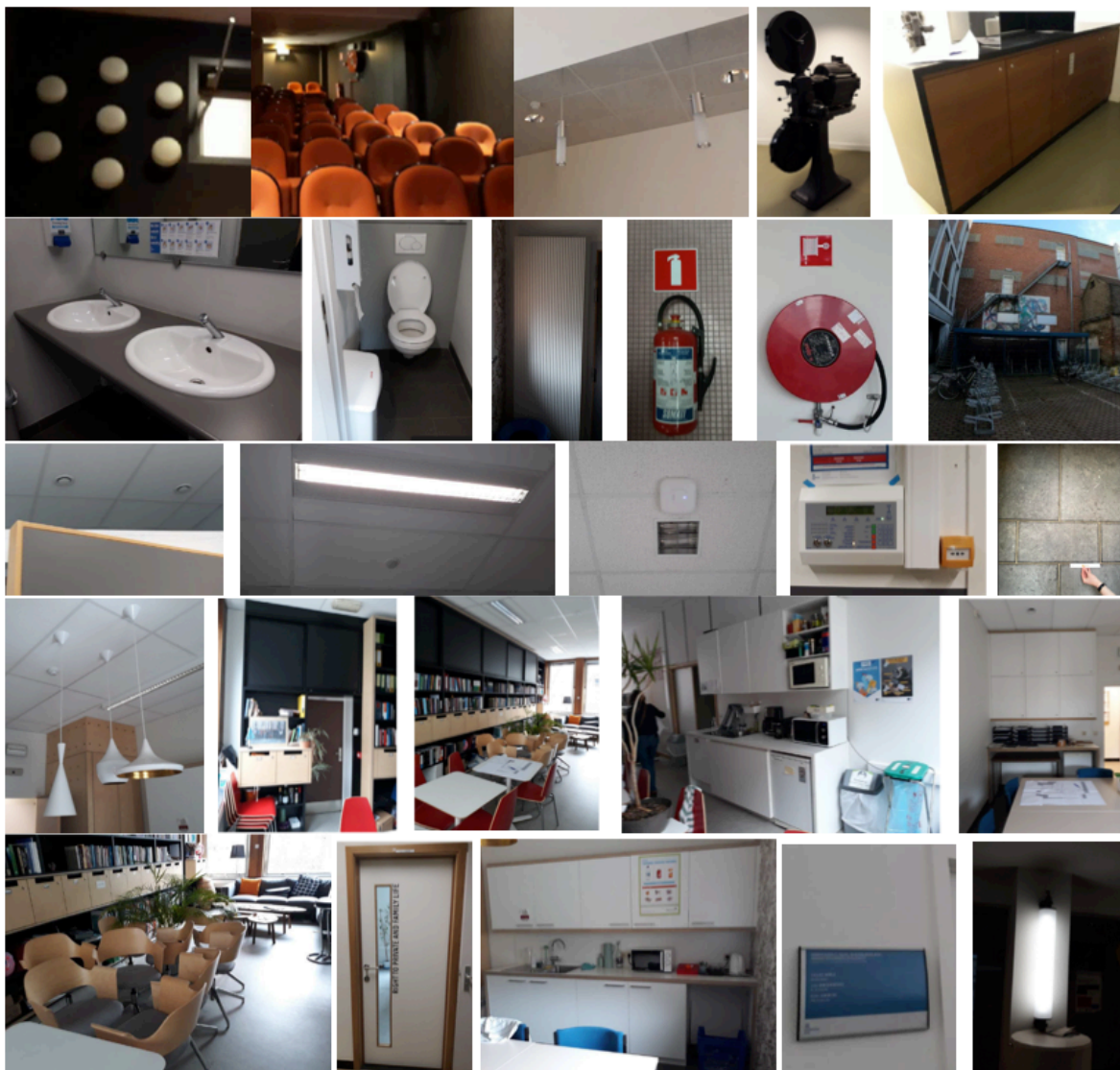
Daarnaast blijkt dat men niet altijd even overtuigd is om voor representatieve ruimten gerecupereerde materialen te gebruiken omdat vaak bij bijvoorbeeld het opvoegen van tegels de kleine gebreken zichtbaar worden. Herkalibratie van de elementen kan hierin een oplossing zijn.

### 2.2.2. Overzicht projecten in studiefase omtrent hergebruik UGent

Doordat UGent recuperatie als circulaire strategie wil nastreven, heeft het ertoe geleid dat bij de nieuwe investeringsprojecten en tevens de casussen voor deze masterscriptie, Paddenhoek en UZ Blok B er reeds een hergebruikaudit van de interieurelementen en afwerkingsmaterialen werd opgemaakt.

#### ➤ Campus Aula

De audit van B2ai-architecten houdt een inventaris in op basis onderstaande foto's uit figuur 24 met onderschrift alsook een uitgebreider neergeschreven document met uitleg over de herbruikbaarheid van de materialen. Dit onderschrift vertelt wat er precies kan worden hergebruikt. Ook wordt de locatie van elk materiaal op plan aangeduid met een cijfer. Echter, er worden geen materiaalgegevens, logistieke systemen of materiaalhoeveelheden opgelijst. Een uitgebreider document over wat er uiteindelijk exact zal worden gerecupereerd, zal opgemaakt worden bij de opmaak van het uitvoeringsdossier in overleg met de diensten van UGent. In tabel 12 analyseren we dit project verder op hergebruikmogelijkheden en criteria.



Figuur 24: Overzicht herbruikbare materialen bestaand gebouw Paddenhoek (Correspondentie DGF B UGent)

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 12: Hergebruikproject in studiefase Campus AULA Paddenhoek (Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving
Aula	<p>Paddenhoek 1, 3 &amp; 5</p> <p>(juni 2021) (Projectleider Benedikte De Baets)</p>	<p><u>Binnen eigen project:</u> De bestaande natuursteengevelpanelen Stalen fietsenrekken Binnendeuren Sanitaire toestellen Vast en los meubilair Vloer- en wandafwerking Technische installaties (blustoestellen, brandhaspels, wifi-versterkers, brand-detectiemateriaal, designradiator, accent-verlichting, wandgoten, bewegingsdetectoren, ventilatieventielen, elektrische borden) Verlichtingsarmaturen (pendel-/ design-/ wandarmaturen) De meest recente signalisatie</p> <p><u>Buiten het project:</u> De rode betonklinkers De gegalvaniseerd stalen buitentrap De blauwe stalen overdekte fietsenstalling Systeemplafonds De zetels en projectie-apparatuur van de filmzaal</p>	<p>Erfgoedwaarde Staat en Kwaliteit Circulaire waarde Veiligheid en gezondheid (asbest) Economische waarde Hergebruikinventaris Algemene materiaalgegevens (recentheid, merk, locatie, dimensionering) Logistiek (opslag) Contractuele overeenkomst Onderhoud Testprocedure</p>	<p>Het hele gebouw bevat volgens nauw overleg met Monumentenzorg geen erfgoedwaarde. Toch werden er materialen als herbruikbaar beoordeeld omwille van hun goede staat en mogelijkheden om hergebruikt te worden. Hiervan werd er een hergebruikinventaris door B2ai opgemaakt. De locatie van de elementen werden op plan aangeduid. Ook werd er een sloopopvolgingsplan met asbestonderzoek van het gehele gebouw opgemaakt. Deze stof vond men voornamelijk terug in de pleisterlagen van het interieur, de dichtingsvoegen van de aluminium ramen, buisisolatie, verf, gipsisolatie, kabelgoten en mastieken van de ramen.</p> <p>De deurbladen zijn 201,5 cm hoog, 10 cm lager dan de norm. Deze norm geldt niet voor personeelslokalen of kantoren. Hierbij bekijkt men wat de prijs is voor overname van de deuren die overbodig zullen blijken. Voor de sanitaire accessoires bleek er een onderhoudscontract te zijn. Dat zorgt ervoor dat de bijhorende firma deze elementen wil recupereren. Ook blijken de sanitaire toestellen nog vrij recent te zijn. Een wandarmatuur van Modular blijkt ook herbruikbaar te zijn. Recuperatie van de overige radiatoren op een andere locatie is niet evident omdat verwarmingselementen die droog bewaard worden, vrij snel gaan corroderen en lekken.</p> <p>Verder blijken er ook nog vrij recente systeemplafonds aanwezig te zijn. Deze kunnen gebruikt worden om herstellingen in andere gebouwen mee uit te voeren. Helaas blijkt UGent hier momenteel nog geen opslagplaats voor te hebben. Mits voorzichtige uitbraak, zullen er nog vloer- en wandtegels gerecupereerd kunnen worden. Na keuring kunnen ook de poedersnelblussers en brandhaspels hergebruikt worden. De natuurstenen gevelpanelen kunnen omgezet worden tot granulaten om in het nieuwe beton gerecupereerd te worden. Ook materialen van de buitenaanleg (rode betonklinkers, stalen buitentrap en de blauwe fietsenstalling) kunnen elders aan UGent een nieuwe toekomst krijgen.</p> <p>Op die manier kunnen er enkele elementen op de site zelf hergebruikt worden of op andere campussen van de UGent. Ook geeft men het advies om voor de ontmanteling van de elementen geïnteresseerden te laten langskomen en bepaalde materialen die anders zouden afgevoerd worden, te laten meenemen voor hun eigen gebruik. Het hergebruikproces wordt duidelijker van zodra men een uitvoeringsdossier heeft weten op te stellen in overleg met de daartoe behorende dienst aan UGent.</p>

➤ Campus UZ Gent

Voor UZ Blok B maakte Rotor DC een audit op. Hierin werd er een inventaris over het hergebruikpotentieel van de aanwezige bouwelementen neergeschreven. Er werd niet gekeken naar een behoud van bestaande structuren. Deze audit gebeurde via een visuele beoordeling doorheen het gebouw, de “Quick-Audit” genoemd. Het document bestaat uit onderstaande foto’s (figuur 25) van de verschillende elementen en materialen. Daarbij werden ze vergeleken met referenties die het bedrijf reeds hergebruikt had. Het doel hiervan was om de potentiële materialen te kunnen identificeren. Er werden geen metingen noch kwantificeringen uitgevoerd. Enkel een oordeel werd er geveld in een document om het projectteam van UZ Blok B voor bepaalde keuzes te stellen. Op die manier vormt de audit geen definitieve beoordeling en wordt een bijkomende, nog op te stellen gedetailleerde inventaris van de herbruikbare materialen nodig geacht. Ook moeten de vermelde mogelijkheden nog verder onderzocht en aangevuld worden met studies (gedetailleerde hergebruikinventarisatie, ontmantelingsproeven, analyse van de materialen, logistiek, opslagmogelijkheden...). Deze zullen ervoor zorgen dat er een preciezer schets van de hergebruikmogelijkheden kan worden gemaakt en hoe het praktisch te organiseren valt. Zo zal het nieuwe gebouw eerst volledig worden geconstrueerd om daarna pas te gaan kijken wat men precies met het oude gebouw zal kunnen aanvangen. Het hergebruik wordt hiermee uitgesteld naar een geschikter moment. (ROTOR DC, 2021) In tabel 13 analyseren we dit project verder op hergebruikmogelijkheden en criteria.



Figuur 25: Overzicht herbruikbare materialen bestaand gebouw UZ Blok B (ROTORDC, 2021; Correspondentie DGFB UGent)

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 13: Hergebruikproject in studiefase Campus UZ Blok B (ROTORDC, 2021; Correspondentie DGFB UGent)

Campus	Project	Hergebruik	Criteria	Beschrijving
Campus UZ Gent	Campus UZ Gent (project-leider Christophe Tuypens)	<p><u>Materialen met een hoog hergebruikpotentieel:</u> Keramische vloertegels Marmeren venstertabletten Sanitaire toestellen jaren '70</p> <p><u>Materialen met een matig hergebruikpotentieel:</u> Cementtegel met terrazzolaag Keramische wandtegel Labomeubilair en trapleuningen.</p> <p><u>Materialen met een uitdaging omtrent hergebruik:</u> Deuren Gevelementen Technische installaties</p>	<p>Staat Kwaliteitsvol Veiligheid en gezondheid Demonteerbaar Montage Verkoopplaats Hergebruikinventaris Aanvullende documenten met links Economische waarde Kosten Circulaire waarde Erfgoedwaarde Algemene materiaalgegevens (tijdsperiode) Materiaalhoeveelheid</p>	<p>Doordat het gebouw van de vroege jaren '70 dateert, maakt dit dat de gebruikte bouwtechnieken zeer lage hergebruikmogelijkheden bezitten. Zo botst men op onder andere de aanwezigheid van een te harde cementmortel tussen de stenen en asbest boven de systeemplafonds, in de dichtingsvoegen van de gevelementen, lijm van de blauwe branddeuren, gipsisolatie... Dit heeft als gevolg dat de ontmantelingskost van de stenen binnengevels te hoog zal zijn tegenover de economische waarde die het materiaal bezit. Vaak blijken deze producten in nieuwprijs lager te zijn dan hun nodige ontmantelingsoperatie.</p> <p>Toch zullen er een reeks interieurelementen hergebruikt en geïntegreerd kunnen worden hetzij in het nieuwbouwproject hetzij in een ander project vanwege een voldoende grote hoeveelheid. Om financiële verliezen te vermijden is het belangrijk dat bij de keuze van een ontmantelingsoperatie er voldoende materiaal aanwezig is. In de quick audit van RotorDC die als een korte hergebruikinventaris kan worden gezien, worden enkel die materialen die een bepaald potentieel hebben, opgesomd. Dit resulteerde in een onderscheid tussen 3 categorieën.</p> <p>Daarnaast bestudeerde men de aanwezige hergebruikmarkten. Zo worden er handelaars in de audit aangehaald die de opgesomde materialen kunnen overkopen. Ze geven voorbeelden van de hergebruikmarkt en de mogelijke opkopers en gebruikers.</p> <p>De keramische vloertegels zullen hergebruikt en opnieuw gemonteerd kunnen worden, omwille van een goede demonteerbaarheid en hardheid van het materiaal. Er is een hergebruikmarkt voor deze elementen aanwezig.</p> <p>Verder hebben de marmeren venstertabletten een hoog hergebruikpotentieel en zijn deze makkelijk te demonteren. Ook zijn er voor deze elementen verschillende afnemers beschikbaar of kunnen ze hergebruikt worden in het nieuwbouwproject.</p> <p>De sanitaire toestellen van de jaren '70 kunnen ook gerecupereerd worden, vanwege hun erfgoedwaarde. Er zijn verschillende potentiële handelaars en hergebruikmogelijkheden in nieuwe bouwprojecten ervoor aanwezig. Ook de bijkomende accessoires zoals een keramische rolhouder kunnen gerecupereerd worden.</p>

Voor de overige materialen, zal er waarschijnlijk voorrang verleend moeten worden aan andere recyclingkanalen. Het glas kan gescheiden worden van de raamkaders en apart worden gerecycled. Ook zijn er nog andere materialen die goed in aanmerking komen voor hergebruik, maar door de geringe hoeveelheid of hun beschadigde staat werd hier niet verder op ingegaan.

### 2.3. Overzicht gebruik van hergebruikcriteria aan UGent

Door de onderzochte actuele hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 toe te passen op de aangehaalde UGent-projecten, merkten we op dat de universiteit onbewust al heel wat hergebruikcriteria naar boven haalde om de recuperatieprojecten mee in goede banen te leiden. In onderstaande tabel 14 geven we hiervan een samenvattend overzicht.

Tabel 14: Hergebruikpotentieel reeds uitgevoerde projecten bestaande uit interieur- en afwerkingselementen. In dit vergelijkingskader past men de hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 toe op de hergebruikpraktijken van UGent uit hoofdstuk 2. Ook hier wordt er een kleurencode gebruikt. 6/6 actoren = *fel groen*. 5/6 actoren = *oranje*. 4/6 actoren = *blauw*. 3/6 actoren = *paars*. 2/6 actoren = *zwart*. 1/6 actoren = *rood*. 0/6 actoren is grijs gearceerd.

Hergebruikpotentieel reeds uitgevoerde projecten bestaande uit interieur- en afwerkingselementen	Campus Boekentoren	Campus Ledeganck	Campus Sterre	Campus UFO	Campus Aula	Campus UZ
<b>1. Materiaalgegevens:</b> (15/54) = 27,78%	(4/9)	(2/9)	(2/9)	(2/9)	(2/9)	(3/9)
1. Materiaalhoeveelheid	X	X	X	X		X
2. Algemene materiaalgegevens (Dimensionering, merk, samenstelling, locatie, bouwjaar, gebruik...)	X	X			X	X
3. Aanvullende (historische) documenten, technische fiches	X		X	X		X
4. Contractuele overeenkomst					X	
5. Label/QR-code, ID	X					
6. Digitale databank/ kadaster						
7. Toekomstige technische levensduur						
8. Energetische eigenschappen						
9. GIS-instrumenten						
<b>2. Materiaalwaarde:</b> (16/18) = 88,89%	(3/3)	(3/3)	(1/3)	(3/3)	(3/3)	(3/3)
1. Circulaire waarde	X	X	X	X	X	X
2. Economische waarde	X	X		X	X	X
3. Erfgoedwaarde	X	X		X	X	X
<b>3. Kwaliteit materiaal:</b> (14/18) = 77,78%	(2/3)	(2/3)	(2/3)	(2/3)	(3/3)	(3/3)
1. Staat	X	X	X	X	X	X
2. Kwaliteitsvol (bewezen)	X	X	X	X	X	X
3. Veiligheid en gezondheid					X	X
<b>4. Praktische regeling:</b> (28/108) = 25,93%	(9/18)	(6/18)	(1/18)	(3/18)	(4/18)	(5/18)
1. Demonteerbaar (advies)	X	X	X	X		X
2. Logistiek (transport en opslag)	X	X			X	
3. (Online) verkoopplaats	X	X				X
4. Montage	X	X				X
5. Onderhoud (reiniging, voorschriften, geschiedenis)		X			X	
6. Toepassingsvereisten	X	X				
7. Testprocedures	X				X	
8. Hergebruikinventaris					X	X
9. Reparatie-/ restauratiemogelijkheden	X			X		
10. Kosten	X					X
11. Aanpasbaarheid				X		
12. Standaardisatie (afmetingen)	X					
13. Lange termijnvisie						
14. BIM						
15. Bereikbaarheid lagen en verbindingen						
16. Tijdsduur hergebruikproces						
17. Materiaalpaspoort						
18. Controle/ beheer hergebruikketen (procedures, competenties, niveau)						
<b>TOTAAL aantal criteria</b>	18/33 = 54,55%	13/33 = 39,39%	6/33 = 18,18%	10/33 = 30,30%	12/33 = 36,36%	14/33 = 42,42%

Het valt het op dat er een andere rangschikking aan criteria is ontstaan in vergelijking met die van hoofdstuk 1. Ook werden er in deze UGent-hergebruikpraktijken van interieurelementen enkele parameters niet opgenomen.

De 3 meest afgevinkte hergebruikcriteria onder de materiaalgegevens blijken dezelfde te zijn zoals in hoofdstuk 1. Deze zijn materiaalhoeveelheid, algemene materiaalgegevens en de aanvullende documenten. De hiernavolgende digitale databank en de toekomstige technische levensduur uit hoofdstuk 1 worden niet aangekruist. Wel houdt UGent een enkele keer rekening met labels en een contractuele overeenkomst. Energetische eigenschappen en GIS-instrumenten komen hier niet aan bod.

Onder materiaalwaarde blijft de circulaire waarde zoals in hoofdstuk 1 de bovenhand nemen. Toch wordt deze samen met erfgoedwaarde en economische waarde vaak als belangrijk geacht en onderzocht. Dat bewijzen 5 van de 6 actoren. In alle gevallen houdt men rekening met de staat en de kwaliteit van het materiaal. De veiligheid en de gezondheid komen pas in de meest recente projecten (Paddenhoek en UZ Blok B) aan bod. Het gaat hierbij ook over een uitgebreidere hergebruikpraktijk.

De demonteerbaarheid werd in hoofdstuk 1 als belangrijk geacht en wordt ook hier bevestigd als topprioriteit. Dit gaat hier bijgevolg vaak hand in hand met een beheersbare logistiek, (online) verkoopplaats en montage. Ook dit verschilt met de eerdere rangschikking uit het 1<sup>ste</sup> hoofdstuk. De logistiek en verkoopplaats werden er als minder belangrijk geacht. Hierna volgen met slechts 2 van de 6 campussen de volgende criteria: onderhoud, toepassingsvereisten, testprocedures, hergebruikinventaris, reparatie- en restauratiemogelijkheden en kosten. Het onderhoud en de reparaties en restauraties verschillen hiermee enorm met hun groene kleur in hoofdstuk 1. De aanpasbaarheid en standaardisering worden hier als 1 van de minste criteria aangehaald. Deze was normaal gezien ook een topprioriteit in hoofdstuk 1. De langetermijnvisie, BIM, bereikbaarheid van de lagen en verbindingen, tijdsduur hergebruikproces en materiaalpaspoort bleken aan UGent nog niet van toepassing geweest te zijn.

De meest geslaagde UGent-hergebruikpraktijk van niet-constructieve elementen vond plaats bij de Boekentoren met 54,55% aan afgevinkte hergebruikcriteria. Net zoals in hoofdstuk 1 wordt er hier onder de campussen het meeste rekening gehouden met de materiaalwaarde en de kwaliteit van het materiaal. (89% en 78%) Per campus haalt men voornamelijk de meeste criteria uit het uitgebreide aanbod aan criteria van de praktische regeling. (18 criteria)

UGent heeft in de projecten tot en met 2021 voornamelijk een hergebruikpraktijk uitgeoefend die gericht was op interieurelementen en afwerkingsmaterialen gaande van kasten tot tegels en stoelen. Hiermee koos UGent voor een veilige optie. Hierbij moet er namelijk geen technische structurele kwaliteit gegarandeerd worden, hoeft men normaal gezien geen complexe demontage op poten te zetten en zijn deze elementen mobieler dan de constructieve elementen. (Hindernis onzekere en onvoldoende kwaliteit)

Een ontmanteling zou men eigenlijk pas mogen opstarten van zodra men een overeenkomst heeft om de te ontmantelen elementen ergens anders te gaan hergebruiken. Op die manier zou er een directere goedkopere heen- en weerstroom zonder huur van opslagfaciliteiten of de kost van overbodig transport op gang gebracht kunnen worden. Ook moet men er zeker van zijn dat er voor elk hergebruikproject de juiste man- of vrouwkrachten tewerk gesteld kunnen worden om het recuperatieproces in goede banen te leiden. (Hindernis logistiek en plaatsgebrek, laagste prijs, personeelstekort) (Correspondentie Lionel Devlieger)

Vraag en aanbod speelt hierbij ook een belangrijke rol. Kleinere elementen die maar in een beperkte hoeveelheid aanwezig zijn, hebben vaak een lagere economische waarde. Indien men bijvoorbeeld slechts 20 tegels kan ontmantelen, kan men hier geen nieuwe grote vloer mee opbouwen. Voorafgaand aan het project is het dus aangeraden om potentiële kopers of UGent-gebruikers te informeren en bij het proces te betrekken om zeker te zijn van de verkoop en hergebruik. (Hindernis onbestaande recuperatiemarkt)



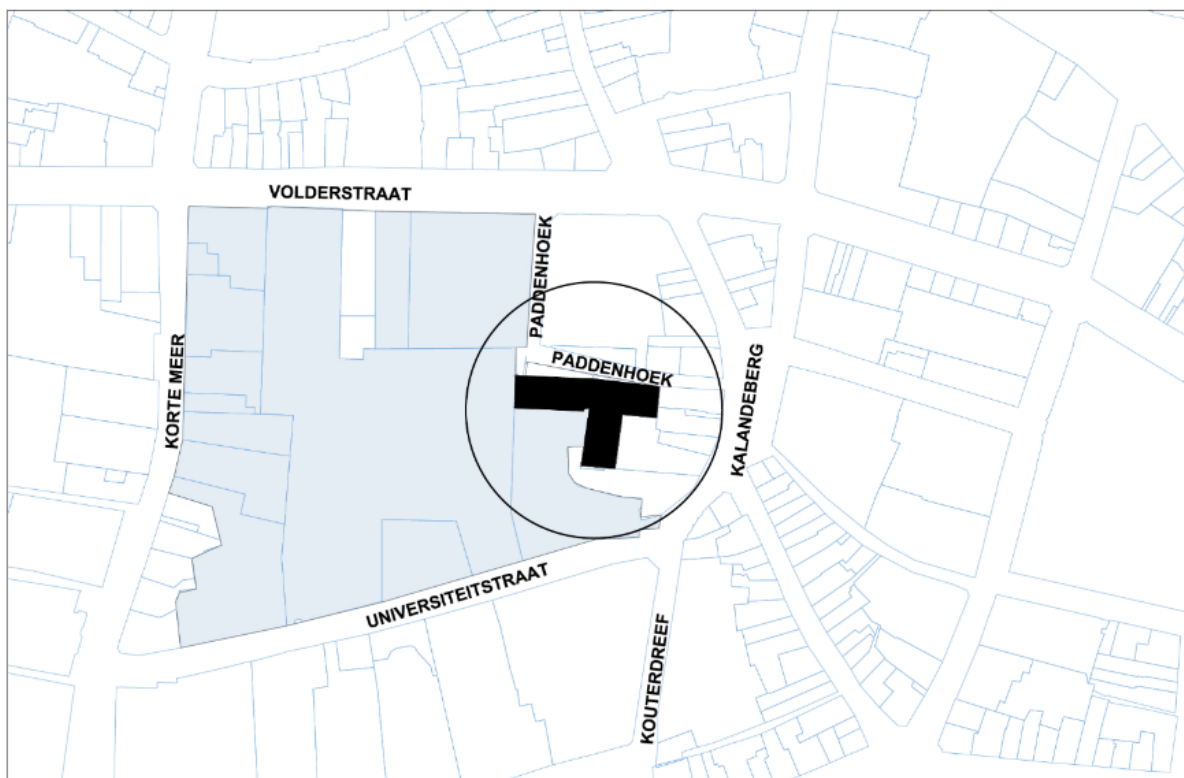
### 3. UGENT-CASESTUDIES

*Onderzoeksvraag 3: Hoe zien de constructieopbouw en dragende elementen eruit die in UGent-gebouwen van de jaren '60, '70 werden gebruikt? Zijn de hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 van toepassing op de casestudies? Welke constructiematerialen blijken het grootste hergebruikpotentieel te bezitten?*

In de reeds uitgevoerde universitaire hergebruikpraktijken uit hoofdstuk 2 bleek de focus voornamelijk op interieurelementen en afwerkingsmaterialen te liggen. Toch blijkt er in de projecten in studiefase dat UGent naar de toekomst toe ook meer wil inzetten op een hoogwaardige recuperatie van constructieve materialen. Hiervoor analyseren we 2 kenmerkende gebouwen uit de jaren '60, '70 waarrond er momenteel hergebruikstudies over afgerond zijn. Deze zijn Paddenhoek en UZ Blok B. We brengen hun constructieve aspecten aan het licht in grafische documenten. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen structureel staal en hout, baksteen en gewapend beton. Van deze onderzochte materialen maken we in beide gevallen met behulp van de templates van FCRBE een hergebruikinventaris over op. Tegelijkertijd passen we er de gevonden hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 op toe. Tot slot vragen we ons af of er onderlinge typerende verschillen zijn.

#### 3.1. CASUS Paddenhoek

##### 3.1.1. Algemene achtergrond



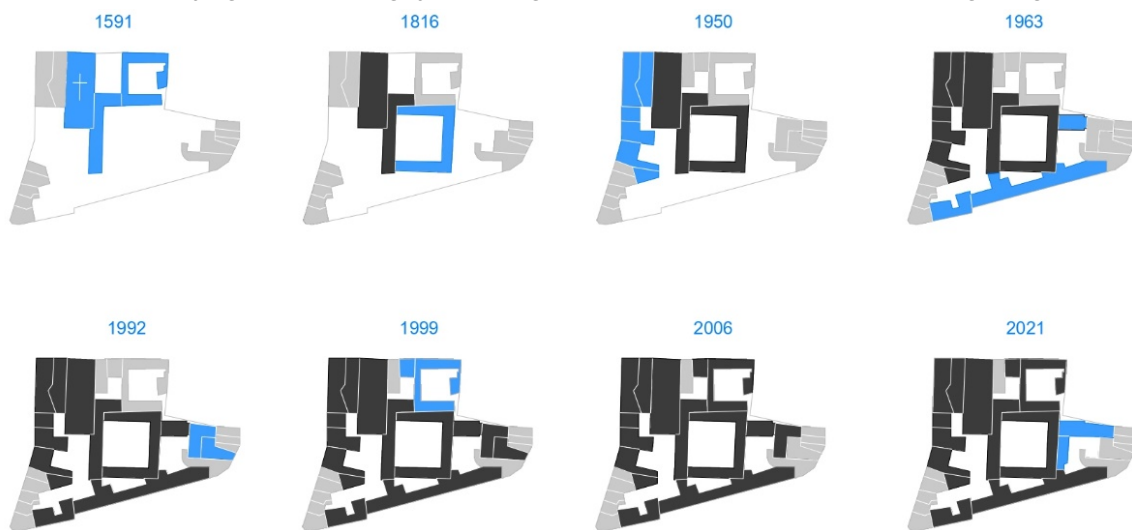
Figuur 26: Inplanting Paddenhoek

##### ➤ Inplanting

De gebouwen Paddenhoek 1, 3 en 5 zijn gelegen op de universitaire campus van de faculteit rechten en criminologie in het centrum van de stad Gent, ook wel campus Aula genoemd. Via de Volderstraat, Kalandeberg en de doorgang ter hoogte van de Universiteitstraat heeft men toegang tot deze gebouwen. Samen hebben ze weinig historische erfgoedwaarde. Ze werden met andere naoorlogse universitaire gebouwen opgebouwd om op deze stadscampus ruimte te creëren voor de universitaire naoorlogse groei. Toch schuilt er een hele geschiedenis achter deze plek. Door de eeuwen heen heeft deze site namelijk vele veranderingen gekend op het vlak van ruimtegebruik, functiewijzigingen en bouwprojecten.

➤ Historische bouwevolutie:

In onderstaande figuur 27 over de historische bouwevolutie wijst de blauwe kleur op nieuwe gebouwen die er in de besproken periode bijkomen. De zwarte kleur duidt op die gebouwen die reeds uit de vorige periode bewaard zijn gebleven. De grijze kleur geeft vorm aan de ontwikkelende omgeving.



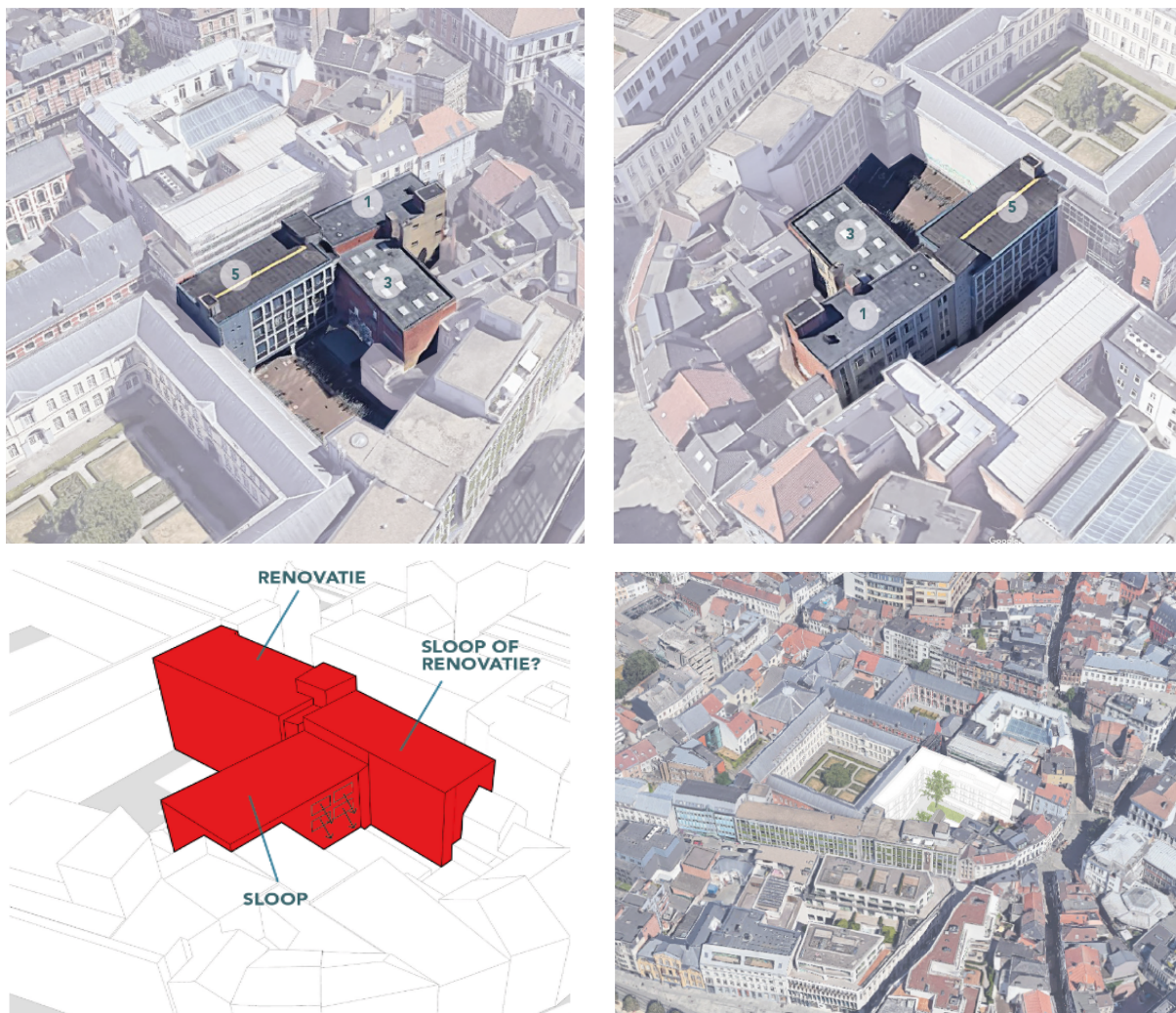
Figuur 27: Historische bouwevolutie campus aula (B2Ai & UGent, 2021)

De benoeming van deze plek tot Paddenhoek kent zijn wortels in het jaar 1281. Het duidt op een moerassige en landelijke plek in de stad. In de periode van 1591 tot 1619 worden er 3 bouwwerken voltooid. Eerst kwam er het Hof te Veere op de hoek van de Volderstraat en de Korte Meer in 1591. Dit diende als eerste Jezuïeten residentie. Vervolgens kocht men in 1592 het Sersandershof op om er een college (de latere Emile Braunschool) in op te richten. Daarna bouwde men er in 1606 nog een gotische Sint-Lievenskerk bij. In 1816 construeert men er het prestigieus 'Paleis van de universiteit'. Gent wordt 1 van de 3 steden met een rijksuniversiteit in de Zuidelijke Nederlanden. Op een bestaande kloostervleugel bouwt men hiervoor een nieuw bouwblok aan. Deze sluit een binnenkoer af. Hierin worden de leslokalen van 4 faculteiten in ondergebracht. Daarna voltooit men er in 1826 de Aula. Het Sersandershof behoort niet meer tot het paleis. In 1950 behoort het merendeel van het binnengebied aan de Universiteit toe. Zo werden er nieuwe gebouwen ter hoogte van de huidige Korte Meer opgenomen in het patrimonium. Verder richtte men een masterplan op om de campus ter hoogte van Korte Meer, Universiteitstraat, Volderstraat en Paddenhoek verder uit te breiden. Enkel het deel dat ter hoogte van de Paddenhoek en de Universiteitstraat in het masterplan werd uitgewerkt, werd in de periode 1963-1968 gebouwd. In 1992 koopt men Paddenhoek 1-3 op en wordt het mee onderdeel van de campus. Verder wordt er een cinemazaal ontworpen die door de universitaire filmclub Film-Plateau zal worden gebruikt. Vanaf 1999 wordt het gebouw van de Braunschool terug mee onderdeel van het Universitair patrimonium. In de periode 2001-2009 restaureren Architectenbureau Van Acker & Partners de volledige campus. Deze streven ernaar zo getrouw mogelijk te blijven aan de oorspronkelijke ontwerpen. Het pand op adres Kalandeborg 7 behoort vanaf 24 augustus 2006 niet meer toe aan de universitaire campus. Aangezien het gebouw in connectie stond met de universitaire campus, werden er verschillende deuropeningen en een kokerluik dicht gemaakt op kosten van de UGent. Verder werden er enkele afspraken en erfdiensbaarheden in de overeenkomstakte opgenomen. (B2Ai & UGent, 2021) In 2021 werden er nieuwe plannen opgemaakt om de gebouwen Paddenhoek 1-5 voor een deel te renoveren, Paddenhoek 3 te slopen en er ook een nieuwbouw aan toe te voegen. De universiteit van Gent doet hiervoor beroep op het architecten- en studie bureau B2ai en de eigen Directie Gebouwen en Facilitair Beheer. Doorheen de tijd heeft de campus zich voortdurend weten aan te passen aan de noden van de tijd en ruimtegebruik. Hiervoor kocht of verkocht men telkens gebouwen of bouwde men een nieuw onderdeel aan het bestaande complex. Dat heeft ervoor gezorgd dat het complex een rijke geschiedenis heeft met een grote historische waarde voor de universiteit en de stad Gent. De Paddenhoek vormt een onderdeel van dit stedelijk bouwblok. Daarom kan het niet als een los gedeelte gezien worden. Het is een onderdeel van de verschillende buiten- en binnenkamers die doorheen de tijd met elkaar verbonden zijn geraakt.

➤ Nieuw project:

Op de site Paddenhoek zal onder leiding van architecten- en studiebureau B2ai (architectuur, stabiliteit, technieken en duurzaamheid) en de Directie Gebouwen en Facilitair Beheer van de Universiteit Gent als projectleider een nieuw complex worden opgebouwd. Er zal nieuw onderdak worden geboden aan leslokalen, personeelsruimten en kantoren voor UCT (Universitair Centrum voor Talenonderwijs) en de Faculteit Recht en Criminologie.

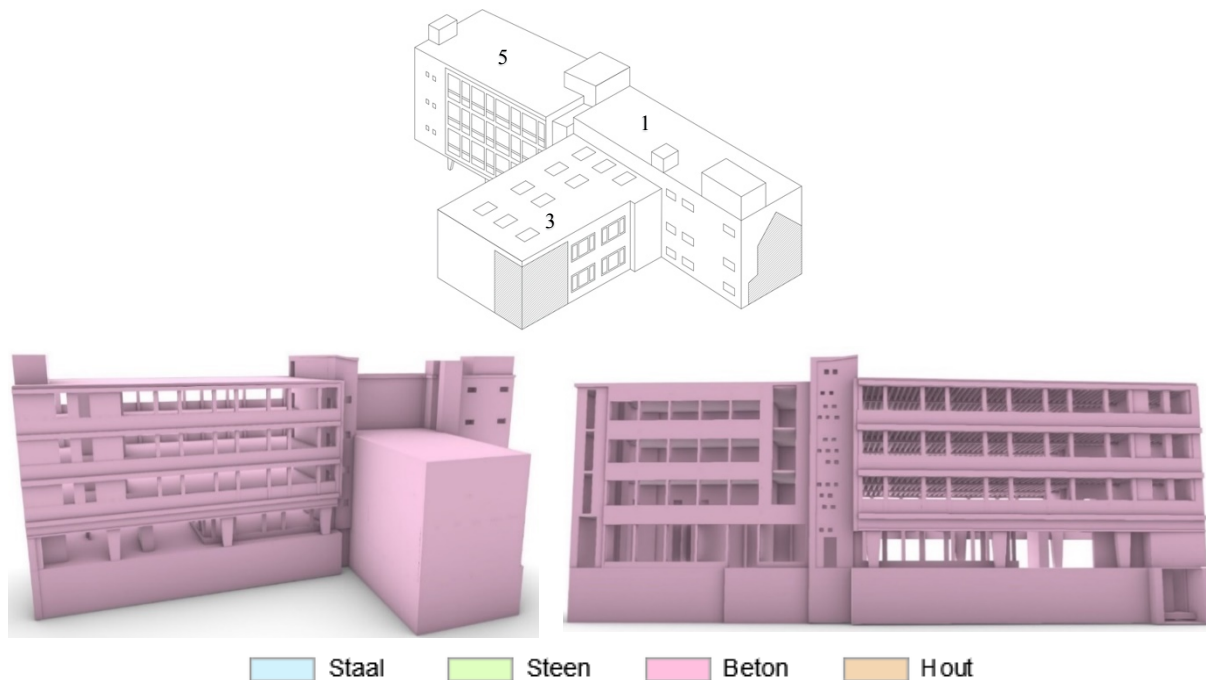
In figuur 28 wordt de verschillende omgang met de 3 bestaande blokken verduidelijkt. Blok 3 zal volledig worden gesloopt. Vanwege het hoogteverschil, de slechte structuur en positionering op de site zullen de vloeren, dakplaat en de wanden ter hoogte van het binnenplein allemaal worden weggehaald. Hierdoor creëert men meer ruimte op de binnenkoer en meer ademruimte voor de omliggende woningen. Blok 1 en 5 zullen tot op hun structuur worden gestript om hierrond een nieuwe mantel te kunnen opbouwen. Het gaat hier over een hergebruik in situ waarbij er geen structurele betonelementen ontmanteld worden om opgeschoond en terug geplaatst te worden. Dit houdt het hergebruikproces vrij eenvoudig. Doordat de oude betonnen structuur van deel 1 en 5 behouden blijft, worden er geen beperkingen geëist door Stedenbouw op het vlak van bouwhoogte of -diepte. Ook optoppingen zijn toegelaten zolang ze beperkt blijven in oppervlakte en zich op een bepaalde afstand van de gevellijn bevinden. Verder zal er aan blok 5 een nieuwbouw grotendeels uit CLT-hout worden geconstrueerd. Het hele complex wordt een BEN-gebouw en is een voorbeeld voor reconversie en hergebruik van materialen in situ. Deze kenmerken volgen hiermee de UGent-ontwerprichtlijnen. Zo zal er op een snellere milieuvriendelijke wijze minder werfhinder worden veroorzaakt en minder CO2 worden uitgestoten.



Figuur 28: Implanting Paddenhoek oud en nieuw project (B2Ai & UGent, 2021)

### 3.1.2. Overzicht constructief materiaalgebruik

➤ Oude Paddenhoek:



Figuur 29: Opbouw constructie oud gebouw Paddenhoek

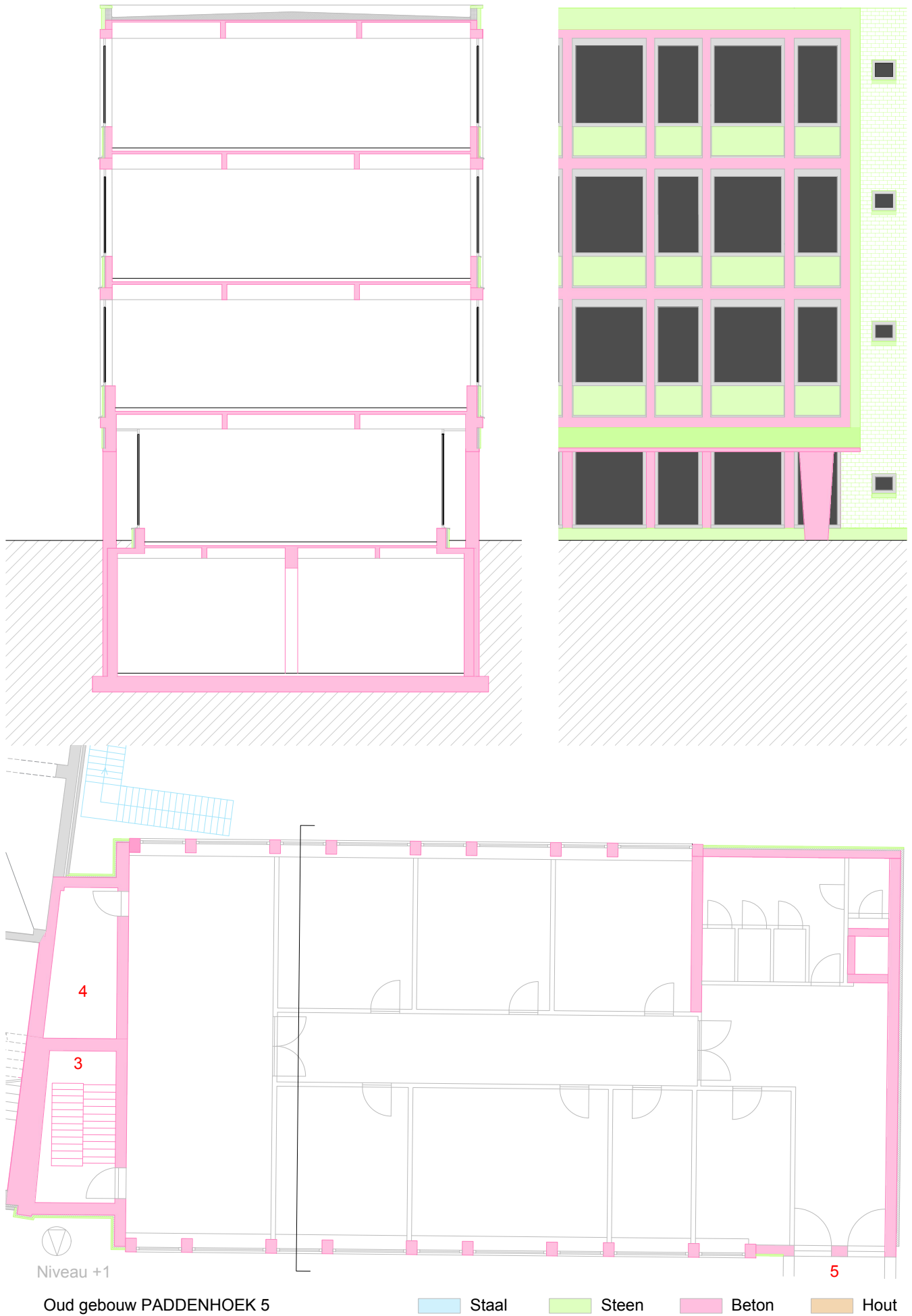
Het volledige complex Paddenhoek bestaat uit 3 aan elkaar geschakelde deelgebouwen. In figuur 29 kan men opmerken dat de basisstructuur van elk onderdeel een betonnen skeletstructuur met betonnen ribbenvloer is die van gevel tot gevel draagt. Elk deel rust op zijn eigen betonnen onderkeldering.

De verticale en horizontale lijnen van de betonnen skeletstructuur van zowel Paddenhoek 5 als Paddenhoek 1 worden geaccentueerd in de gevel door hen hierin zichtbaar te laten. Ze zorgen voor een strakke zichtbare ritmering van de gevel. Hierin valt het op dat in Paddenhoek 5 een smallere raamopening van 1m40 wordt afgewisseld met een bredere raamopening van 2m25. Dit gebeurt zowel in de voorgevel als in de achtergevel. In Paddenhoek 1 gebruikt men hoofdzakelijk een constante raamopening van 2m50. Deze is enkel in de voorgevel aanwezig. Enkel Paddenhoek 5 heeft 6 kenmerkende structurele tapsvormige kolommen op het gelijkvloers

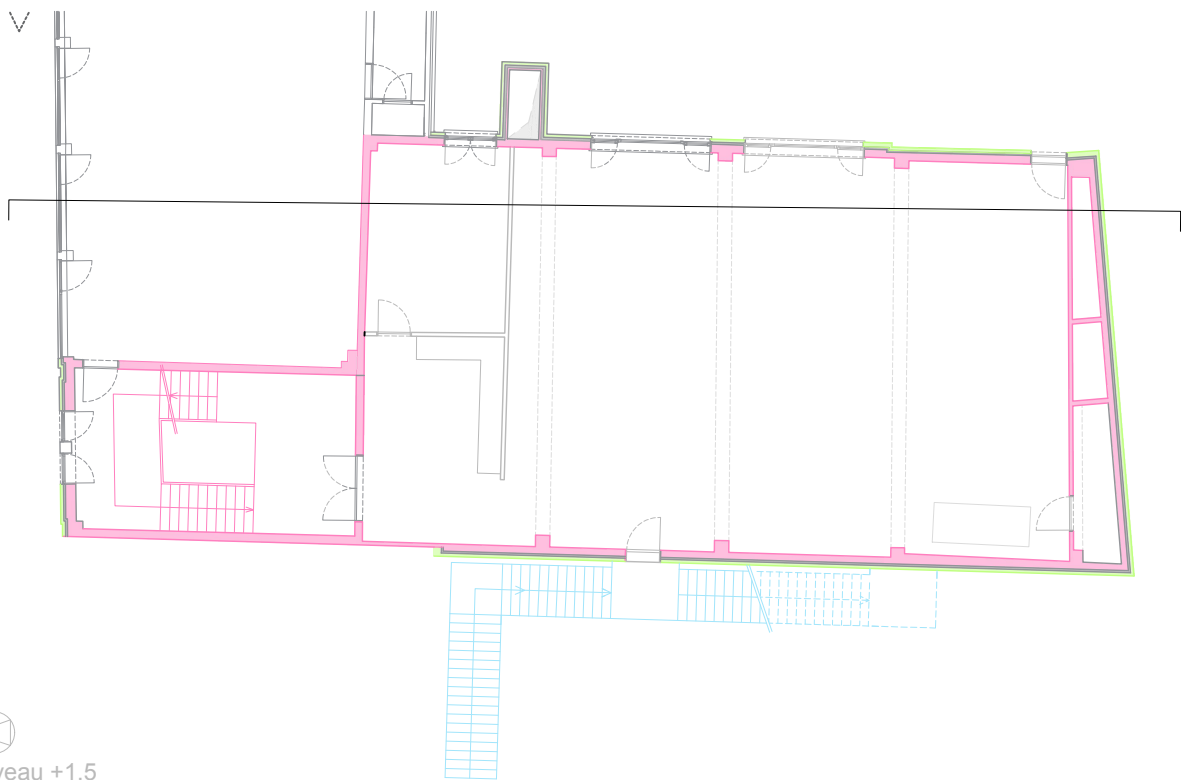
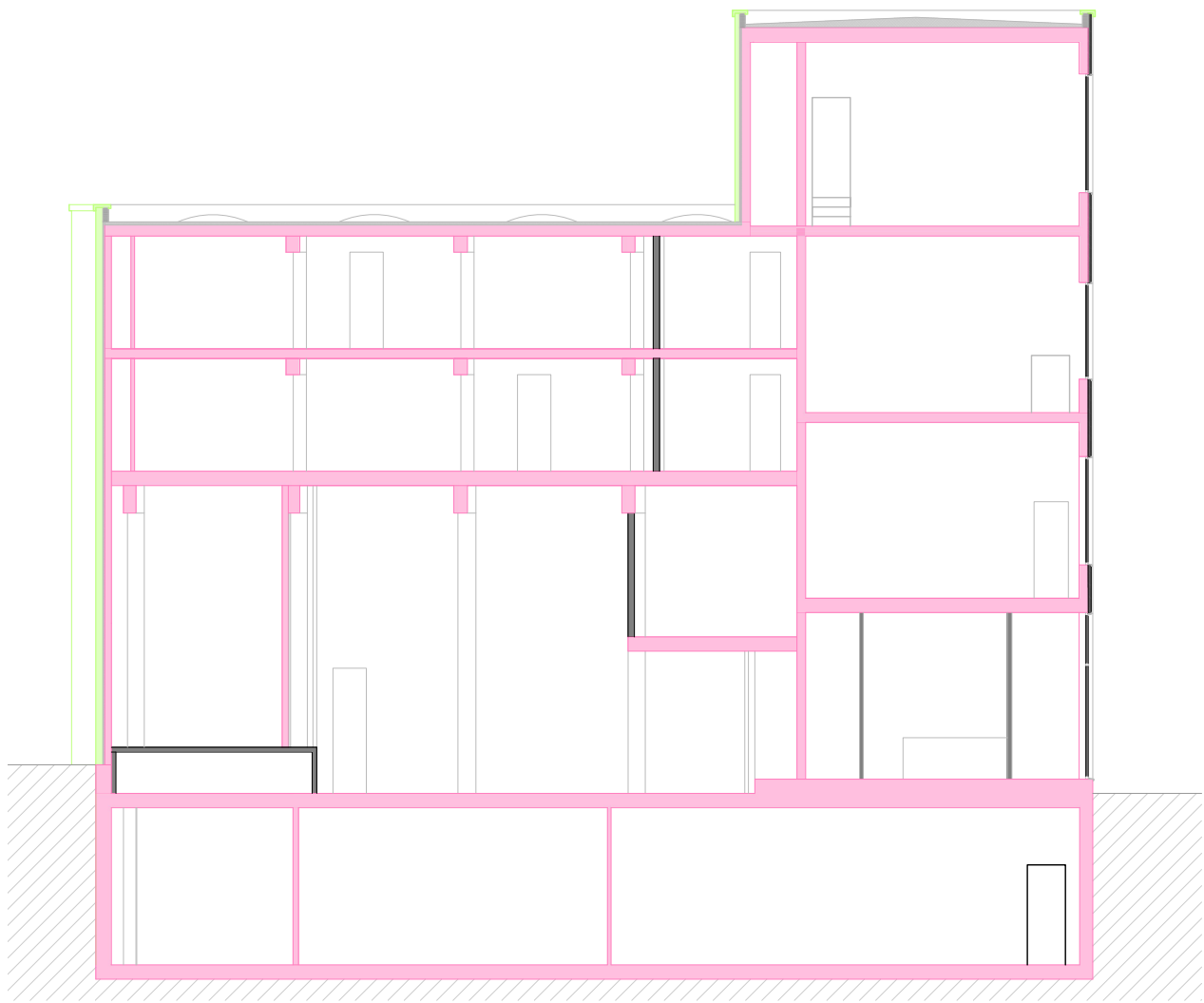
De volgende plannen en sneden werden opgemaakt op basis van ontvangen informatieve documentatieplannen van DGFB van UGent. Enkel van Paddenhoek 5 waren er bekistingsplannen en informatie over de betonnen structuur beschikbaar. De plannen en sneden van Paddenhoek 1 en 3 waren louter schetsmatig en bevatten vrij weinig informatie over de (constructie)materialen. Toch kan men stellen dat de structuur van Paddenhoek 1 en 3 op een gelijkaardige manier van gevel tot gevel opgebouwd werd. Hierbij gebruikte men grotendeels dezelfde materialen. De volgende figuren 30, 31 en 32 van het Paddenhoekcomplex geven inzicht in de basis van de structuuropbouw en de vertaling ervan in de gevel.



Figuur 30: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 1



Figuur 31: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 5



Niveau +1,5

Oud gebouw PADDENHOEK 3

Staal

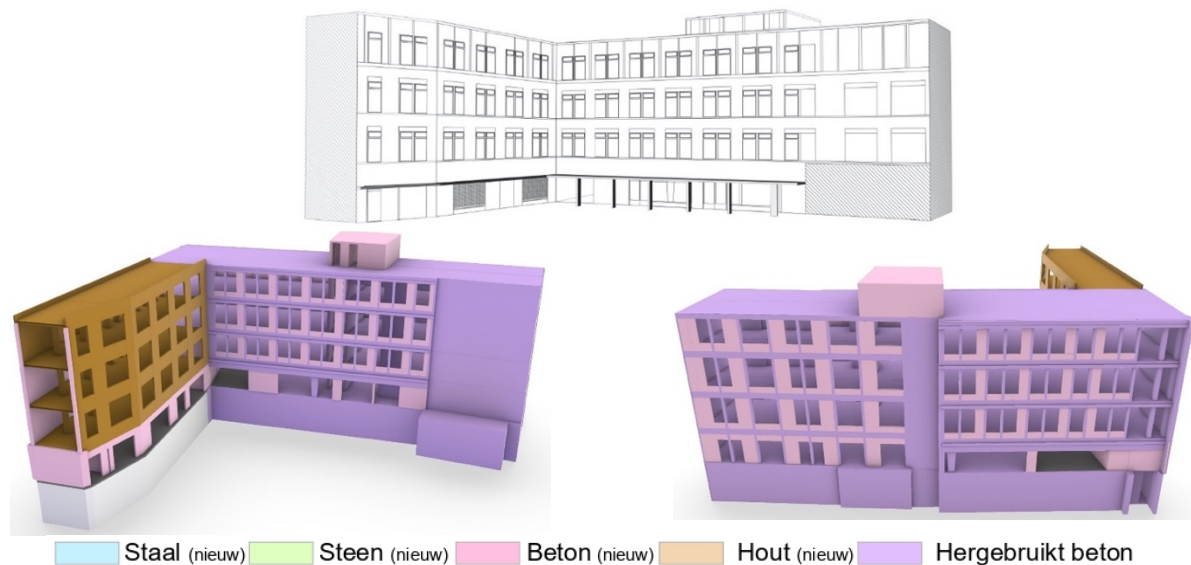
Steen

Beton

Hout

Figuur 32: Overzicht constructief materiaalgebruik oude Paddenhoek 3

## ➤ Nieuwe Paddenhoek:



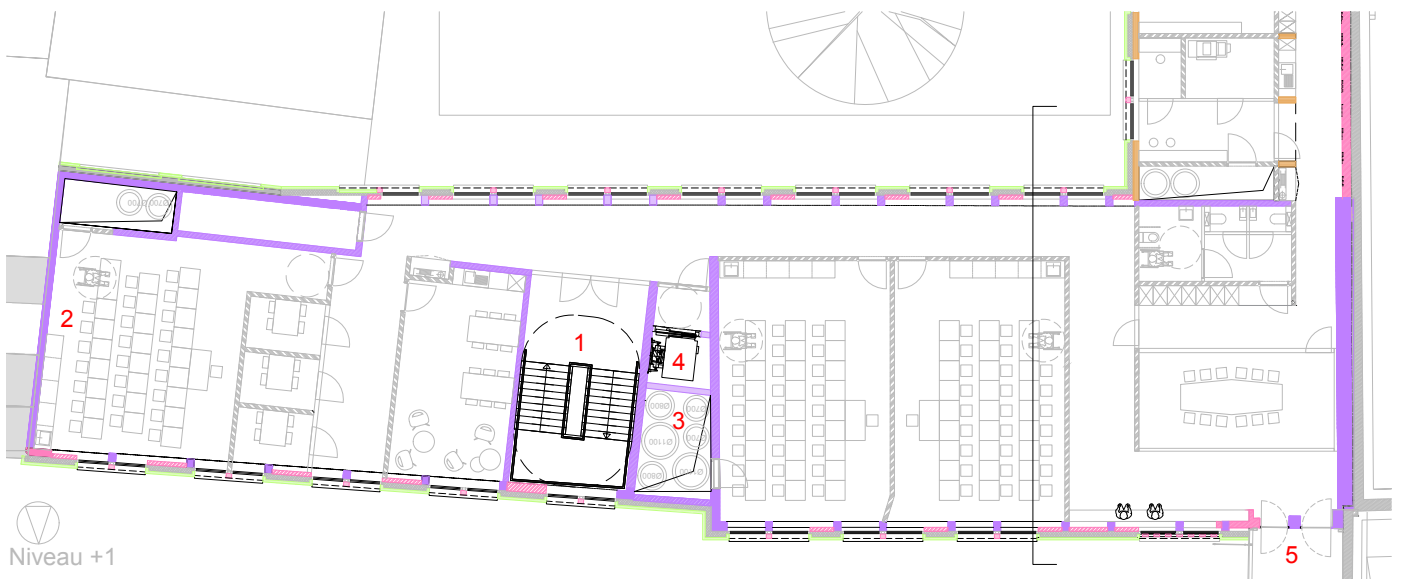
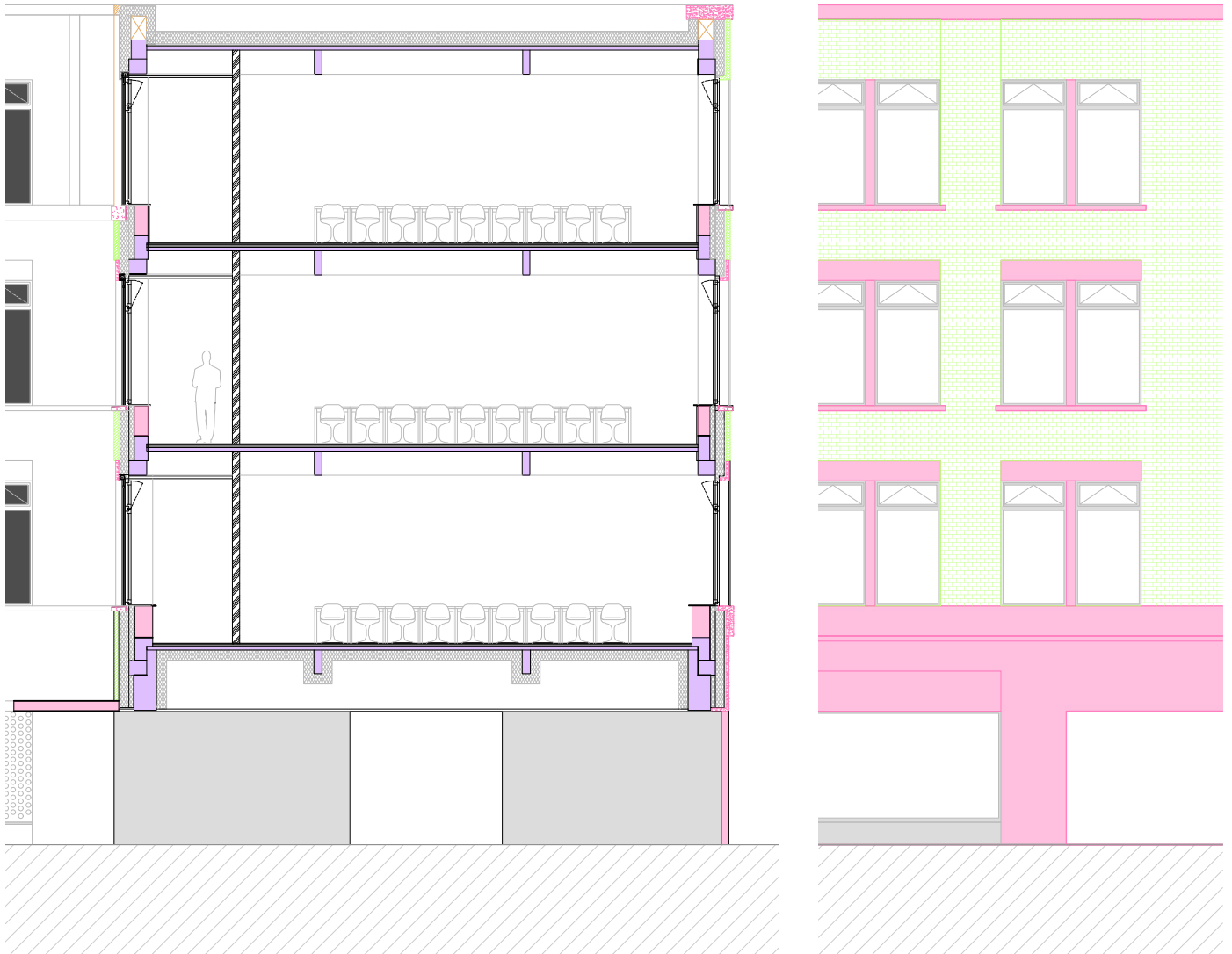
Figuur 33: Opbouw constructie nieuwe Paddenhoek

In bovenstaande figuur 33 kan men zien dat het nieuwe Paddenhoek-complex de bestaande betonstructuur van Paddenhoek 5 en 1 (paarse kleur) in situ hergebruikt. Men stript het gebouw tot op de zuivere kolom- en ribbenvloerstructuur. Op deze bestaande structuur herwerkt men de raamopeningen. Dit doet men door de huidige ruimte tussen de betonnen kolommen met betonnen blokken gedeeltelijk dicht te bouwen (roze kleur). Op die manier creëert men een gelijke ritmering onder de raamopeningen en dit zowel in de voorgevel als in de achtergevel. Met behulp van het afbraakmodel in BIM pasten we de snede uit figuur 34 aan om het hergebruik van het oude beton en het gebruik van het nieuwe beton beter in kaart te brengen.

Daarnaast voorziet men op de huidige locatie van de oude centrale trappenhal in Paddenhoek 1 een nieuwe centralere betonnen trap die deze hele oude vleugel zal bedienen wat terug te zien is op figuur 34 cijfer 1. Ze bevat ook bredere treden dan haar vorige versie en hoeft geen rekening meer te houden met de tussenverdiepingen van Paddenhoek 3. De uiterste trappenpartij met lift uit Paddenhoek 1, zichtbaar in figuur 34 cijfer 2, haalt men weg en de opening die het achterlaat, maakt men dicht ten voordele van ruimere leslokalen en een grotere technische ruimte. Op de oorspronkelijke locatie van de meer verborgen oude trappenhal van Paddenhoek 5, zichtbaar in figuur 34 cijfer 3, haalt men de trappenpartij weg en maakt men er een technische ruimte van. In de nabij gelegen opslagruimte, zichtbaar in figuur 34 cijfer 4, bouwt men een lift in. Deze bevindt zich vlakbij de nieuwere centrale trappenpartij en brengt een vlotte circulatie op gang. (cijfer 1 op figuur 34) De vrij recente aanbouw van de externe trappenpartij aan Paddenhoek 5 (cijfer 5 op figuur 34) blijft behouden en bedient de verdiepingen zoals het vandaag de dag is.

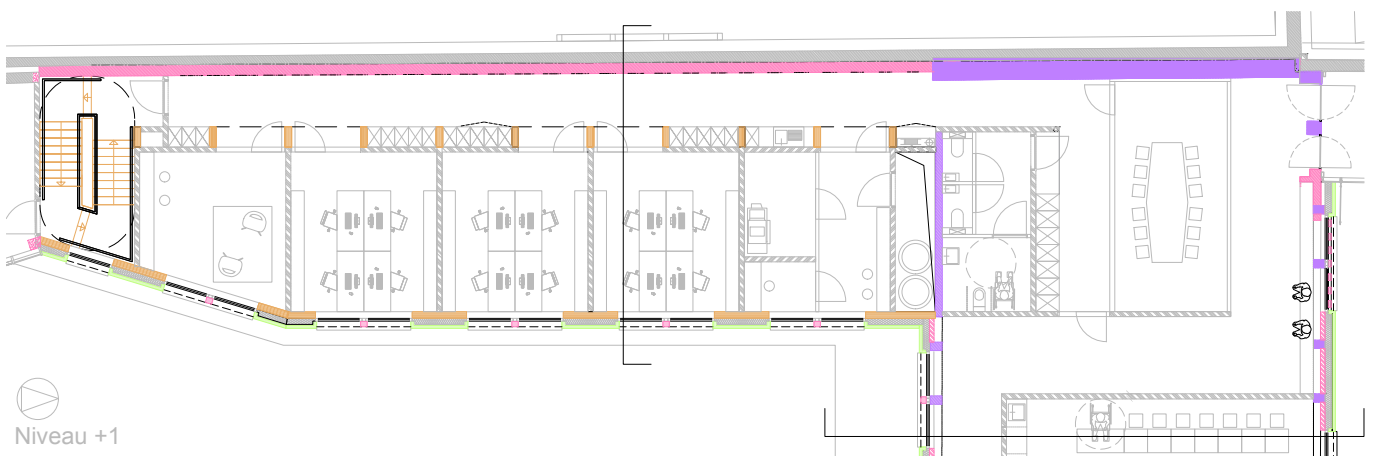
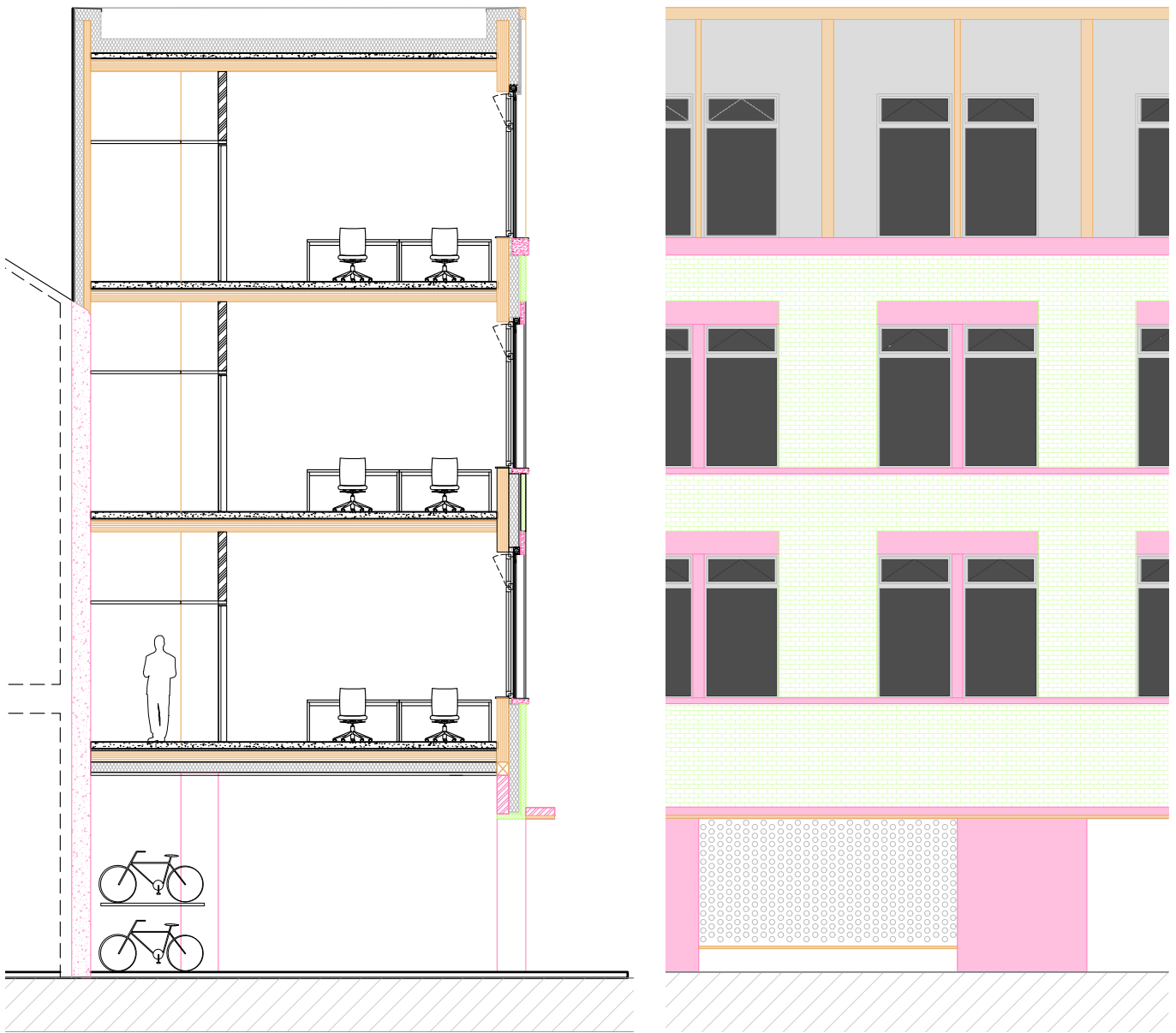
De nieuwe demontabele aanbouw uit CLT (bruine kleur) sluit op 2 bestaande betonnen gevels aan en rust hier dan ook gedeeltelijk op of tegen. Verder steunt het op het gelijkvloers op nieuwe betonnen kolommen en wandelementen. Ook wenst men een trappenhal uit CLT erin te bouwen die zich in de uiterste hoek van het nieuwe gebouw bevindt. Daarnaast gebruikt men dezelfde ritmering voor de raamopeningen zoals men deze ontwierp voor het oude gedeelte. Het bestek van het nieuwe project is nog volop in opmaakfase. Ook de aannemers en producenten van de materialen moeten nog gekozen worden. Dankzij de bestaande overzichten/ hergebruikinventarissen van B2ai en DGFB kon er toch een overzicht opgemaakt worden van de te (her)gebruiken materialen. Officiële eigenschappen en technische fiches over de bouwproducten zijn nog niet beschikbaar. Indien deze informatie al geweten zou zijn, is het niet de bedoeling dat deze publiek toegankelijk wordt gemaakt. De volgende figuren 34 en 35 van het nieuwe Paddenhoekcomplex geven inzicht in de basis van de structuuroopbouw en de vertaling ervan in de gevel.





Nieuwe Paddenhoek 1 & 5    ■ Staal (nieuw)   ■ Steen (nieuw)   ■ Beton (nieuw)   ■ Hout (nieuw)   ■ Hergebruikt beton

Figuur 34: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe Paddenhoek 1 & 5



Niveau +1

Nieuwe Paddenhoek CLT    Staal (nieuw)    Steen (nieuw)    Beton (nieuw)    Hout (nieuw)    Hergebruikt beton

Figuur 35: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe Paddenhoek CLT

## DEEL 2: ONDERZOEK

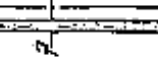

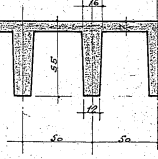
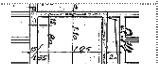


De hergebruikpraktijk van oude structurelementen uit Paddenhoek 5 en het gebruik van nieuwe elementen ten voordele van het nieuwe gebouw worden geanalyseerd a.d.h.v. de opmaak van een hergebruikinventaris volgens FCRBE in onderstaande tabellen 15 tot 20. Hieraan voegen we een onderzoek over de gebruikte hergebruikcriteria toe.

Tabel 15: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 1 van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent, 2022)

PADDENHOEK 5	Foto	Afmetingen			Elementen Oud gebouw	Locatie	Hoeveelheid		Volume	Elementen Nieuw gebouw		Hergebruikcriteria			
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			1963-1968	Verdieping		Eenh.	Aantal		m³	1963-1968	Nieuw
		1963-1968			1963-1968				Nieuw						
F U N D E R I N G		2220	1210	60	1. Funderingsplaat (rechthoekig)	-1	Stuks	1	161,17	1. Funderingsplaat (rechthoekig)	/	<p style="text-align: center;"><b>MATERIAALGEGEVENS</b></p> <p><b>Algemene materiaalgegevens:</b> A.d.h.v. de informatieve plannen en sneden van DGFB en herwerkingen van B2ai kan men de dimensionering van de bestaande wand- en vloeropbouw inschatten. Ook weet men waar het materiaal zich nu bevindt en welk gebruik ze heeft gehad, namelijk leslokalen, kantoren en personeelsruimtes. De periode waarin het werd gebouwd is 1963-1968. De dimensioneringen van de nieuwe betonelementen kunnen teruggevonden worden in het BIM-model en de opgemaakte plannen en snedes van B2ai. Er wordt nieuw beton gebruikt voor de uitwendige ondersteuning van de nieuwe CLT-constructie alsook voor de herwerking van de schachten en raamopeningen van Paddenhoek 5. Momenteel (2022) zijn deze nog niet gebouwd.</p> <p><b>Materiaalhoeveelheid:</b> Aan de hand van de plannen, sneden, BIM-model en het slooppvolgingsplan kan men een inschatting maken van de hoeveelheid beton van het oude en het nieuwe gebouw.</p> <p><b>Aanvullende documenten:</b> Van het huidige gebouw paddenhoek 5 zijn er bijkomende documenten over de bekisting van het oude gewapend beton beschikbaar. Van zowel de oude als nieuwe betonelementen is er een BIM-model opgemaakt door B2ai. Informatie over de producent van het nieuwe beton etc. zijn voorlopig nog niet gekend.</p> <p><b>Toekomstige technische levensduur:</b> Uit de betonstudie van B2ai is gebleken dat het bestaande beton van Paddenhoek 5 hergebruikt kan worden en dit voor een bepaalde levensduur. Deze documenten werden niet publiek gedeeld, waardoor er binnen deze thesis geen exacte jaartallen aan toegevoegd kunnen worden. Van de nieuwe structurele betonelementen is er nog niet veel info geweten.</p> <p style="text-align: center;"><b>MATERIAALWAARDE</b></p> <p><b>Economische waarde:</b> Via de betonstudie kon men bewijzen dat het materiaal nog een lange toekomstige levensduur tegemoet gaat. Hierdoor moet men niet opnieuw investeren in een nieuwe betonnen structuur voor Paddenhoek 5.</p> <p><b>Circulaire waarde:</b> Vanwege het behoud van de bestaande betonstructuur worden er CO2-emissies van nieuwe productieprocessen en transport uitgespaard. Hergebruik van beton spaart nieuwe grondstoffen uit. Het beton gaat al 54 jaar mee en zal nog vele jaren kunnen meegaan.</p>			
		960	215	60	2. Funderingsplaat (trapezium)		Stuks	1	14,832	2. Funderingsplaat (trapezium)	/				
		800	350	60	3. Funderingsplaat (kleine rechthoek)		Stuks	1	16,80	3. Funderingsplaat (kleine rechthoek)	/				
		Opp = 26,941 m²			370	4. Funderingsmuren		/	/	99,68	4. Funderingsmuren		/		
		40	40	330	5. Vierkante kolommen kelder		Stuks	5	1	2,64	5. Vierkante kolommen kelder		/		
	20	20	360												
	30	30	330												
	Micropalen	Diameter = 20 cm			/	In de grond	Stuks	24	/	/	6. Micropalen CLT				
	Betonblokken	80	80	60	/	In de grond		9	3,46	/	7. Funderingsblokken luifel				
	B E T O N		576	80	60	/	In de grond	Stuks	4	11,06	/		8. Betonblokken voor micropalen		
691															
428 en 436															
555 en 584															
2041 en 2033															
698 en 713	85					1									
						1									
						1									
S T R U C T U R		5 boven 50 onder	30 boven 25 onder	370	1. T-vormige kolommen	+1, +2, +3	Stuks	57	29,53	1. T-vormige kolommen	/				
		30	30	345	2. Vierkante kolommen	+0,+1,+2, +3 +3	Stuks	15	4,66	2. Vierkante kolommen	/				
		20	20												
		30	20	345	3. Rechthoekige kolommen	+0,+1,+2,+3	Stuks	19	3,93	3. Rechthoekige kolommen	/				
		20 boven 25 onder	30	345	4. Trapeziumvormige kolommen	+0,+1,+2,+3	Stuks	12	2,79	4. Trapeziumvormige kolommen	/				
	45	100 boven 60 onder	275	5. Tapsvormige kolommen	+0	Stuks	6	5,94	5. Tapsvormige kolommen	/					

## DEEL 2: ONDERZOEK

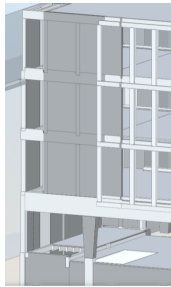
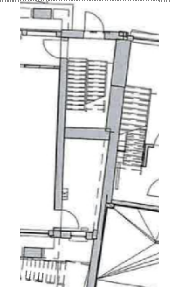

Tabel 16: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 2 van Paddenhoek 5 (B2ai, 2021; DGFB UGent, 2022)

Foto	Afmetingen			Elementen Oud gebouw 1963-1968	Locatie Verdieping	Hoeveelheid		Volume m <sup>3</sup>	Elementen nieuw gebouw		Hergebruikcriteria
	L [cm]	B [cm]	H [cm]			Eenh.	Aantal		1963-1968	Nieuw	
		Opp vloer = 275,92 m <sup>2</sup>			6. Betonvloer boven de ribben	-1, +0, +1, +2, +3	Stuks	5	96,572 - 38,56 = 58,01	6. Betonvloer boven de ribben min vloergedeelte rib (38,56 m <sup>3</sup> )	/
	237,5 (4 rijen) 16 boven 12 onder	400 (3 rijen)	55	7. In situ gestorte betonnen T-liggervloeren (ribbenvloer) (trapezium doorsnede)	-1 +0 +1 +2 +3	Stuks	148	27,07	7. In situ gestorte betonnen T-liggervloeren (ribbenvloer) (trapezium doorsnede)	/	<b>PRAKTISCHE REGELING</b> <b>Aanpasbaarheid:</b> De bestaande betonstructuur van het oude gebouw laat toe om vloeropeningen dicht te werken om ruimtes te vergroten. Alsook kunnen huidige schachten als liftkoker of als technische ruimtes ingezet worden. <b>Langetermijnvisie:</b> B2ai en DGFB hebben samen over de toekomstvisie van de Paddenhoek nagedacht, dit hebben ze uitgewerkt in het ontwerp waarin ze een heldere visie over het beton neerschrijven. Deze zal als structuur worden hergebruikt mits hier en daar een aantal wijzigingen. <b>Toepassingsvereisten:</b> De bestaande betonconstructie zal voor de dezelfde functies worden hergebruikt, namelijk leslokalen en kantoren. De bezettingsgraden en ruimtegebruik wijzigen niet drastisch. De draagcapaciteit van het beton wordt hiermee niet overschreden. <b>Testprocedures:</b> Er werd een betonstudie opgemaakt waarvoor men onder meer betonkernboringen in situ uitvoerde. Deze werden onderzocht in het labo. De resultaten ervan waren niet publiek toegankelijk. Toch vond men er in situ in de betonnen elementen aanwijzingen van terug. <b>Standaardisatie:</b> De betonnen structurelementen dragen een zekere standaardisatie en ritmering in zich. <b>Bereikbaarheid lagen en verbindingen:</b> Op het gelijkvloers blijkt de onderzijde van het beton makkelijk bereikbaar te zijn omdat deze slechts met een lattenlaag bedekt is en er hier en daar openingen zijn. Ook in de onderkeldering zijn de structuren onbewerkt gebleven. <b>Hergebruikinventaris:</b> De afstripping van de structuur en het hergebruik ervan staat beschreven in de inventaris van de te hergebruiken materialen van B2ai. <b>BIM:</b> Er werd een BIM-model opgemaakt door B2ai waarin het afbraakmodel en de nieuwe betonstructuur in kan worden nagegaan.
	290	14	40			+3		492		151,54	
	2076	15	55	8. Dwarse rechthoekige balk t.o.v. ribbenvloer	+0, +1, +2, +3	Stuks	8	13,70	8. Dwarse rechthoekige balk t.o.v. ribbenvloer	/	
	1985	15	40		-1		2	2,38			
	2220	40	70		-1		1	6,22			
	1810	40	125		+0		1	9,05			
	2160	40	125		+0		1	10,80			
	1810	35	55		+1,+2,+3		3	10,45			
	2160	35	55	+1,+2,+3	3	12,47					
	1110	57	55	+0,+1,+2,+3	4	13,92					
	525	30	70	9. Parallele rechthoekige balk t.o.v. ribbenvloer	-1	Stuks	2	2,205	9. Parallele balk t.o.v. ribbenvloer	/	
	870	47,50	40		-1		2	3,306			
	470	36	55		+0,+1,+2,+3		8	12,15			
	1250	41	55		+1,+2,+3		3	8,46			
	913	51	55	10. Technische koker min de deuropening	+0	Stuks	1	2,56	10. Nieuwe technische kokers	/	
	Opp. = 0,401 m <sup>2</sup>		400		-1, +0, +1, +2, +3, +4		6	9,62			
	Opp. = 1,461 m <sup>2</sup>				+4		1	5,84			
	Volume bordes 1 = 0,55 m <sup>3</sup> Volume bordes 2 = 0,47 m <sup>3</sup> Volume 1 trappartij = 0,469 m <sup>3</sup>			11. Betonnen trap met granito-afwerking	-1, +0, +1, +2, +3	Stuks	5	2,75	11. Betonnen trappen met antislip trapneuzen	/	
					+3		5	2,363			
							11	5,16			
	140	24	90	12. De raamschoten van het in situ gestort betonnen binnenspouwblad	+1,+2,+3	Stuks	33	9,98	12. Het volume aan bestaande betonmuur tussen de kolommen wordt aangepast met betonblokken.	/	
	225						27	13,12			

S  
T  
R  
U  
C  
T  
U  
R  
B  
E  
T  
O  
N

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 17: Hergebruikinventaris structurele betonnen elementen deel 3 van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent, 2022)

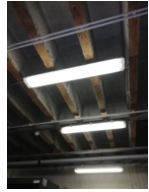
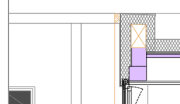
Foto	Afmetingen			Element oud gebouw	Locatie	Hoeveelheid		Volume	Elementen nieuw gebouw		Hergebruikcriteria
	L [cm]	B [cm]	H [cm]			1963-1968	Verdieping		Eenh.	Aantal	
		720	20	1197	13. 2 externe verticale betonmuren	+1,+2,+3	Stuks	1	17,24	13. 2 externe overblijvende verticale betonmuren. Van de grootste wordt er een volume van 3,21 m³ weg gehaald.	
155		30	345	+0		3		3,21			
318		30	362			1		3,45			
545		30	345	14. Gemene muur	+0,+1,+2,+3	Stuks	3	16,91	14. Gemene muur	/	
190		20					1	3,73			
198		30					3	5,90			
198		20					1	1,31			
Opp.= 0,0334 m²			345	15. Muren gelijkvloers toilet	+0	Stuks	1	0,115	/	/	
		Opp.= 0,2048 m²		330	16. Muren rondom de trappenhall	-1	Stuks	1	0,676	16. Muren rondom de trappenhall met aanpassingen	/
		Opp.= 0,1955 m²		345		+0		1	0,674		
	Opp.= 0,2048 m²			+1,+2,+3		3		2,120			
	Opp. = 0,5134 m²		345	17. Dwarse muren trappenhall	-1, +0, +1,+2,+3	Stuks	5	8,85	17. Dwarse muren trappenhall.	/	
		84	14	245	/	+1,+2,+3	Stuks	24	6,915	/	18. Opvulling van bestaand betonskelet Paddenhoek 5 met betonstenen bovenop aangepast raamschotgedeelte om gelijke ritmering onder de nieuwe ramen te verkrijgen.
Opp. = 0,658 m²				/			3	4,836	/		
Opp. = 0,0112 m²			345	/	+0	/	/	0,039	/	19. Betonblokmuren gelijkvloers P5	
Opp. = 10,651 m²			350	/	+0	Stuks	/	37,279	/	20. Draagmuren gelijkvloers CLT-structuur	
60		20	350	/	+0	/	6	2,52	/	21. Kolommen CLT-structuur	
Opp. = 11,70 m²			65	/	+0	/	/	7,61	/	22. Luifel	
Opp. = 136,89 m²			16	/	+0	/	/	21,90	/		
4254		30	15	/	+0	/	/	1,91	/	23. Rand luifel	
60	20	315	/	+0	Stuks	12	4,54	/	24. Kolomondersteuning luifel		

S  
K  
E  
L  
E  
T

B  
E  
T  
O  
N

DEEL 2: ONDERZOEK

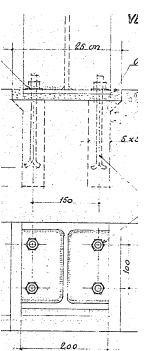


Tabel 18: Hergebruikinventaris structurele houten elementen van Paddenhoek 5 en de aanbouw (B2Ai, 2021; DGFB UGent)

Foto	Afmetingen			Element oud gebouw	Locatie	Hoeveelheid		Volume	Elementen nieuw gebouw		Hergebruikcriteria	
	L [cm]	B [cm]	H [cm]	1963-1968	Verdieping	Eenh.	Aantal	m³	1963-1968	Nieuw		
	/	/	/	1. Verloren bekisting onderzijde T-liggers van de ribbenvloer	/	/	/	/	/	/	1. Verloren bekisting onderzijde T-liggers van de ribbenvloer	MATERIAALGEGEVENS <b>Algemene materiaalgegevens:</b> In de nota over de nieuwe materialen vermeldt B2ai dat men CLT-hout wenst te gebruiken. De dimensionering van de CLT-constructie kan uit hun plannen, snedes en BIM-model gehaald worden. In de kelder van de Paddenhoek vond men ter hoogte van de betonnen t-liggers verloren houten bekisting terug. Gegevens hierover zijn niet gekend, enkel de aanwezigheid ervan in onder meer de kelderverdieping. Op de overige verdiepingen kon men dit niet traceren. Systeemplafonds houden dit verborgen. <b>Materiaalhoeveelheid:</b> De hoeveelheid materiaal berekent men uit het BIM-model, de plannen en snedes van B2ai <b>Label/QR-code:</b> Het CLT-hout zal een FSC-label dragen. Dat meldt de nota over de nieuwe materialen.
Kolommen	60	20	380	/	+1,+2,+3	Stuks	33	15,05	/	2. Prefab CLT-constructie	MATERIAALWAARDE <b>Economische waarde:</b> De houten constructie is licht van gewicht en wordt geprefabriceerd. Dat zorgt ervoor dat de bouwtijd korter zal zijn dan bij bv. de volledige opbouw in situ. Ook zal men het hout zichtbaar laten in de ruimten waardoor men uitspaart op afwerkingsmaterialen. <b>Circulaire waarde:</b> Deze CLT-structuur zal volledig demontabel zijn. Hierdoor zal deze meerdere keren hergebruikt kunnen worden indien de staat en kwaliteit het toelaten. In het hout zit er reeds CO2 opgevangen die er in geconserveerd blijft.	
Binnenspouwblad	162	20	380	/	+1,+2,+3	Stuks	12	34,63			KWALITEIT MATERIAAL <b>Kwaliteitsvol:</b> Doordat het hout een FSC-label draagt, kan men er vanuit gaan dat het uit duurzaam beheerde naaldbossen komt.	
	92 en 85 91 en 94 81 en 84 208						3 3 3 3					
	288		146				6					
			124				3					
			111				3					
Gemene muur Stijl-en regelwerk	76,5 51 50 17 21	14	3,5	/	+3	Stuks	220 55 318 4 2	8,76			PRAKTISCHE REGELING <b>Montage, Demontage en Aanpasbaarheid:</b> De CLT-elementen zijn demonteerbaar en op die manier binnen andere toepassingen herbruikbaar om terug opnieuw in elkaar gestoken te worden binnen andere configuraties. De opbouw van de constructie is flexibel om verschillende opdelingen van de ruimte mogelijk te maken. <b>Langetermijnvisie:</b> Doordat men de houten elementen demonteerbaar ontwerpt, denkt men na over de toekomstige recupereerbaarheid ervan. <b>Toepassingsvereisten:</b> De houten elementen zullen bepaalde standaardafmetingen hebben. Dit zorgt ervoor dat de verbindingsknopen op elkaar afgestemd zijn.	
Vloerplaat	220 710 710 en 620 620 en 607	128 240 240 84	22	/	+1,+2,+3,+4	Stuks	4 32 4 4	141,02			<b>Standaardisatie:</b> De CLT-elementen behoren tot verschillende gestandaardiseerde afmetingscategorieën. <b>Bereikbaarheid lagen en verbindingen:</b> Aangezien het hout niet verder afgewerkt wordt met een pleisterlaag staat men in de ruimte in direct contact met het materiaal. <b>BIM:</b> De CLT-constructie is mee in het BIM-model van B2ai opgenomen. Van de trappenpartij van de nieuwe aanbouw in het BIM-model valt er nog niet op te maken of deze uit CLT of beton zal worden geconstrueerd waardoor de dimensionering nog onzeker is.	
Bordes	118 130 118 284 210	200 en 250 190 en 143 150 134 150	24	/	+0,+1,+2,+3	Stuks	3 3 2 2 2	1,912 1,558 0,850 1,83 1,512	/	3. Eventuele vluchttrap in CLT		
Treden	118 150 190 200	24	18	/			54 4 3 3	2,75 0,259 0,246 0,259				
	1140 1250 620	30	50	/	+3	Stuks	1 1 1	1,71 1,88 0,93	/	4. Houten dakopstand beton gebouw deel Paddenhoek 5		

S  
K  
E  
L  
E  
T  
  
H  
O  
U  
T  
  
S  
T  
R  
U  
C  
T  
U  
R

## DEEL 2: ONDERZOEK






Tabel 19: Hergebruikinventaris structurele stalen elementen van Paddenhoek 5 (B2Ai, 2021; DGFB UGent)

Foto	Afmetingen			Element oud gebouw (1963-1968) of recenter	Locatie Verdieping	Hoeveelheid		Volume m <sup>3</sup>	Elementen nieuw gebouw		Hergebruikercriteria
	L [cm]	B [cm]	H [cm]			Eenh.	Aantal		1969	Nieuw	
		Doorsnede = 5/8" Doorsnede = 1/2"			1. Bouten	+0	Stuks	/	/	1. Bouten	
	DIN 20			2. I-kolom met gelaste voetplaat (200 x 215x10)	/		/	/	2. I-kolom met gelaste voetplaat (200 x 215x10)		
	Tussenaafstand 100 cm, 150 cm, 125 cm, 80 cm			3. Moeren	/		/	/	3. Moeren		
	Doorsnede 10			4. Klinknagels	/		/	/	4. Klinknagels		
 recenter	115	105	8	5. Bordes 1	+0	Stuks	1	0,097	/	/	<p><b>KWALITEIT MATERIAAL</b></p> <p><b>Staat en kwaliteit:</b> De staat en kwaliteit van de fietsenstalling en trap zijn in orde om gerecupereerd te worden. Ze zijn er later bijgebouwd.</p> <p><b>PRAKTISCHE REGELING</b></p> <p><b>Montage en demonteerbaarheid:</b> De onderdelen van de vluchtrap zijn met moer en bouten aan elkaar bevestigd. Deze kunnen gedemonteerd worden en elders opnieuw gemonteerd worden.</p> <p><b>Toepassingsvereisten:</b> Er zal rekening moeten gehouden worden met de opgelaste balustraden voor de helft van de schuine O-liggers alsook de specifieke hoogtes die de trapconstructie kan bedienen.</p> <p><b>Bereikbaarheid lagen en verbindingen:</b> Doordat de fietsenstalling en buitentrapp zich buiten bevinden, kan men hier eenvoudig gegevens uit afleiden.</p> <p><b>Hergebruikinventaris:</b> De stalen uitwendige vluchtrap en de fietsenstalling werden mee opgenomen in de hergebruikinventaris van B2ai tezamen met andere interieurelementen. Ze worden niet op de campus zelf gerecupereerd maar kunnen op andere UGent-campussen een nieuwe toekomst vinden.</p>
	318 (2x 159)			6. Bordes 2			1	0,267			
	154			7. Bordes 3			1	0,129			
	90	22,50	3,50	8. Trede			50	0,354			
	485	6	16	9. Schuine O-ligger			2	0,0931			
	385						2	0,0739			
	536						2	0,103			
	150	8	9	10. Schuine L-liggers bordes			6	0,065			
 recenter	10	10	216	11. Kolom	+0	Stuks	6	0,130	/	/	
	6	6	211				4	0,030			
	8	8	211				1	0,014			
	15	21	21,50	12. Ondersteuningselement balken			11	0,074			
	540	22	20	13. Balk			2	0,475			
	250						2	0,22			
	525	22	5	14. U-profiel buitenrand			2	0,116			
250	12	6	15. Intern U-profiel	2	0,036						
540				2	0,078						

STRUCTUUR  
SKELLET

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 20: Hergebruikinventaris van niet-dragende gevelelementen van Paddenhoek 5 (B2ai, 2021; DGFB UGent)

PADDEN-HOEK 5	Foto	Afmetingen			Elementen Oud gebouw	Locatie	Hoeveelheid		Volume	Elementen Nieuw gebouw		Hergebruikcriteria
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			1963-1968	Gevelzijde of Verdieping		Eenh.	Aantal	
NIET-DRAAGENDE GEVEL		19,5	6,50	4,5	1. Licht geglazuurde baksteen	Gevel koer Paddenhoek 5 in de hoek	Stuks	/	/	/	1. Licht-kleurige Clickbrick-baksteen Wienerberger	<b>MATERIAALGEGEVENS</b> <b>Algemene materiaalgegevens:</b> Het nieuwe gevelmateriaal moet duurzaam, lokaal, prijsvriendelijk en voldoende weerstand kunnen bieden aan de stedelijke omgeving. Men verkiest de ClickBrick-baksteen van Wienerberger. In hun digitale technische fiche vindt men de dimensionering en samenstelling ervan terug. Van de oude bakstenen is er weinig info geweten. Enkel in situ onderzoek kan meer info verschaffen over de dimensionering. <b>Materiaalhoeveelheid:</b> Door B2ai werd er een BIM-model opgemaakt waaruit men het materiaalvolume kan halen. Dit is niet het exacte aantal bakstenen maar wel een indicatie van het volume. De hoeveelheid bakstenen die in de oude gevel werden gebruikt, kunnen via in situ onderzoek geteld worden. Maar doordat deze bakstenen over een heel smal stuk in de hoogte over de 4 bouwlagen in een verdoken hoek werden opgebouwd, bleek het niet mogelijk te zijn dit te doen. Andere verborgen constructies van snelbouwstenen uit het bestaande gebouw zijn moeilijk te achterhalen. <b>Aanvullende documenten:</b> In de nota over de nieuwe materialen van B2ai kan men terugvinden dat men ClickBrick-bakstenen van Wienerberger zal gebruiken. Hiervan vindt men online een technische fiche over terug. <b>Label/QR-code:</b> De ClickBrick-bakstenen dragen een cradle-to-cradle certificaat.
		105	3	55	2. Blauwgrijze natuurstenen plint	+0	Stuks	34	0,59			<b>MATERIAALWAARDE</b> <b>Economische waarde:</b> Er is vraag naar een duurzamere bouwwijze met bakstenen zonder harde mortel. Het ClickBrick-systeem bestaat al een langere tijd en past in het circulair toekomstbeeld van UGent. Het is een ontwikkelende Belgische recuperatiemarkt. <b>Circulaire waarde:</b> Dit modulaire ClickBrick-systeem zorgt voor een eenvoudige demontage en hergebruik. Ook bespaart men tot zo'n 50% levenslange milieu-impact t.o.v. van de traditionele baksteengevels. De oude bakstenen hangen te vast aan elkaar om te recupereren. Eventueel de bestaande baksteengevel in baksteengehelen versnijden is een mogelijke hergebruikoptie.
		60 75 ...	10	30 70 ...	3. Blauwgrijze natuurstenen geveltegels (veel verschillende afmetingen)	+0, +1, +2, +3		/				<b>KWALITEIT MATERIAAL</b> <b>Kwaliteitsvol en staat:</b> Er zijn reeds verschillende voorbeelden in Nederland waar tientallen bouwprojecten van deze werkwijze gebruik hebben gemaakt. De bakstenen hebben voldoende weerstand tegen wind en aardbevingen en zijn vormstabiel. De oude bakstenen voldoet niet meer vanwege onmogelijke mortelreiniging. <b>Veiligheid en gezondheid:</b> Door het (her)gebruik van ClickBrick vermijdt men CO2-uitstoot en belastend watergebruik dat nodig is bij mortelproductie. Er zit geen asbest in de oude mortelvoeg.
		135 220	?	85	4. Natuurstenen gevelelementen onder de ramen	+1, +2, +3		27 24				<b>PRAKTISCHE REGELING</b> <b>Montage, Demontage, Aanpasbaarheid:</b> Het ClickBrick-systeem leent ertoe verschillende keren binnen verschillende toepassingen gemonteerd en gedemonteerd te worden. Dit zorgt ervoor dat men de bakstenen eenvoudig kunnen aanpassen aan nieuwe toepassingsvereisten. <b>Langetermijnvisie:</b> Vanuit het ClickBrick-systeem is het de bedoeling dat deze stenen meerdere keren kunnen hergebruikt worden. <b>Toepassingsvereisten:</b> Deze gevelopbouw is een droogstapelsysteem dat bevestigd wordt via rvs-verbindingsclips en spouwankers. Eventueel kan men van de huidige bakstenen baksteengehelen uitsnijden om in andere projecten te gebruiken.
		120 ...	?	50 140 ...	5. Natuurstenen gevelelementen (veel verschillende afmetingen)	Beide gevels +1, +2, +3		/				<b>Standaardisatie:</b> ClickBrick-bakstenen zijn modulair en hebben vaste afmetingen. In de oude baksteengevel, gebruikt men 1 dezelfde soort die op de hoeken aangepast werd. <b>Bereikbaarheid lagen en verbindingen:</b> Door de eenvoudige demontagetechniek bij ClickBrick kan men aan de achterliggende lagen. De oude gevelstenen zijn in situ bereikbaar. <b>Hergebruikinventaris:</b> In de hergebruikinventaris van B2ai vermeldt men dat de huidige bakstenen en de rest van de buitenschil niet gerecupereerd kan worden. <b>BIM:</b> Door B2ai werd er een BIM-model van het nieuwe project opgebouwd met onder meer een bakstenen gevel.



In onderstaande tabel 21 vatten we de toegepaste hergebruikcriteria van Paddenhoek samen.

Tabel 21: Hergebruikpotentieel constructiematerialen gebouw Paddenhoek. In dit vergelijkingskader past men de hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 toe op de constructiematerialen van het project in studiefase Paddenhoek 5 uit hoofdstuk 3. Ook hier wordt er een kleurencode gebruikt. 7/7 actoren = *fel groen*. 6/7 actoren = *oranje*. 5/7 actoren = *kaki*. 4/7 actoren = *blauw*. 3/7 actoren = *paars*. 2/7 actoren = *zwart*. 1/7 actoren = *rood*. 0/7 actoren is *grijs* gearceerd.

Hergebruikpotentieel	Oud gebouw: Paddenhoek 5				Nieuw gebouw Paddenhoek			
	Geglazuurde Baksteen (1/9)	Gewapend beton (4/9)	Gegalvaniseerd Staal (3/9)	Hout	ClickBrick- Baksteen (4/9)	Gewapend Beton (4/9)	Gegalvaniseerd Staal (2/9)	CLT-Hout (3/9)
<b>1. Materiaalgegevens:</b> (21/72) = 29,17%								
1. Algemene materiaalgegevens (Dimensionering, merk, certificatie, samenstelling, locatie, bouwjaar, gebruik...)	X	X	X		X	X	X	X
2. Aanvullende (historische) documenten, technische fiches		X	X		X	X	X	
3. Materiaalhoeveelheid		X	X		X	X		X
4. Technische levensduur		X				X		
5. Label/QR-code, ID					X			X
6. Digitale Databank/ kadaster								
7. Contractuele overeenkomst								
8. Energetische eigenschappen								
9. GIS-instrumenten								
<b>2. Materiaalwaarde:</b> (10/24) = 41,67%	(0/3)	(2/3)	(1/3)		(2/3)	(2/3)	(1/3)	(2/3)
1. Circulaire waarde		X	X		X	X	X	X
2. Economische waarde		X			X	X		X
3. Erfgoedwaarde								
<b>3. Kwaliteit materiaal:</b> (11/24) = 45,83 %	(3/3)	(3/3)	(2/3)		(2/3)	(0/3)	(0/3)	(1/3)
1. Kwaliteitsvol	X	X	X		X			X
2. Staat	X	X	X					
3. Veiligheid en gezondheid	X	X			X			
<b>4. Praktische regeling:</b> (37/144) = 25,69 %	(4/18)	(8/18)	(5/18)		(8/18)	(5/18)	(0/18)	(8/18)
1. Toepassingsvereisten		X	X		X	X		X
2. Standaardisatie (afmetingen)	X	X			X	X		X
3. Bereikbaarheid lagen en verbindingen	X	X	X		X			X
4. Aanpasbaarheid	X	X			X	X		X
5. Lange termijnvisie		X			X	X		X
6. BIM		X			X	X		X
7. Montage			X		X			X
8. Demonteerbaar			X		X			X
9. Hergebruikinventaris	X	X	X					
10. Testprocedures		X						
11. Kosten								
12. Onderhoud								
13. Tijdsduur hergebruikproces								
14. Materiaalpaspoort								
15. Logistiek (transport en opslag)								
16. Controle/ beheer hergebruikketen								
17. (Online) verkoopplaats								
18. Reparatie-/ restauratiemogelijkheden								
<b>TOTAAL</b>	(8/33) = 24,24%	(17/33) = 51,51%	(11/33) = 33,33%	(0/33) = 0%	(16/33) = 48,48%	(11/33) = 33,33%	(3/33) = 9,09%	(14/33) = 42,42 %

Uit voorgaand vergelijkingskader kan men opmerken dat de oude betonstructuur met 51,51% het meeste hergebruikpotentieel bezit t.o.v. alle overige constructiematerialen uit het oude gebouw van Paddenhoek 5. Desondanks blijken ook de uitwendige stalen vluchttrap en fietsenoverdekking met 33,33% nog punten te scoren. De bakstenen bevatten enkel nog potentieel in de vorm van baksteengehelen, op andere versneden maten. In het nieuwe project scoren de Click-Brick-bakstenen (48,48%) en het FSC-CLT-hout (42,42%) vrij goed, maar er is nog ruimte voor verbetering.

Onder de materiaalgegevens blijken zoals in voorgaande 2 hoofdstukken de materiaalgegevens, aanvullende documenten en materiaalhoeveelheid topprioriteit te zijn. Toch blijkt er in de nieuwe projecten vaak nog informatie te ontbreken over de herkomst van de materialen. Dit komt omdat het nieuwe complex nog gebouwd moet worden en men nog niet van alle materialen de producenten en leveranciers heeft uitgekozen... Ook een digitale databank, contractuele overeenkomsten, energetische eigenschappen en GIS-instrumenten waren nog niet aan de orde.

Verder blijken de circulaire waarde en de economische waarde te primeren in het nieuwe bouwwerk. In zowel het oude als het nieuwe gebouw is er geen erfgoedwaarde aanwezig. De staat, kwaliteit, de veiligheid en de gezondheid blijken eerder aan de orde te zijn bij het oudere project dan het nieuwe project.

De criteria van de praktische regeling staan net zoals in de vorige 2 hoofdstukken in een andere volgorde. Toepassingsvereisten, standaardisatie, de bereikbaarheid van de lagen en de verbindingen en aanpasbaarheid staan hier bovenaan de lijst. Dat verschilt met de top 3 uit hoofdstuk 2. Daar waren demonteerbaarheid, logistiek en online verkoopplaats topprioriteit. Vervolgens hamert men voornamelijk in het nieuwe project op een lange termijnvisie en BIM-modellen. Ook montage, demontage en een hergebruikinventaris horen hier bij. Een korte B2ai-hergebruikinventaris werd eerder toegepast op de bestaande structurelementen van de oude Paddenhoek 5. Een enkele testprocedure werd uitgevoerd op het materiaal met het meeste hergebruikpotentieel, namelijk het beton van de bestaande gebouwen.

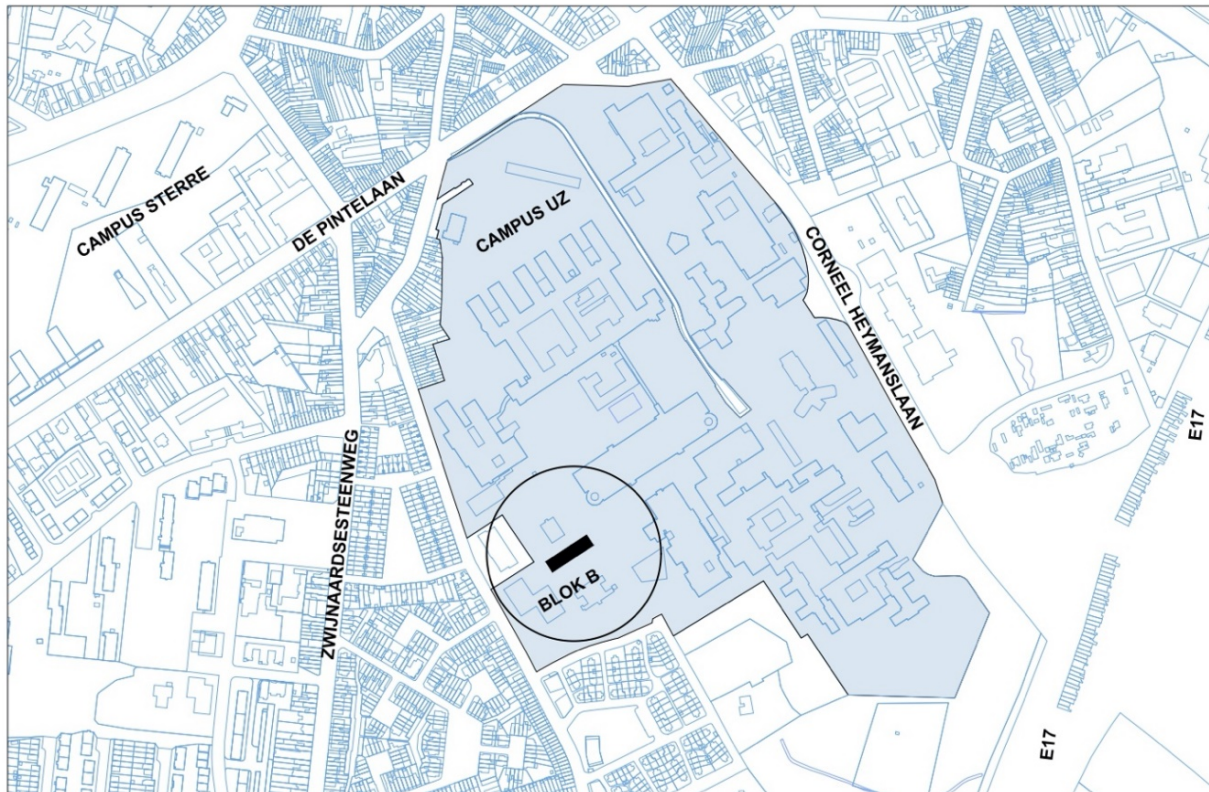
Kosten, onderhoud, tijdsduur van het hergebruikproces, materiaalpaspoort, logistiek, controle hergebruikketen, (online) verkoopplaats en reparatie-/restauratiemogelijkheden kwamen in beide gevallen nog niet aan bod. Dat brengt het totaal op 13 ongebruikte criteria uit een totaal van 33.

De betonnen structuur van Paddenhoek 5 primeert boven alle andere constructiematerialen op het vlak van hergebruikpotentieel. Het is een draagstructuur die van gevel tot gevel draagt en op het gelijkvoers op tapsvormige betonkolommen rust. Toch komen baksteen, staal en hout hier ook aan bod. De baksteen vindt men terug als geglazuurde gevelementen die te vast een elkaar werden gemetseld. Het staal werd gebruikt voor externe structuren zoals een vluchttrap en fietsoverkapping die gedemonteerd kunnen worden. Het hout komt eerder aan bod als verloren bekisting van de betonnen t-liggervloeren. Net zoals vele andere UGent-gebouwen maakt men hier gebruik van een blauwe hardstenen plint en natuurstenen gevelementen waarvan hier enkel een laagwaardig hergebruik onder de vorm van granulaten mogelijk blijkt te zijn.

Binnen het nieuwe bouwwerk verkiest men een CLT-structuur op nieuwe betonondersteuning voor de aanbouw en hergebruikt men de bestaande betonnen skeletstructuur van de Paddenhoek 5 en 1. Demonteerbare ClickBrick-bakstenen werden uitgekozen voor de gevel. Staal blijft hier achterwege. In het nieuwe project zet men in op demonteerbaarheid, milieuvriendelijke labels en een duurzame omgang met het bestaand patrimonium. Ook maakt het architecten- en studiebureau B2ai al gebruik van BIM-modellen om een driedimensionaal overzicht te behouden van het hele project. Aangezien de huidige producenten van het nieuwe beton en CLT-hout nog niet gekozen zijn, kan men enerzijds overwegen om te kijken voor herbruikbare producten die op de bestaande recuperatiemarkt aanwezig zijn. Het recuperatiemateriaal moet dan wel aan de toekomstige duurzame UGent-richtlijnen en de voorgaande aangehaalde criteria voldoen. Anderzijds mogen er ook nieuwe producten gezocht worden zolang deze constructiematerialen maar een circulaire herbruikbare toekomst garanderen zoals de ClickBrick.

### 3.2. CASUS UZ BLOK B

#### 3.2.1. Algemene achtergrond



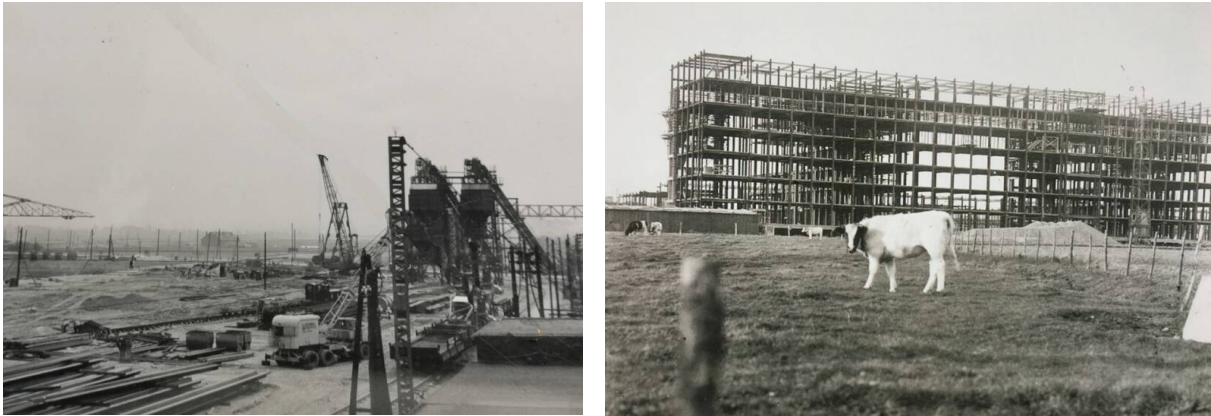
Figuur 36: Inplanting UZ Blok B

#### ➤ Inplanting

UZ Blok B, de tweede case van deze scriptie, kan gezien worden als een typisch naoorlogs Universitair gebouw gelegen langs de Zwijnaardsesteenweg, meer bepaald op de universitaire campus 'UZ Gent'.

#### ➤ Historische bouwevolutie:

In 1911 kwam er de eerste oproep voor een eigen academisch ziekenhuis. (voorheen Bijloke) De universiteit kocht een terrein van 50-hectare aan langs de Zwijnaardsesteenweg. In deze periode was het een typisch fenomeen om de ligging van zo'n grondgebied langs de rand van de stad uit te kiezen. Een College van Architecten (CAVAZ) - met onder meer hoogleraren Henry Van de Velde, Armand Cerelus, Jean Norbert Cloquet, Gustave Magnel en August Desmet - begonnen in 1936 met het eerste ontwerp voor het toekomstig ziekenhuis. De samenwerking onder deze ingenieur-architecten ontstond door nauwe banden die tijdens het interbellum waren gesmeed. Het zorgde ervoor om ook andere grote universitaire bouwwerken samen te ontwerpen. (Gent-Geprent, 2022; UZ Gent, 2022a)



*Figuur 37: Opbouw Campus UZ Gent (Gent-Geprent, 2022)*

Opvallend voor dit ontwerp kozen de architecten voor een blok- en paviljoenensysteem waarbij de klinieken, poliklinieken, hospitalisatieafdelingen, technische diensten en instituten gegroepeerd bleven in aparte volumes. In maart 1937 werd de eerste paal van het uiteindelijke ziekenhuis in de grond geslagen. Het hele complex staat door de drassige Scheldegrond op paalfunderingen en is opgehangen aan een stalen skelet zichtbaar in figuur 37. De bouwwerken leverden veel vertraging op omdat er geen algemene en officiële coördinator van de werken aangesteld was. Ook de Tweede Wereldoorlog zorgde ervoor dat de bouwwerken voor een langere periode werden stilgelegd. Het heeft tot de jaren '70 geduurd tot het bouwprogramma volledig systematisch afgewerkt werd. Ook de bouw van het onderzoeksgebouw UZ Blok B was hier begin jaren '70 een onderdeel van. (UZ Gent, 2022a)

De campus telt vandaag een 40-tal gebouwen, waaraan men nog steeds met vernieuwing en uitbreiding bezig is. Zo werd er in 2011 een ruimtelijk masterplan voorgesteld, waarbij men betere verbindingen wilde creëren tussen de verschillende afdelingen en ook wilde inzetten op een duurzaam en circulair zorgcomplex. (UZ Gent, 2022b)

➤ Nieuw Project:



*Figuur 38: Nieuwbouw UZ Gent (SVR Architects, 2021)*

In het nieuwe project onder leiding van SVR-ARCHITECTS en de Directie Gebouwen en Facilitair Beheer van de Universiteit Gent wordt er gekozen om het onderzoeksgebouw UZ Blok B te vervangen door een nieuwbouwproject. De nieuwbouw heeft ongeveer een even groot volume als het bestaande gebouw (6800 m<sup>2</sup>) en zal kantoren, onderzoekslabo, animalaria voor muizen, ratten en varkens, een atelier en een trefpunt voor studenten omvatten. (SVR Architects, 2021)

Op het gelijkvloers wordt het studententrefpunt ondergebracht. Hier wordt er gekozen om met een glazen gevel te werken om de interactie tussen binnen en buiten te bevorderen. In het algemeen heeft men in het ontwerp de voorkeur om met veel glas te werken om zo veel mogelijk licht in de laboruimtes te kunnen binnenbrengen. Ook wordt er de nodige zonnewering voorzien en de raamoppervlakte beperkt om een te grote opwarming van het gebouw te voorkomen.



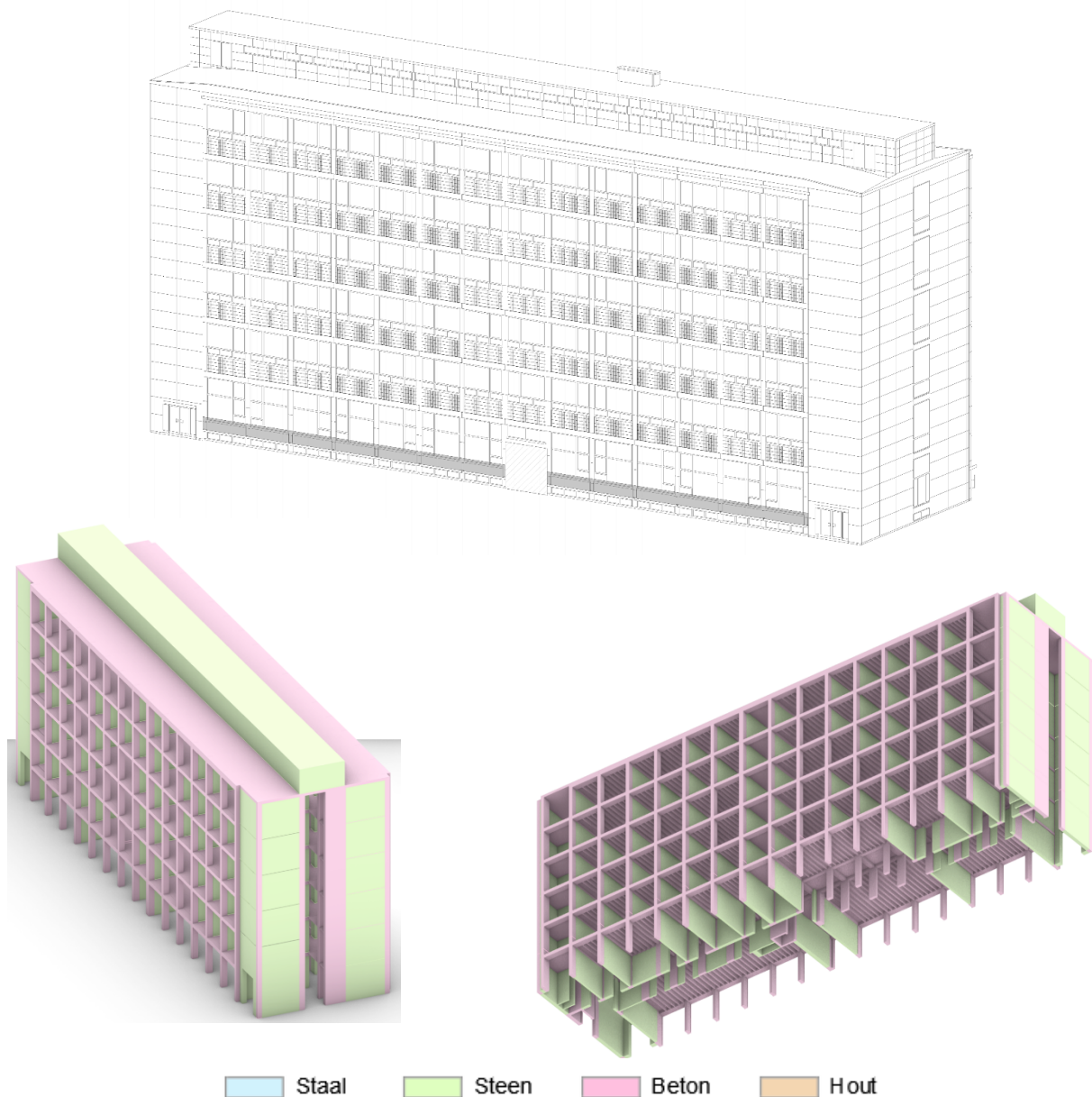
*Figuur 39: Oud gebouw en nieuwbouwproject UZ Blok B (ROTORDC, 2021; SVR Architects, 2021)*

Voor de nieuwbouw wordt een volledig nieuwe betonnen structuur opgetrokken. Daarbij dringt zich de vraag op waarom de oude structuur niet hergebruikt kon worden. Dit kwam mede doordat bij de renovatie van het oude UZ Blok B tijdelijke huur van kantoren en laboruimten voorzien moesten worden. Hier was noch de tijd noch het geld voor aanwezig. Ook de renovatie van het gebouw aan de huidige normen was vele malen duurder dan een nieuwbouw zetten. Een nieuwbouw leek de juiste keuze. Wanneer de nieuwbouw opgeleverd wordt, zal het oude leeggemaakt en gedowncycled of gesloopt worden. Er kan met de afbreker gekeken worden of het beton tot granulaten verwerkt zou kunnen worden om zo nog een ex situ hergebruikmogelijkheid op poten te kunnen zetten.

Verder zijn de doelstellingen van de “*Ontwerprichtlijn 2020*” op het vlak van demonteerbaarheid in het nieuwe ontwerp niet voldaan. Zo wordt de baksteengevel met cementmortel vastgemaakt. De ontwerpkeuze om met terugspringende gevellijnen te werken maakten een duurzame oplossing zoals een ClickBrick-systeem niet mogelijk. Deze worden echter volgens een rechte lijn opgebouwd.

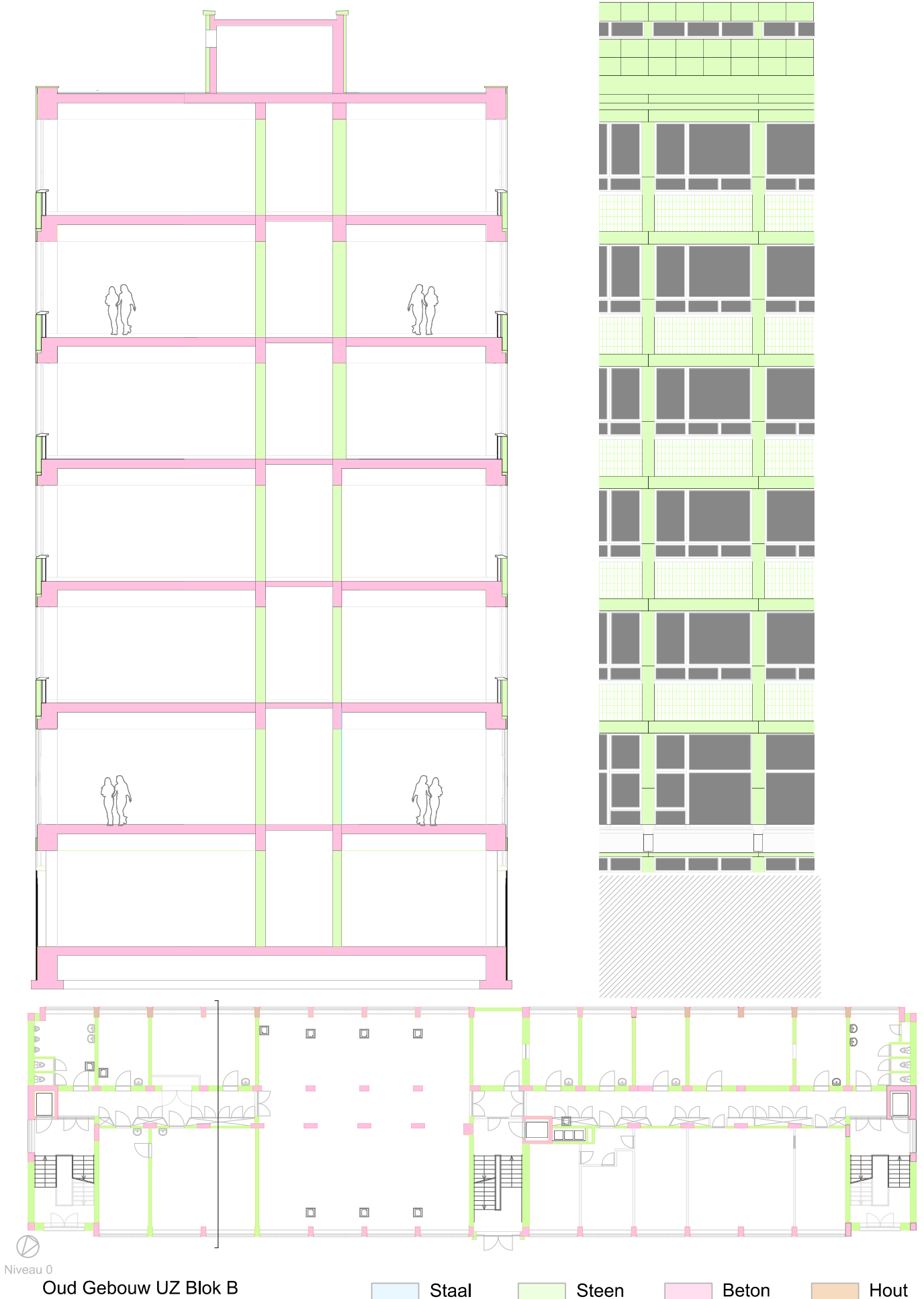
### 3.2.2. Overzicht constructief materiaalgebruik

➤ Oud UZ Blok B:



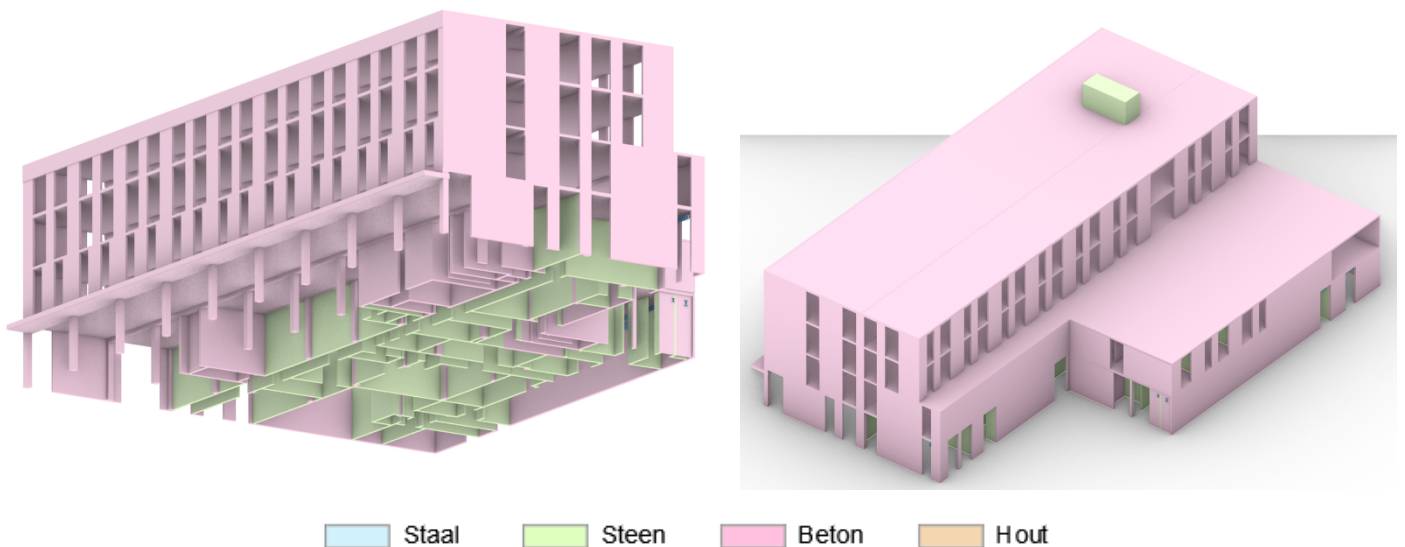
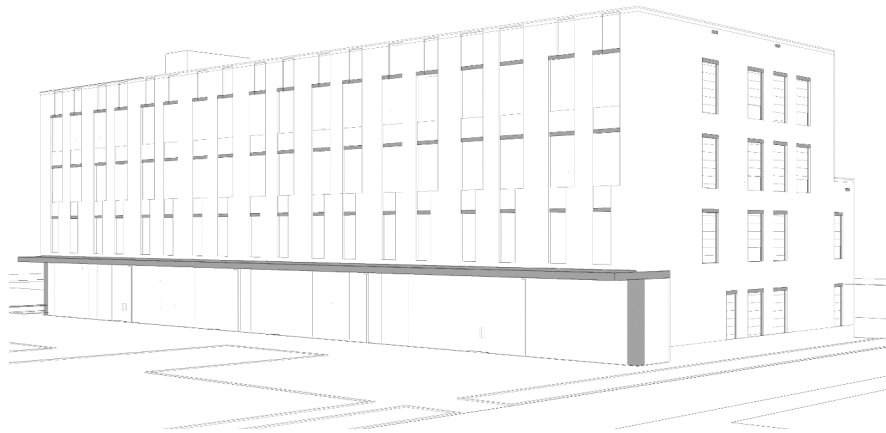
*Figuur 40: Opbouw constructie oud gebouw UZ Blok B*

Het bestaande gebouw UZ Blok B bestaat uit een rechthoekig betonnen volume zoals in bovenstaande figuur 40 gezien kan worden. De basisstructuur omvat een betonnen skeletstructuur van kolommen en balken met betonnen ribbenvloeren en een centrale middenstructuur van kolommen. Verder bestaan de dragende binnenmuren uit metselwerk. Typisch voor universitaire gebouwen uit de jaren '70 wordt er gekozen om de betonnen structuur in de gevel op te vullen met geprefabriceerde terracottapanelen en aluminium enkelvoudige beglazing. Voor de gesloten geveloppervlakken wordt gebruik gemaakt van geconstitueerde stenen. Op basis van ontvangen informatieve documentatieplannen van DGFB werden volgende plannen en sneden in figuur 41 opgemaakt. Men benadrukt hierop de verschillende gebruikte constructiematerialen.



Figuur 41: Overzicht constructief materiaalgebruik oud UZ Blok B

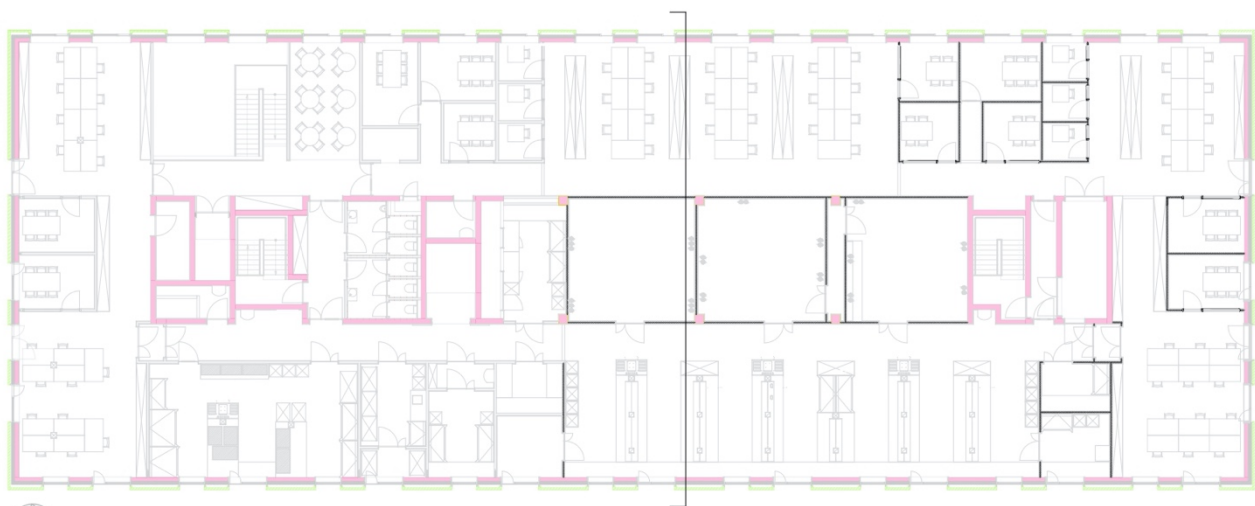
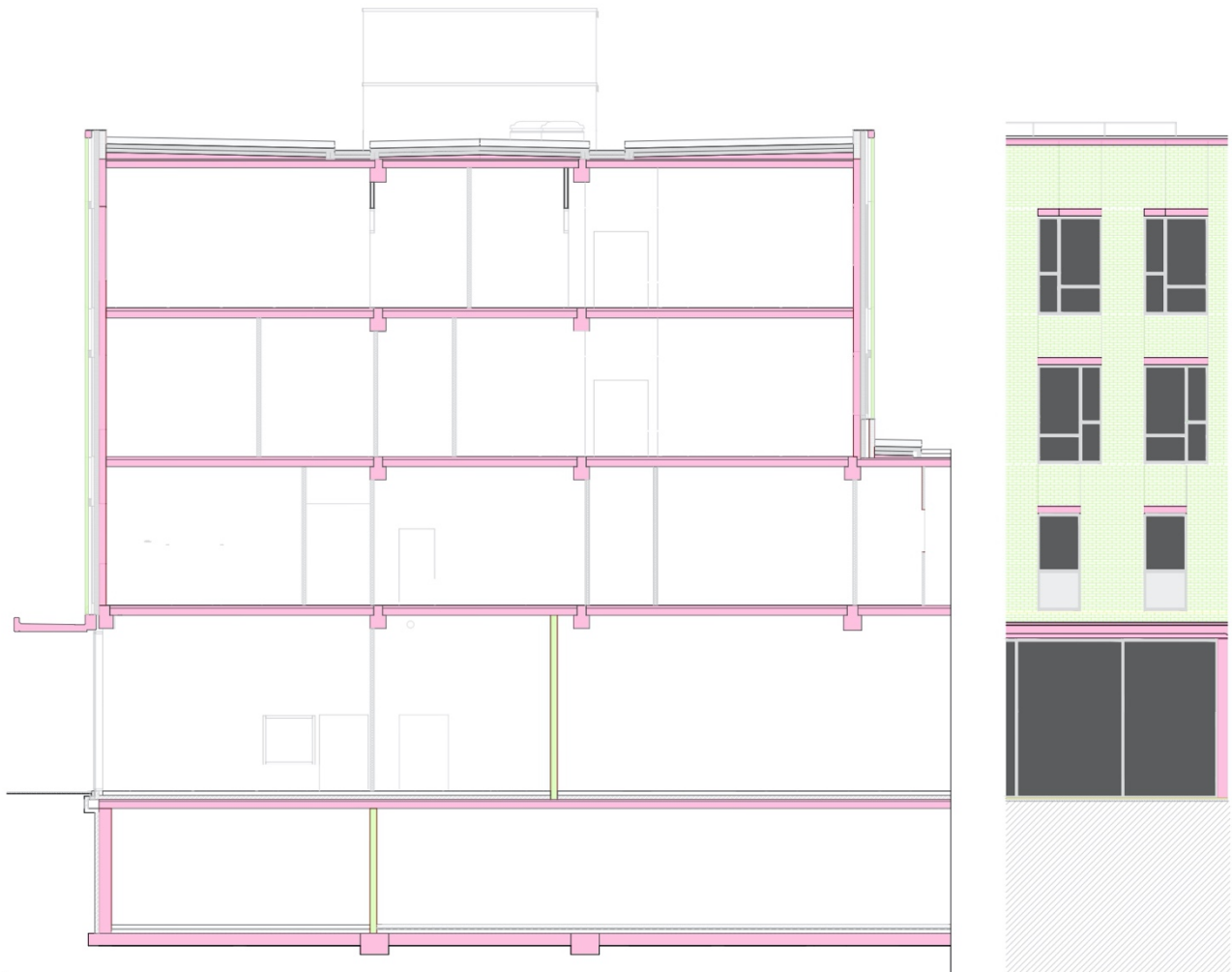
## ➤ Nieuw UZ Blok B:



*Figuur 42: Opbouw constructie nieuwe UZ Blok B*

De structuur van de nieuwe UZ Blok B wordt op basis van een betonnen kolom- en balksysteem opgebouwd. De draagvloeren bestaan uit geprefabriceerde meewerkende betonnen breedplaten (min. 5cm dikte), erna wordt er stortklaar beton opgestort. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van draagvloeren uit geprefabriceerde holle vloerelementen en welfsels uit voorgespannen beton. Voor grotere overspanningen in het lagere volume worden stalen H-liggers gebruikt. Deze zullen nieuwe liggers zijn omdat het heel moeilijk is om dergelijke specifieke materialen te vinden die op het juiste moment beschikbaar zijn, met de juiste afmetingen en eigenschappen. Voor de gevelpanelen wordt gebruik gemaakt van geprefabriceerd sierbeton/ architectonisch beton. De binnenwanden zullen uit dragend metselwerk opgebouwd worden. Op basis van verkregen documentatieplannen en correspondentie met DGFB van UGent en het architectenbureau SVR Architects zijn bijkomende plannen en sneden in onderstaande figuur 43 en 44 opgemaakt die de materialiteit van de constructie-elementen verduidelijken.



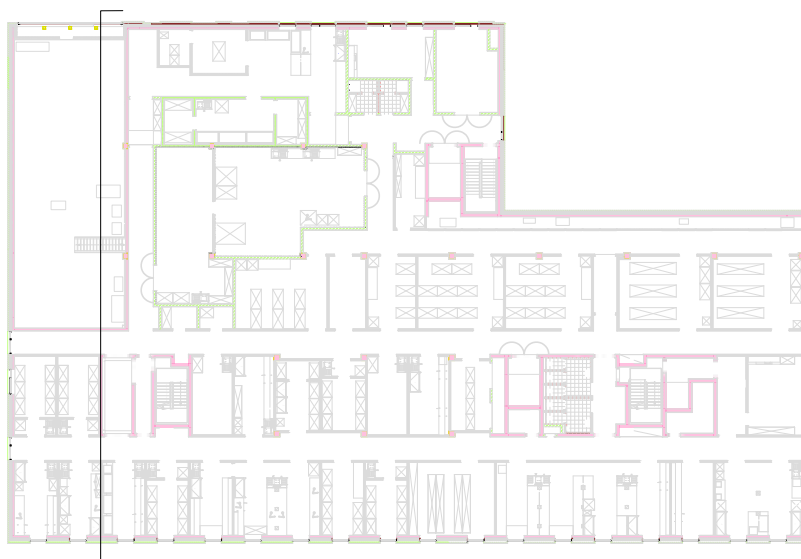
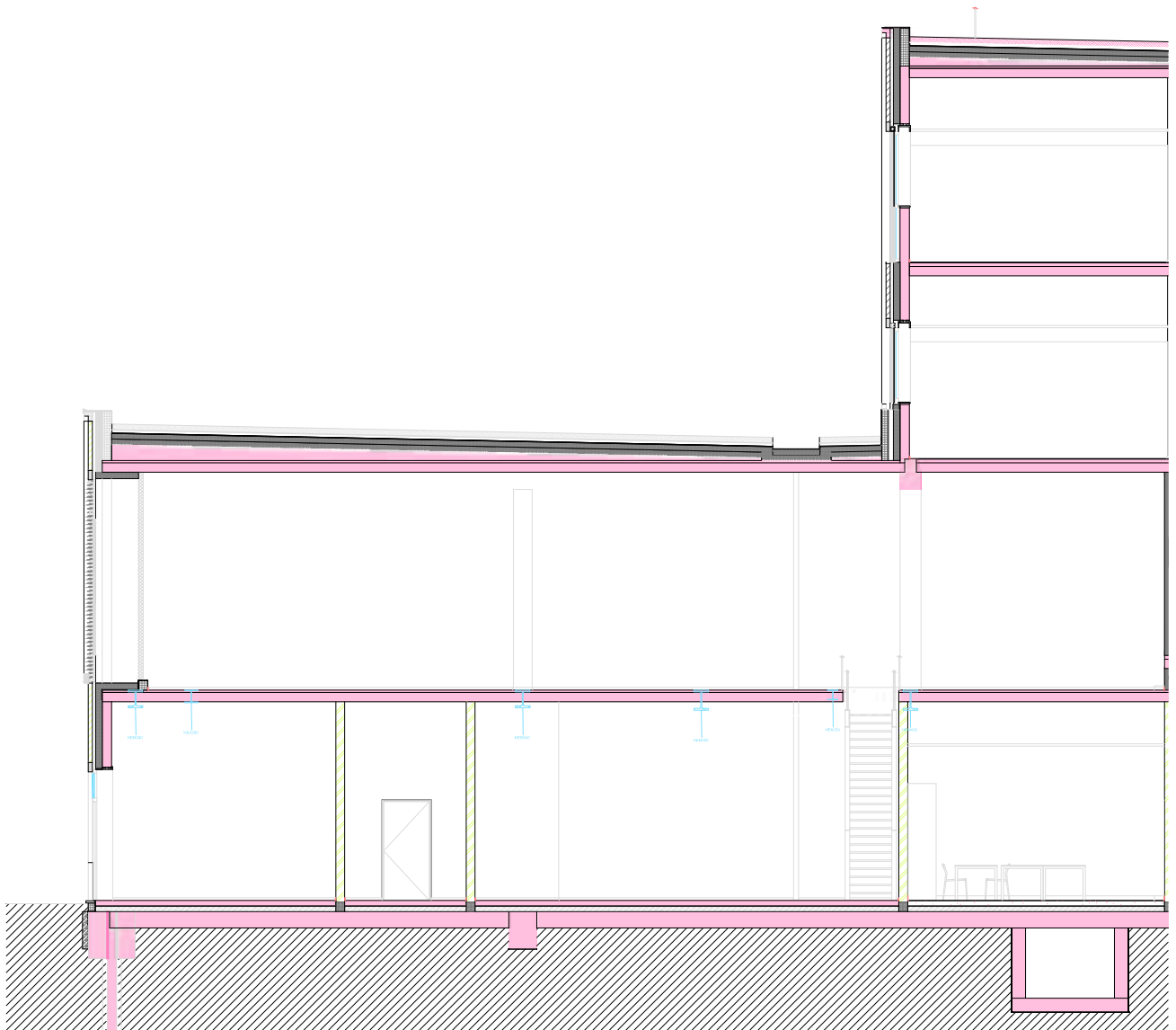


Niveau +2

Nieuwbouw UZ Blok B

Staal
  Steen
  Beton
  Hout

*Figuur 43: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe UZ Blok B*



Niveau +1

Nieuwbouw UZ Blok B

Staal

Steen

Beton


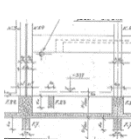

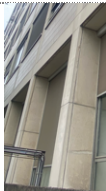

Hout

Figuur 44: Overzicht constructief materiaalgebruik nieuwe UZ Blok B

## DEEL 2: ONDERZOEK






De hergebruikpraktijk van de oude structuurelementen uit UZ Blok B wordt verder geanalyseerd a.d.h.v. de opmaak van een hergebruikinventaris volgens FCRBE in onderstaande tabellen 22 tot 25. Hieraan voegen we een onderzoek over de gebruikte hergebruikcriteria toe alsook adviezen over verdere studies ter stimulatie van de herbruikbaarheid van het oude UZ Blok B.

Tabel 22: Hergebruikinventaris betonnen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent)

UZ BLOK B	Foto	Afmetingen			Element oud gebouw (1970)	Locatie Verdieping	Hoeveelheid		Volume m <sup>3</sup>	Elementen gebruikt in nieuwbouw (nieuw)	Vooronderzoek voor herbruikbaarheid (oud gebouw)	Hergebruikcriteria beton			
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			Eenh.	Aantal							
F U N D E R I N G		6000	1537	25	1. Rechthoekige funderingsplaat	-1	/	1	230,55	1. Funderingsplaat	Betonstudie kwaliteit en staat beton	MATERIAALGEGEVENS  <b>Aanvullende documenten:</b> Van het oude project Blok B zijn er bijkomende documenten over de bekisting van het gewapend beton beschikbaar. Van het nieuwe project is er een gedetailleerd bestek over de uitgekozen materialen waaronder het beton. Hierin worden de gekozen materialen, uitvoering, technische en administratieve bepalingen, meetcode... beschreven. <b>Algemene materiaalggegevens:</b> O.b.v. de verkregen informatieve plannen en sneden kan men een schatting maken van de dimensionering van de wand- en vloeropbouw van het oude project. De locatie van het gebruikt beton is gekend. Alsook kennen we de functie van het gebouw, namelijk leslokalen, laboruimten, kantoren en personeelsruimten. De periode waarin het werd gebouwd is 1970. Van het nieuwe project zijn alle materiaalggegevens aanwezig zoals betonkwaliteit, dichtheidsklasse, BENOR-keurmerk, samenstelling enz. <b>Materiaalhoeveelheid:</b> Aan de hand van de plannen en sneden kan men een inschatting maken van de hoeveelheid gebruikt beton voor het oude project. Ook van het nieuwe project zijn er de nodige plannen en sneden om de materiaalhoeveelheid mee in te schatten. <b>Energetische eigenschappen:</b> In het bestek van het nieuwe project zijn de energetische eigenschappen opgenomen.			
		6000	29	315	2. Funderingsmuren	-1	/	1	54,81	2. Funderingsmuren					
		Diameter: 1 tot 20 cm			3. Gewapende paalfunderingen 65 ton	Niveau -6,57m	Stuks	158	/	3. Schroefpalen					
		Diameter: 21 tot 158 cm				Niveau -5,82m									
S K E L E T		Diameter: 159 tot 194 cm		4. Gewapende paalfunderingen 80 ton	Niveau -5,82m	Stuks	36	/	1. Betonnen skeletstructuur met balken en kolommen	Betonstudie kwaliteit en staat beton  Studie demonteerbaarheid cementmortel					
		65	35	315	1. Vierkante en rechthoekige kolommen (skeletstructuur)	0,+1,+2,+3,+4,+5	Stuks	24			17,20				
		10	10	315											
		110	37	315											
		60	35	315											
	S T R U C T U R		65	55	5800	2. Rechthoekige balken (skeletstructuur)	0,+1,+2,+3,+4,+5	Stuks			14	290,30			
			67	32	5800	3. Rechthoekige balken (skelet parallel)							Stuks	14	174,1
			45,5	32	1537	4. Rechthoekige balken (skelet dwars)							Stuks	34	76,10
			10	8	219	5. Rechthoekige balken (gang dwars)							Stuks	115	19,32


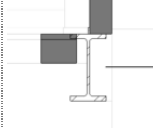
## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 23: Hergebruikinventaris betonnen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent)

UZ BLOK B	Foto	Afmetingen			Element oud gebouw (1970)	Locatie Verdieping	Hoeveelheid		Volume m³	Elementen gebruikt in nieuwbouw (nieuw)	Vooronderzoek voor herbruikbaarheid (oud gebouw)	Hergebruikcriteria	
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			Eenh.	Aantal					
S T R U C T U R  B E T O N		15	52	570	6. In situ gestorte T- liggervloeren (ribbenvloer, trapeziumvormig)	0,+1,+2,+3,+4 ,+5	Stuks	644	286,32	6. Geprefabriceerde breedplaatvloeren	Betonstudie kwaliteit en staat beton	<b>PRAKTISCHE REGELING</b>  <b>Logistiek:</b> Omwille van logistieke problemen werd er beslist eerst een nieuwbouwproject op te bouwen om pas erna te onderzoeken wat er met het oude bestaande gebouw kan gebeuren op het vlak van hergebruik. Een beheersbare logistiek werd onderzocht maar niet gevonden om het hergebruikproces tezamen met het nieuwbouwproject te laten samenlopen. <b>Kosten:</b> DGFB heeft eerst gekeken naar alle mogelijke pistes voor de toekomstvisie van het gebouw en daarbij een gedetailleerde kostenraming gemaakt. Zo hebben ze ervoor gekozen om een nieuwbouwproject voorop te stellen. <b>BIM:</b> Er is een BIM-model aanwezig van het nieuwbouwproject.	
		6000	1537	10	7. Vloerplaat	0,+1,+2,+3,+4 ,+5	Stuks	7	141,54	7. Voorgespannen welfsels	Betonstudie kwaliteit en staat beton		
		Bordes 140	30	5	8. Betonnen trap met granito- afwerking en antislip trapneuzen	-1, 0,+1,+2,+3,+4 ,+5	Stuks	132	27,72	8. Trappen	Betonstudie kwaliteit en staat beton		
		Tredes 140	10	5			Stuks	132	0,924				
		Opp. = 1,942 m²			380	9. Technische koker min deuropening	-1, 0,+1,+2,+3,+4 ,+5	Stuks	3	22,2	9. Nieuwe technische kokers		/
		100	281	20	10. Luifel in sierbeton/architectonisch beton	0	/	/	/	/	10. Draagmuren		Betonstudie kwaliteit en staat beton
		2554	88	10	11. Borstwering	0	/	/	2,25	11. Sierbeton/architecto- nisch beton (nieuw)	Betonstudie kwaliteit en staat beton		
		2554	55	30		0	/	/	4,22				
		2903	88	10		0	/	/	2,55				
		2903	55	30		0	/	/	4,79				
											Demonteerbaarheid		


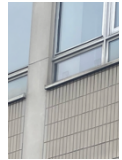

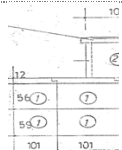
## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 24: Hergebruikinventaris stenen elementen van UZ Blok B (DGFB UGent)

UZ BLOK B	Foto	Afmetingen			Element oud gebouw (1970)	Locatie	Hoeveelheid		Volume m <sup>3</sup>	Elementen gebruikt in nieuwbouw (nieuw)	Vooronderzoek voor herbruikbaarheid (oud gebouw)	Hergebruikcriteria	
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			Verdieping	Eenh.					Aantal
S K E L E T	S T R U C T U R		21	10	5	1. Dragend metselwerk binnenmuren (snelbouwsteen, betonblokken)	-1, 0, +1, +2, +3, +4, +5	/	/	+ 2105	1. Snelbouwsteen binnenmuren	Demonteerbaarheid baksteen van cement zonder schade	<p style="text-align: center;"><b>MATERIAALGEGEVENS</b></p> <p><b>Aanvullende documenten:</b> Van het nieuwe project is er een gedetailleerd bestek aanwezig van de gekozen materialen, uitvoering, technische en administratieve bepalingen, meetcode...  <b>Algemene materiaalgegevens:</b> Door de verkregen plannen en sneden van zowel het oude als het nieuwe gebouw te bestuderen kan men de locatie en gebruik van de stenen bepalen. In het gedetailleerd bestek van het nieuwe project vindt men informatie over de algemene materiaalgegevens terug zoals BENOR-keurmerk, kwaliteitsklasse, uitvoering etc.  <b>Materiaalhoeveelheid:</b> Door de aanwezige documentatie en ter plaatse de dimensionering op te meten, kan men een inschatting maken van hoeveel bakstenen er gebruikt werden in het oude project. Dit proces is zeer arbeidsintensief. Van het nieuwe project kan er via plannen, sneden en het bestek een duidelijk overzicht gevonden worden van de aanwezige materiaalhoeveelheid.  <b>Energetische eigenschappen:</b> In het bestek van het nieuwe project zijn de energetische eigenschappen van de gebruikte bakstenen opgenomen.</p> <p style="text-align: center;"><b>KWALITEIT MATERIAAL</b></p> <p><b>Staat:</b> Via visuele beoordeling in het oude project kan men zien dat de staat van de stenen elementen nog behoorlijk is en weinig tot geen beschadiging zoals breuken of scheuren bevat. Bijkomend onderzoek kan gedaan worden.  <b>Veiligheid en gezondheid:</b> Een asbestonderzoek werd uitgevoerd en de gevaarlijke stoffen zullen eerst uit het oude gebouw verwijderd moeten worden. Het asbest bevindt zich in de verlaagde plafonds, dichtingsvoegen in de gevel, de lijmen van de blauwe branddeuren etc.  <b>Kwaliteitsvol:</b> De nieuwe gebruikte elementen voldoen aan de hedendaagse normen maar niet aan de duurzame aspecten van de ontwerpverplichting 2020 zoals bv. demonteerbaarheid.</p> <p style="text-align: center;"><b>PRAKTISCHE REGELING</b></p> <p><b>Standaardisatie:</b> De snelbouwstenen zijn in standaardmaten aanwezig in zowel het oude als het nieuwe project.  <b>Kosten:</b> DGFB heeft eerst gekeken naar alle mogelijke pistes voor de toekomstvisie van het gebouw en daarbij een gedetailleerde kostenraming gemaakt. Zo hebben ze ervoor gekozen om een nieuwbouwproject voorop te stellen.  <b>Hergebruikinventaris:</b> Door RotorDC werd er een quick audit opgemaakt van onder meer de bakstenen.  <b>Logistiek:</b> Omwille van logistieke problemen werd er beslist eerst een nieuwbouwproject op te bouwen.  <b>BIM:</b> Er is een BIM-model aanwezig van het nieuwbouwproject.</p>
			S T A A L		HEM550 HEM 340 HEM 400 HEM 220 HEA 250			/	+1 (laag volume)	/	/	/	2. Stalen H profielen

## DEEL 2: ONDERZOEK

Tabel 25: Hergebruikinventaris stenen elementen UZ Blok B (DGFB UGent)

BLOK B	Foto	Afmetingen			Element Oud gebouw (1970)	Locatie Verdieping	Hoeveelheid		Volume m <sup>3</sup>	Elementen gebruikt in nieuwbouw (nieuw)	Vooronderzoek voor herbruikbaarheid (oud gebouw)	Hergebruikcriteria oud gebouw
		L [cm]	B [cm]	H [cm]			Eenh.	Aantal				
NIET-DRAGENDE HUIDGEVEL		219	127,5	5	1. Geconstitueerde steen kleur euville	0,+1,+2,+3,+4,+5	Stuks	+ 280	39,10	1. Gevelmetselwerk kleur wit – dunbedmortel	Studie naar demonteerbaarheid cementmortel zonder teveel schade Kwaliteit en staat controleren	<p style="text-align: center;"><b>MATERIAALGEGEVENS</b></p> <p><b>Aanvullende documenten:</b> Van de oude Blok B zijn er aanvullende documenten aanwezig met informatie over de gebruikte stenen gevelpanelen. Voor het nieuwbouwproject is een gedetailleerd bestek aanwezig van de gekozen materialen in de gevel met uitvoering, technische en administratieve bepalingen, meetcode...</p> <p><b>Algemene materiaalggegevens:</b> De gebruikte stenen kunnen ter plaatse opgemeten worden om meer informatie te krijgen over het materiaal. We kennen de locatie en het gebruik. Er zijn aanvullende plannen met de gebruikte afmetingen van de gevelelementen. In het nieuwe project zijn alle materiaalggegevens aanwezig, zoals kwaliteitsklasse, uitvoering, montage, ...</p> <p><b>Materiaalhoeveelheid:</b> Door de aanwezige documentatie en ter plaatse de dimensionering te bepalen, kan men een schatting opmaken van hoeveel materiaal gebruikt werd. Ook in het nieuwe project is een duidelijk overzicht aanwezig van de materiaalhoeveelheid o.b.v. plannen en sneden.</p> <p><b>Energetische eigenschappen:</b> In het bestek van het nieuwe project zijn de energetische eigenschappen beschikbaar.</p> <p style="text-align: center;"><b>KWALITEIT MATERIAAL</b></p> <p><b>Staat:</b> Via visuele beoordeling kan men zien dat de staat van de stenen elementen nog behoorlijk is en er weinig tot geen beschadiging aanwezig is zoals breuken of scheuren. Bijkomend onderzoek kan gedaan worden.</p> <p><b>Veiligheid en gezondheid:</b> Een asbestonderzoek is uitgevoerd en de gevaarlijke stoffen worden eerst verwijderd uit het gebouw.</p> <p><b>Kwaliteitsvol:</b> Nieuwe gebruikte elementen in het nieuwe project voldoen aan hedendaagse normen.</p> <p style="text-align: center;"><b>PRAKTISCHE REGELING</b></p> <p><b>Standaardisatie:</b> De bakstenen in de gevel als de geconstitueerde gevelstenen zijn in standaardmaten aanwezig.</p> <p><b>Bereikbaarheid lagen en verbindingen:</b> Deze elementen bevinden zich in de buitenste laag, waardoor ze makkelijk bereikbaar zijn.</p> <p><b>Kosten:</b> DGFB heeft eerst gekeken naar alle mogelijke pistes voor het gebouw en daarbij een gedetailleerde kostenraming gemaakt. Zo hebben ze ervoor gekozen om een nieuwbouwproject voorop te stellen.</p> <p><b>Hergebruikinventaris:</b> Door ROTORDC werd een quick audit opgemaakt van de stenen gevelelementen.</p> <p><b>Logistiek:</b> Er werd beslist omwille van logistieke problemen een nieuwbouwproject te voorzien. Er werd dus grondig naar een beheersbare logistiek gekeken.</p> <p><b>BIM:</b> Er is een BIM-model aanwezig van het nieuwbouwproject.</p>
		360	40	5			Stuks	192	13,824			
		40	180	5			Stuks	360	129,6			
		24	/	12	2. Terracotta gevelpaneel	0,+1,+2,+3,+4,+5	/	/	5376			
			2500 2600	10	12	2. Blauwe hardsteen	0,+5	/	/	0,0612		
	92,5	60	5	3. Geconstitueerde steen silex oppervlak	+5	Stuks	+ 446	123,77				

In onderstaande tabel 26 vatten we de toegepaste hergebruikcriteria van UZ Blok B samen.

Tabel 26: Hergebruikpotentieel constructiematerialen gebouw UZ Blok B. In dit vergelijkingskader past men de hergebruikcriteria uit hoofdstuk 1 toe op de constructiematerialen van het project in studiefase UZ Blok B uit hoofdstuk 3. Ook hier wordt er een kleurencode gebruikt. 6/6 actoren = *fel groen*. 5/6 actoren = *oranje*. 4/6 actoren = *blauw*. 3/6 actoren = *paars*. 2/6 actoren = *zwart*. 1/6 actoren = *rood*. 0/6 actoren is *grijs* gearceerd.

Hergebruikpotentieel	Oud project: UZ Blok B					Nieuw project: UZ Blok B			
	Snelbouwsteen (3/9)	Gevel- Steen (3/9)	Beton (3/9)	Staal (0/9)	Hout (0/9)	Baksteen (4/9)	Beton (4/9)	Staal (4/9)	Hout (0/9)
<b>1. Materiaalgegevens:</b>									
1. Aanvullende (historische) documenten, technische fiches	X	X	X			X	X	X	
2. Algemene materiaalgegevens (Dimensionering, merk, certificatie, samenstelling, locatie, bouwjaar, gebruik...)	X	X	X			X	X	X	
3. Materiaalhoeveelheid	X	X	X			X	X	X	
4. Energetische eigenschappen						X	X	X	
5. Technische levensduur									
6. Digitale Databank/ kadaster									
7. Label/QR-code, ID									
8. Contractuele overeenkomst									
9. GIS-instrumenten									
<b>2. Materiaalwaarde:</b>	(0/3)	(0/3)	(0/3)			(0/3)	(0/3)	(0/3)	
1. Economische waarde									
2. Circulaire waarde									
3. Erfgoedwaarde									
<b>3. Kwaliteit materiaal:</b>	(2/3)	(2/3)	(2/3)			(1/3)	(1/3)	(1/3)	
1. Staat	X	X	X						
2. Kwaliteitsvol						X	X	X	
3. Veiligheid en gezondheid	X	X	X						
<b>4. Praktische regeling:</b>	(4/18)	(4/18)	(2/18)			(2/18)	(1/18)	(2/18)	
1. BIM						X	X	X	
2. Logistiek (transport en opslag)	X	X	X						
3. Standaardisatie (afmetingen)	X	X				X			
4. Kosten	X	X	X						
5. Hergebruikinventaris	X	X							
6. Toepassingsvereisten								X	
7. Aanpasbaarheid									
8. Bereikbaarheid lagen en verbindingen									
9. Lange termijnvisie									
10. Testprocedures									
11. Montage									
12. Demonteerbaar									
13. Onderhoud									
14. Tijdsduur hergebruikproces									
15. Materiaalpaspoort									
16. Controle/ beheer hergebruikketen									
17. Reparatie-/ restauratiemogelijkheden									
18. Online verkoopplaats									
<b>TOTAAL</b>	(9/33) = 27,27%	(9/33) = 27,27%	(7/33) = 21,21%	/	/	(7/33) = 21,21%	(6/33) = 18,18%	(7/33) = 21,21%	/

Net zoals bij Paddenhoek kan uit het voorgaand samenvattend overzicht opgemerkt worden dat het hergebruikpotentieel van de verschillende constructiematerialen eerder laag is. De bestaande *betonstructuur* van het oude gebouw heeft een potentieel van 21,2 %. Momenteel werd er voor dit project enkel een snelle visuele inspectie uitgevoerd, en worden er bijkomende onderzoeken over de staat en de kwaliteit aangeraden. Dit verklaart het beperkte potentieel. De *bakstenen prefab-elementen en gevelstenen* bevatten elk 27,27 % hergebruikpotentieel. Ook dit percentage is niet hoog en is voornamelijk te wijten aan de aanwezigheid van de te harde cementmortel wat de demonteerbaarheid bemoeilijkt. Ook hier worden bijkomende onderzoeken over de bepaling van de demonteerbaarheidsgraad geadviseerd. Deze graad wordt bepaald op basis van de vastheid tussen de materialen en de bijhorende demontagekosten. Indien deze graad te laag ligt, kunnen deze baksteengehelen eventueel nog versneden worden en zo op de hergebruikmarkt terecht komen. *Staal en hout* komen hier niet als constructiemateriaal aan bod.

In het nieuwe project blijkt het hergebruikpotentieel voor *beton* (18,18%), *steen* (21,21%) en *staal* (21,21%) eveneens eerder laag te zijn. Dit komt vooral doordat het gebouw volgens een niet demonteerbare traditionele bouwwijze werd ontworpen. Ook werden er geen herbruikbare materialen uit het bestaande gebouw opgenomen. De afwezige opslagmogelijkheden, dure ontmanteling en de huur van werkruimte bleken een te hoge financiële kost om het hergebruikverhaal te laten primeren boven de bouw van een nieuwe UZ Blok B.

Bij de materiaalgegevens blijkt ook hier dat algemene gegevens, aanvullende documenten en materiaalhoeveelheid topprioriteit te zijn. Kwaliteit en staat van het gebouw, rekening houdend met veiligheid en gezondheid blijken eerder aan de orde te zijn bij het oudere project dan het nieuwe project. In zowel het oude als het nieuwe gebouw is er geen erfgoedwaarde aanwezig. Ook hier is bij de praktische regeling een andere volgorde ontstaan. BIM, logistiek, standaardisatie en kosten blijken bovenaan de lijst te staan in deze projecten. Dit komt omdat DGFB in dit project vooral moest zoeken naar een logistieke oplossing voor de kantoor- en laboruimten van verschillende mensen die in het gebouw werken en voor wie er uiteindelijk geen tijdelijke vervangruimte gevonden kon worden. Over montage en demontage is weinig geweten. Verder onderzoek is nodig om het hergebruikpotentieel correct te bepalen. Daarnaast zijn ook bijkomende studies nodig om de kwaliteit grondig te testen. Montage, demontage, aanpasbaarheid, onderhoud, tijdsduur van het hergebruikproces, materiaalpaspoort, controle van de hergebruikketen, (online) verkoopplaatsen en reparatie-/restauratiemogelijkheden kwamen in beide gevallen nog niet aan bod. Dat brengt het totaal op 20 ongebruikte criteria op een totaal van 33.

Zo komen we tot de slotsom dat hergebruik van constructiematerialen bij UZ Blok B zowel in situ op de campus als ex situ een uitdaging zal vormen. Bijkomend onderzoek moet plaatsvinden om te kijken of de elementen al dan niet makkelijk te demonteren zijn en of de financiële kost hiervoor niet te hoog zal oplopen. Ook de staat en kwaliteit van de verschillende elementen moet getest worden om te weten of hergebruik mogelijk is. In eerste instantie lijkt het opportuun om na dit bijkomend onderzoek in te zetten op materialen waarvoor actueel een hergebruikmarkt aanwezig is (ex situ buiten UGent) of die ook in andere naoorlogse UGent gebouwen voorkomen (ex situ binnen UGent). Toch merken we op dat het eenvoudiger is om interieur – en afwerkingsmaterialen, onderzocht in deel 2: Hergebruikpraktijken aan de UGent, te hergebruiken vanwege het groter hergebruikpotentieel (42,42%). Constructieve materialen bezitten het nadeel dat de technische kwaliteit en staat gegarandeerd moet zijn bij hergebruik. Ook de demontage is complexer dan bij losse elementen of afwerkingsmaterialen die gemakkelijk bereikbaar zijn. Ook rijst de vraag of de Universiteit bij het ontwerp van het nieuwe project niet meer duurzame materialen kon integreren. Hoewel de ontwerprichtlijn 2020 van de UGent inzet op duurzaam bouwen, blijkt de nieuwbouw eerder een kopie te zijn van het oude gebouw, waarbij weinig tot geen rekening gehouden werd met duurzame bouwmethodes. Dit is teleurstellend omdat dit het hergebruikpotentieel voor de toekomst hypothekeert.



Met behulp van voorgaande inventarisatie werd een overzicht bekomen van de constructiematerialen die werden toegepast in Blok B voor zowel het oude als het nieuwe project. Er werd een onderscheid gemaakt tussen het skelet en de huid van het gebouw. De structuur van de oude Blok B bestaat voornamelijk uit een betonnen skeletstructuur van balken en kolommen. De binnenmuren bestaan uit dragend metselwerk met een afwerkingslaag uit witte klinkaardstenen. Onder de huid bij blok B worden ook alle soorten stenen geanalyseerd (geconstitueerde Euvillesteen, terracotta-sandwichpanelen, geconstitueerde silexsteen) vanwege de grote aanwezigheid ervan op de campus. Deze elementen lijken op het eerste zicht niet herbruikbaar omdat er in de dichtingsvoegen asbest aanwezig is en de te harde cementmortel demonteren onmogelijk maakt. Men heeft bewust voor een nieuwbouwproject gekozen (zie inleiding), waardoor er enkel nieuwe materialen in het project worden geïntegreerd. De structuur hiervan bestaat wederom uit een betonnen skelet van balken en kolommen. De gevelsteen bestaat uit gevelmetselwerk met strengpersstenen in wild verband om de detaillering van inspringingen te onderlijnen. Dit zorgt ervoor dat het gebruik van ClickBrick-bakstenen die volgens een rechte lijn gestapeld worden niet mogelijk was.

Van het oude gebouw Blok B wordt er voorlopig nog niets hergebruikt. Men wacht tot de nieuwbouw klaar is zodat het personeel snel kan switchen van het ene gebouw naar het andere. Op die manier moet men geen extra kosten maken om andere kantooruimten etc. te gaan huren. Momenteel zijn grote delen wel al afgeplakt met plastic en tape om vallend asbest in de laboruimten en gangen tegen te houden. Deze ruimten worden daardoor niet gebruikt. Van zodra de nieuwbouw af is, wordt het oude gebouw leeggemaakt en dan pas afgebroken. Afhankelijk van wat de sloper adviseert, kan de betonstructuur tot granulaten verwerkt worden. De betonstructuur werd namelijk niet als herbruikbaar geacht omdat de tijdelijke huisvesting van de vakgroepen en het aanpassen van de structuur niet goedkoper bleek te zijn dan een nieuwbouw. Ook de Paddenhoek zal moeten worden ontmanteld en al het materiaal zal eruit moeten gehaald worden en gestockeerd worden. Over dit project op campus aula werden echter nog geen publieke documenten opgesteld. Wat wel al zeker is dat de betonnen structuur zal worden hergebruikt en zal worden uitgebreid met een CLT-constructie.

De stalen H-liggers in Blok B zijn volledig nieuw gefabriceerd. Voor een dergelijk project is het moeilijker om het geschikte materiaal met de juiste dimensies en eigenschappen op het juiste moment beschikbaar te hebben. De stalen elementen van dit project omvatten namelijk geen standaard maatvoeringen. Dat maakt het moeilijker om hiervoor iets te vinden op de hergebruikmarkt. Een constante up-to-date inventaris waarmee er rekening wordt gehouden van in het begin van het ontwerp zou dit kunnen verhelpen. De grootste uitdaging wordt een oplossing bieden op grotere schaal voor budgettaire en logistieke hindernissen.

### 3.3. Vergelijking tussen UZ Blok B en Paddenhoek

#### 3.3.1. Overzicht materiaalcategorieën en materiaalopbouw

Tabel 27: Materiaalvergelijking casestudies oude gebouwen

Oude gebouwen	UZ Blok B (1970)	Paddenhoek 5 (1963-1968)	Materiaalvergelijking	
S K E L E T T U U R	B E T O N	1. Funderingsplaat (rechthoekig)	1. Funderingsplaat ((klein) rechthoekig, trapezium)	Beide gebouwen steunen op een betonnen funderingsplaat die onderdeel is van een betonnen skeletstructuur. Bij blok B maakt men gebruik van 2 soorten paalfunderingen. De ene is 65 ton en de andere 80 ton. Bij Paddenhoek gebruikt men enkel een funderingsplaat en kolommen in de kelder ter ondersteuning van de bovenliggende verdiepingen. Zowel van UZ blok B als Paddenhoek 5 zijn er oude bekistingsplannen beschikbaar. Op basis hiervan kan men de materiaalhoeveelheid en dimensionering inschatten.
		2. Funderingsmuren (29 cm)	2. Funderingsmuren (dikte 30 à 45 cm)	
		3. Gewapende paalfunderingen (65 en 80 ton)	3. Vierkante kelderkolommen	
	B E T O N	1. Vierkante en rechthoekige kolommen	1. T-vormige, vierkante, rechthoekige, trapeziumvormige, tapsvormige kolommen	UZ Blok B is volgens een betonnen skeletstructuur van kolommen en balken rond een centrale middenbeuk opgebouwd. Bij Paddenhoek 5 draagt de betonstructuur van gevel tot gevel. Beiden bevatten vierkante en rechthoekige kolommen en dwarse en parallelle rechthoekige balken t.o.v. de ribbenvloer. Hiervan werden de T-liggers in beide gevallen in situ gestort. Deze vormen de ribbenvloer. Zowel Paddenhoek 5 als UZ Blok B beschikken over een betonnen trap met granito-afwerking.
		2. Dwarse en parallelle rechthoekige balken	2. Dwarse en parallelle rechthoekige balk t.o.v. ribbenvloer	
		3. In situ gestorte T-liggervloeren (ribbenvloer, trapezium)	3. In situ gestorte T-liggervloeren (ribbenvloer, trapezium)	
		4. Vloerplaat	4. Betonvloer boven de ribben	
		5. Trap met granito-afwerking en antislip trapneuzen	5. Betonnen trap met granito-afwerking	
		/	6. In situ gestort betonnen binnenspouwblad met raamschoten	
		/	7. Gemene muur	
		8. Technische koker	8. Technische koker	
/		9. Muren trappenhal		
10. Luifel		/		
11. Borstwering	/			
H O U T	/	1. Verloren bekisting onderzijde T-liggers van de ribbenvloer	Paddenhoek 5 vindt haar eigenheid in de kenmerkende tapsvormige betonnen kolommen en in situ gestort binnenspouwblad. Deze blijven afwezig in UZ Blok B.	
	1. Dragend metselwerk binnenmuren (snelbouwsteen, betonblokken)	/		
	/	1. Stalen buitenvluchttrap (bordes, trede, O-ligger, L-ligger)		
S T A L	/	2. Stalen overdekking fietsenstalling (kolom, ondersteuningselement, balk, U-profiel (buitenrand en intern)		
	/	3. Stalen kolommen met ankerbouten (bout, I-kolom, moer, klinknagel)		
	/	/		
N I E T - D R A G E N D G E V E L	1. Geconstitueerde steen kleur euville (borstwering, plinten, gevelpaneel)	1. Licht geglaazuurde baksteen	Beide gevels werden hoofdzakelijk met bakstenen afgewerkt en dragen aluminium buitenschrijnwerk in zich. De mastieken van de aluminium ramen en de dichtingsvoegen bevatten asbest. De gevelelementen worden niet hergebruikt door de aanwezigheid van een te harde cementmortel. Bij demontage zouden te veel bakstenen/panelen beschadigd raken. De mortel hangt te vast aan de baksteen. Deze gevelelementen dragen geen specifieke erfgoedwaarde in zich. Zo zijn er geen specifieke eisen naar behoud ervan geëist. De afwerking van de plint bestaat zowel in Paddenhoek als bij Blok B uit natuursteen. De blauwe natuursteen van de plint en andere geveldelen bij Paddenhoek wordt als waardevol geacht en zal tot kleinere granulaten verwerkt worden om te recupereren in het nieuwe prefab zichtbeton voor de luifels en andere gevelelementen.	
	2. Prefabelement met terracottabekleding (gevelpaneel)	2. Natuursteen gevelelement onder raam		
	3. Geconstitueerde steen silex oppervlak	/		
	4. Blauwe hardsteen (plint, deksteen)	4. Blauwe hardsteen (plint, geveltegels)		

Tabel 28: Materiaalvergelijking casestudies nieuwe gebouwen

Nieuwe gebouwen		UZ Blok B	Paddenhoek 5	Materiaalvergelijking
FUNDERING	BETON	1. Betonnen funderingsplaat (rechthoekig)	1. Betonnen funderingsplaat ((klein) rechthoekig, trapezium)	Naast de bestaande funderingsplaat van Paddenhoek 5, zal men ten voordele van de stabiliteit van de nieuwe aanbouw van micropalen gebruik maken. De bovenste grondlaag van 5 m is immers weinig draagkrachtig. Dit lijkt de meest gangbare optie aangezien het binnenplein te moeilijk te bereiken is voor andere soorten graafmachines. Bij het nieuwe gebouw Blok B bouwt men de fundering op basis van schroefpalen op.
		2. Funderingsmuren (dikte 30 cm)	2. Funderingsmuren (dikte 30 à 45 cm)	
		4. Schroefpalen	3. Vierkante kolommen kelder	
		/	4. Micropalen CLT-structuur	
SKELTUUR	BETON	/	5. Funderingsblokken micropalen	Er werd een betonstudie uitgevoerd van de betonnen draagstructuur Paddenhoek 5. Deze studie bevestigt de toekomstige draagkrachtigheid van de constructie. Deze wordt opnieuw gebruikt in het nieuwe project. Er wordt zo weinig mogelijk veranderd aan de bestaande betonstructuur vanwege de goede positionering van de trappen, liften en technische schachten. De draagstructuur laat een relatief vrije indeling toe. Toch worden alle oorspronkelijke betonnen trappen eruit gehaald en bepaalde delen toegemaakt. De nieuwe trappen zijn in zichtbaar blijvend beton met ingegoten antislip trapneuzen. De betonnen ribbenvloer laat men zichtbaar. Er komt enkel nog een akoestisch pleister op. Van blok B wordt er geen beton hergebruikt voor het nieuwe gebouw. Wel gebruikt men nieuwe betonnen voorgespannen welfsels, prefab-breedplaatvloeren, draagmuren en technische kokers. Ook maakt men gebruik van binnenmuren uit snelbouwstenen en overspanningen met stalen H-liggers. Dit laatste vindt men niet terug in de nieuwe Paddenhoek.
		/	6. Funderingsblokken luifelkolommen	
		/	1. T-vormige, vierkante, rechthoekige, tapsvormige en trapeziumvormige kolommen.	
		3. Voorgespannen betonnen welfsels	2. Dwarse of parallelle rechthoekige balk t.o.v. ribbenvloer	
		4. Geprefabriceerde breedplaatvloeren	3. In situ gestorte T-liggervloeren (ribbenvloer, trapezium)	
		5. Nieuwe technische kokers	4. Betonvloer boven de ribben	
		6. Betonnen trappen	5. Nieuwe technische kokers	
		/	6. Betonnen trap met antislip trapneuzen.	
		/	7. Het volume aan bestaande betonmuur t.h.v. gevel wordt aangepast met betonblokken.	
		/	8. 2 externe verticale betonmuren blijven behouden.	
		/	9. De gemene muur wordt behouden.	
		/	10. De muren rondom de trappenhal ondergaan aanpassingen	
		12. Dragende muren	11. Opvulling van de raamschoten met betonblokken bovenop aangepast raamschotgedeelte	
		/	12. T.h.v. gelijkvloers worden er nieuwe betonblokmuren opgebouwd.	
		/	13. De nieuwe CLT-structuur wordt voorzien van betonnen kolommen en draagmuren op het gelijkvloers.	
HOUT	HOUT	/	14. Luifel met rand	Daarnaast bouwt men bij de Paddenhoek een nieuwe aanbouw. De nieuwe structuur van de Paddenhoek bestaat hoofdzakelijk uit een lichte, demontabele CLT-constructie. Alsook maakt men gebruik van een betonnen scheidingsmuur. Deze wordt gebouwd tegen de bestaande buitenmuur tot en met de hoogte van de bestaande muur. Van zodra deze hoogte bereikt is, bouwt men er de CLT-scheidingsmuur op aan. Verder steunt de CLT-constructie op betonnen kolommen en muurtjes op het gelijkvloers. Ter hoogte van de scheiding gang en werkruimte bevinden er zich houten kolommen en een houten breedplaatstelsel als vloer die op de gevel, de vernoemde kolommen en de gemene muur steunt. Daarentegen houdt de structuur van de nieuwe UZ Blok B een betonnen kolom- en balkstructuur in. De draagvloeren bestaan uit een bekisting van geprefabriceerde meewerkende betonnen breedplaten (min. 5cm dikte) en erna wordt er stortklaar beton opgestort. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van draagvloeren uit geprefabriceerde holle vloerelementen, welfsels, uit voorgespannen beton. Om grote overspanningen mee te overbruggen maakt men in UZ Blok B gebruik van nieuwe prefab-H-liggers. Ook in de Paddenhoek maakt men gebruik van stalen elementen (I-kolommen) in de herwerkte Paddenhoek 5.
		/	15. Kolomondersteuning van de luifel.	
		/	1. Verloren bekisting Onderzijde T-liggers van de ribbenvloer	
		/	2. Prefab CLT-constructie (nieuw)	
STEELEN	STEELEN	1. Snelbouwsteen binnenmuren	/	De bakstenen van het nieuwe gebouw UZ Blok B worden met een cementmortel gestapeld. Dit zal ervoor zorgen dat de bakstenen naar de toekomst toe weinig demonteerbaar zullen zijn. Men kon hier geen ClickBrick-bakstenen gebruiken omwille van terugtrekkingen in de gevel en men stond er toen bij de opmaak van het ontwerp niet bij stil. Daarentegen is de baksteen van de Paddenhoek een ClickBrick-baksteen die gestapeld wordt volgens een demonteerbaar droogstapelsysteem. Hiervoor gebruikt men rvs-klemmen. De blauwe natuursteen van de oorspronkelijke gevels worden verwerkt tot granulat. Deze worden gebruikt in het nieuw prefab architectonisch beton voor de nieuwe betonnen plinten, zitbanken, zonnewering of luifel. Het zorgt voor een blauwere uitstraling van het beton.
		/	3. Eventuele vluchtrap in CLT (nieuw)	
		/	4. Houten dakopstand beton gebouw Paddenhoek 5	
HUIDGEVULDE	BETON	/	1. Stalen kolommen met ankerbouten (bout, I-kolom, moer, klinknagel)	De bakstenen van het nieuwe gebouw UZ Blok B worden met een cementmortel gestapeld. Dit zal ervoor zorgen dat de bakstenen naar de toekomst toe weinig demonteerbaar zullen zijn. Men kon hier geen ClickBrick-bakstenen gebruiken omwille van terugtrekkingen in de gevel en men stond er toen bij de opmaak van het ontwerp niet bij stil. Daarentegen is de baksteen van de Paddenhoek een ClickBrick-baksteen die gestapeld wordt volgens een demonteerbaar droogstapelsysteem. Hiervoor gebruikt men rvs-klemmen. De blauwe natuursteen van de oorspronkelijke gevels worden verwerkt tot granulat. Deze worden gebruikt in het nieuw prefab architectonisch beton voor de nieuwe betonnen plinten, zitbanken, zonnewering of luifel. Het zorgt voor een blauwere uitstraling van het beton.
		1. I-liggers (overspanning grote ruimtes laag gebouw)	/	
		1. Sierbeton/ architectonisch beton	1. Downcycling blauwgrijze natuurstenen plint en gevelstenen tot blauwgrijze betonnen plint, zitbank, zonnewering (nieuw + laagwaardig hergebruik)	
GEVEL	STEELEN	1. Gevelmetselwerk kleur wit - dunbedmortel	1. Lichtkleurige Clickbrick baksteen (Wienerberger) (nieuw)	De bakstenen van het nieuwe gebouw UZ Blok B worden met een cementmortel gestapeld. Dit zal ervoor zorgen dat de bakstenen naar de toekomst toe weinig demonteerbaar zullen zijn. Men kon hier geen ClickBrick-bakstenen gebruiken omwille van terugtrekkingen in de gevel en men stond er toen bij de opmaak van het ontwerp niet bij stil. Daarentegen is de baksteen van de Paddenhoek een ClickBrick-baksteen die gestapeld wordt volgens een demonteerbaar droogstapelsysteem. Hiervoor gebruikt men rvs-klemmen. De blauwe natuursteen van de oorspronkelijke gevels worden verwerkt tot granulat. Deze worden gebruikt in het nieuw prefab architectonisch beton voor de nieuwe betonnen plinten, zitbanken, zonnewering of luifel. Het zorgt voor een blauwere uitstraling van het beton.
		2. Gevelbekleding natuursteen	/	

Door 2 naoorlogse gebouwen van de jaren '60, '70 met elkaar te vergelijken verkrijgt men een beter inzicht in hun gebruik van constructiematerialen. Zo blijkt binnen het bestaande naoorlogse UGent-patrimonium hergebruik van het betonskelet niet evident te zijn. Vaak zijn de gebouwen zo ontworpen dat demontage ervan niet kan plaatsvinden. Daarom is het eerder aangewezen om de bestaande skeletstructuur te laten staan en hierrond een nieuwe mantel rond op te bouwen of de draagconstructie te downcyclen. (Hindernis demontageprobleem)

Vandaag de dag is de Universiteit van Gent reeds bezig met het onderzoeken van de hergebruikmogelijkheden van constructieve elementen, maar kan men stellen dat ze tot op heden niet weet hoe ze dit het best kan aanpakken zonder externe partijen erbij te betrekken. Dat kan men al bij de twee projecten die nog in studiefase zitten, opmerken. Dit is dan ook zeker geen verkeerde werkwijze. Enerzijds is en blijft UGent een kennisinstelling die hiervoor onvoldoende praktische expertise bezit. Het is dan een juiste zet om gespecialiseerde bedrijven erbij te betrekken om een zo vlot mogelijk hergebruikproces op te starten. Anderzijds kan er via onderzoek aan UGent kennis worden ontwikkeld om hiermee een eigen spin-off te lanceren rond het hergebruik van een bepaald soort (constructie)materiaal. Naar de toekomst toe zal het verhaal omtrent recuperatie steeds prangender worden om grote financiële kosten te kunnen drukken. Over 10 jaar verwacht men dan ook dat er meer gespecialiseerde bedrijven op de hergebruikmarkt aanwezig zullen zijn. Ontmantelingen zijn niet meer dan een omgekeerde bouwwerf. Als er nieuwe gebouwen gebouwd kunnen worden, moeten deze ook gedemonteerd kunnen worden. Het verschil zit voornamelijk in een grotere afvoer die direct van de ene naar de andere site getransporteerd zal moeten worden om de kosten zo beperkt mogelijk te houden. Ook speelt de aanwezigheid van een bestaande hergebruikmarkt hierin een heel belangrijke rol waarin men eerst het geld op tafel moet kunnen leggen vooraleer men de werken kan laten starten. (Bron: correspondentie Lionel Devlieger)

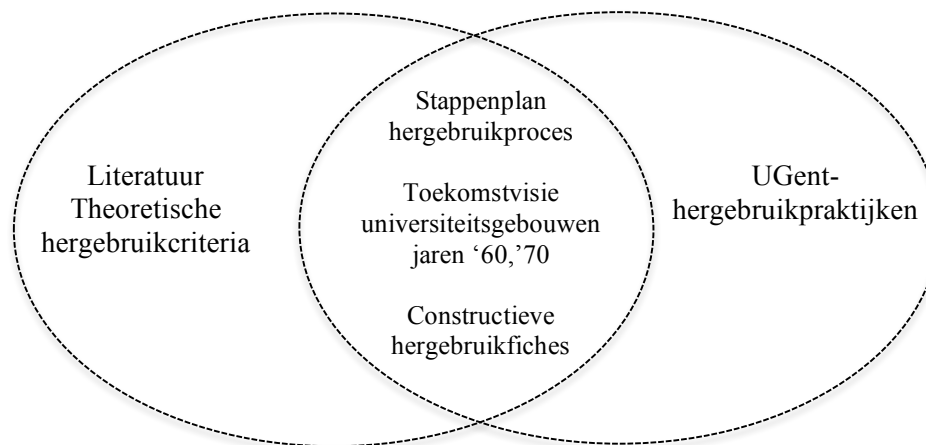
In het volgend hoofdstuk zal er daarom onder meer een duidelijk stappenplan opgemaakt worden om de hergebruikpraktijk aan UGent rond constructiematerialen eenvoudiger mee te kunnen opzetten. Op die manier wordt er een overzicht geboden aan DGFB over welke zaken er belangrijk zijn bij het hergebruikproces van een element of het constructiemateriaal.

## DEEL 3 ONDERZOEKSRESULTATEN

De globale onderzoeksvragen die in het begin van deze thesis werden gemaakt, worden op basis van de onderzochte literatuur en onderzoek beantwoord in de volgende hoofdstukken van deel 3 onderzoeksresultaten. Deze waren als volgt:

1. Hoe kan men naar de toekomst toe hergebruik aan UGent organiseren?
2. Kan er een bepaalde gemeenschappelijkheid worden gevonden onder de structuren van de naoorlogse UGent-gebouwen uit de jaren 60 en 70? Kunnen de casestudies een voorbeeld zijn voor de toekomstige hergebruikpraktijken aan de UGent? Kan men naar de toekomst toe volgens hetzelfde systeem blijven bouwen? Hoe haalbaar is hergebruik op dit moment bij andere UGent-gebouwen?
3. Hoe kan men constructiematerialen hergebruiken? Waar moet men opletten in de praktijk? In welke gebouwen van het naoorlogs UGent-patrimonium vindt men welke constructiematerialen terug?

De antwoorden op deze 3 globale onderzoeksvragen omvatten respectievelijk een stappenplan over het hergebruikproces, een toekomstvisie over de gebouwen van de jaren '60, '70 en constructieve hergebruikfiches zoals in onderstaande figuur 44 wordt duidelijk gemaakt.



Figuur 45: Samenvatting van het onderzoek

### 1. STAPPENPLAN HERGEBRUIKPROCES

*Hoe kan men naar de toekomst toe hergebruik aan UGent organiseren?*

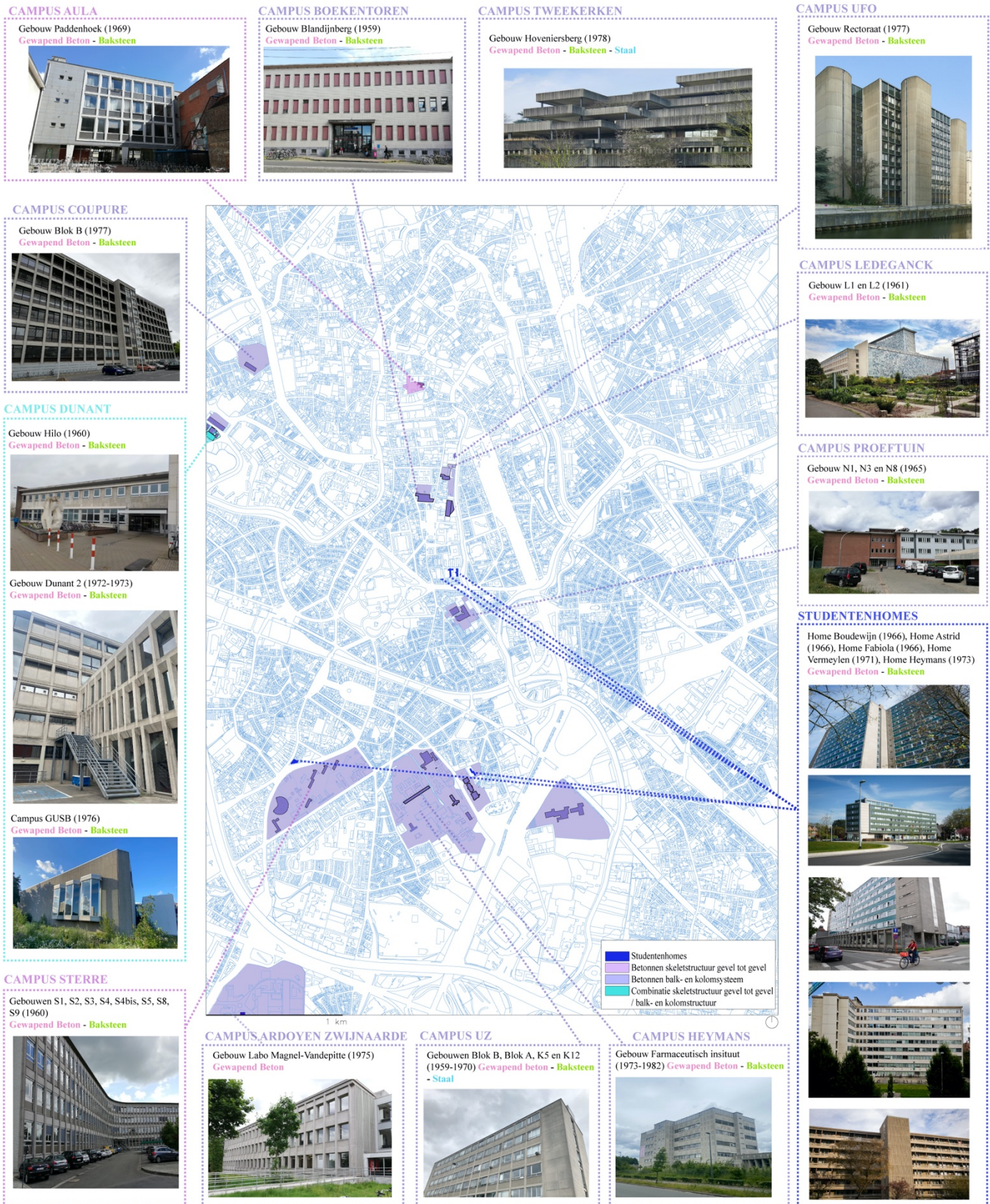
Het 1<sup>ste</sup> hoofdstuk van de onderzoeksresultaten beantwoordt de eerste globale onderzoeksvraag a.d.h.v. de opmaak van een algemeen stappenplan over het hergebruikproces om toekomstige hergebruikpraktijken aan UGent mee te ondersteunen. Het bestaat uit een samenvattend document van de voorgaande delen over hergebruikpotentieel gelinkt aan de literatuurstudie, rekening houdend met de universitaire richtlijnen en samenwerkingsvormen. Het resulteert in de opmaak van een algemeen overzicht waarin de verschillende fasen van het hergebruikproces worden toegelicht. Zo weet men op wat men in elke fase moet letten, in orde moet brengen en welke hulpmiddelen ervoor momenteel al beschikbaar zijn. In elke fase kan men het advies van experts invoeren die geoefend zijn in de hergebruikpraktijk en mogelijkheden kunnen aanraden. Deze zijn bijvoorbeeld de recuperatiebedrijven RotorDC, Retrieval of U-mine. Ook raadt men aan om de verschillende taken per fase onder de beschikbare operatoren te verdelen.

## DEEL 3: ONDERZOEKSRESULTATEN

Tabel 29: Stappenplan hergebruikproces

	FASE 1 Voorstudies	FASE 2 Projectdefinitie	FASE 3 Architectuurontwerp	FASE 4 Uitvoering van het project	FASE 5 Ontmantelingswerf	FASE 6: Voltooiing van de hergebruikwerken
OPERATOR	Bouwheer = UGent = DGFB	Bouwheer = UGent = DGFB	Projectteam = architect- en studie bureau en DGFB (als projectleider)	Projectteam	Projectteam Aannemers	Bouwheer Projectteam Aannemers
HERGEBRUIK	<b>POTENTIEEL</b> onderzoeken.	<b>MOGELIJKHEDEN</b> bestuderen.	<b>INVENTARIS</b> opstellen.	<b>LOGISTIEK</b> beslissen.	<b>AUDITOR</b> kiezen.	<b>CONTROLE</b> uitvoeren.
OPGELET	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventaris van de gevaarlijke stoffen moet voor hergebruikproces afgerond zijn.</li> <li>- Begin gemiddeld 5 maanden vóór de ontmanteling met het hergebruikproces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balans kosten vs. budget.</li> <li>- Voldoende tijd voor hergebruikprocedure inlassen.</li> <li>- Programma van het recuperatieproject kan nog wijzigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De hergebruikinventaris zorgt voor een duidelijk overzicht van de herbruikbare materialen.</li> <li>- Pas dezelfde werkwijze toe op alle hergebruikpraktijken.</li> <li>- Maak op tijd gebruik van digitale vraag- en aanbodplatformen en lokale netwerken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doe voldoende voorbereide werkbezoeken.</li> <li>- Wees selectief in het selecteren van herbruikbare elementen ivf. de hergebruikmarkt. Zo is er een grondigere planning en duidelijkere logistieke organisatie mogelijk.</li> <li>- Spaar transport- en opslagkosten uit door geïnteresseerden te laten langskomen op de werf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In orde brengen van de vergunningen voor opslag, gebruik van bepaalde gereedschappen, afval of transportmiddelen.</li> <li>- Ontmantel alleen maar als er zekerheid is over een hergebruikovereenkomst.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voer voldoende controle op de kwaliteit van de ontmantelde bouwelementen alsook de toestand waarin het element eventueel opgeslagen zal worden.</li> </ul>
TAAK	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluatie van de algemene kwaliteit en staat van het gebouw a.d.h.v. visuele beoordeling op de site.</li> <li>- Er wordt een duidelijk doel voor ogen gezet en de hergebruikgrenzen worden afgebakend.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projectontwerper verkiest hergebruik.</li> <li>- Onderscheid maken tussen ex situ en in situ hergebruikmogelijkheden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maak onderscheid tussen:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Behouden</li> <li>2) In situ hergebruik</li> <li>3) Ex situ hergebruik</li> <li>4) Recyclage?</li> <li>5) Doneren?</li> </ol> </li> <li>- Benadrukken van de (lokale) hergebruikvoordelen</li> <li>- Maak gebruik van de bestaande sloopopvolgingsplannen om geen dubbel werk te doen over de aanwezige materiaalhoeveelheden.</li> <li>- Promoot de inventaris zodat er voldoende hergebruikers zijn.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beslis welke materiaal er hergebruikt kunnen worden in functie van welke werktuigen ervoor nodig zijn.</li> <li>- Overleg over het hergebruiksdoel en de logistieke aanpak.</li> <li>- Splits de hergebruikoperaties in verschillende ontmantelingsposten of 1 grote ontmantelingspost.</li> <li>- Toets verschillende ontmantelings-scenario's.</li> <li>- Stel duidelijke richtlijnen op over afvalbeheersing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voorbereidingsmeeting over de afval- en veiligheidsplannen. Deze plannen worden aangepast om een vlot hergebruikproces op gang te brengen.</li> <li>- Eventueel investeren in opleidingen voor de demontage- en montagearbeiders en aanhalen van de voordelen en winsten van het hergebruikproces ter motivatie.</li> <li>- Organisatie van een ordelijke en propere bouwwerf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Goedkeuring van de gedemonteerde elementen na demontage of opschoningsbehandeling om op een nieuwe locatie ingezet te worden.</li> <li>- Maak alle noodzakelijke documenten in orde voor later hergebruik.</li> <li>- Maak (lokaal) reclame over het uitgevoerde hergebruikproces. Richt je tot de betrokkenen van toekomstige hergebruikprojecten en mogelijke hergebruikers van materialen en naburige bewoners.</li> <li>- Rond het hergebruikproces af.</li> </ul>
TOOLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Theoretische hergebruikcriteria over algemene materiaalgegevens, materiaalwaarde, kwaliteit van het materiaal en praktische regeling.</li> <li>- Te gebruiken media: laserscanner, 2D-camera, 360-camera, Drone, AI</li> <li>- Testmethoden bouwwerf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Online gidsen: Opalis, C-bouwers, Circubuild, Confederatie Bouw, Mosard, Vibe vzw en Hergebruikbouw Brussel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opmaak hergebruikinventaris: FCRBE, OVAM, WTCB</li> <li>- Apps en software (materiaalpaspoort): Werflink, Cirdax, Upcyclea, FCRBE en OVAM</li> <li>- BIM-opmaak (materiaaloverzicht - en paspoort)</li> <li>- Digitale databank: C-bouwers, ProReMat, Tracimat, Madaster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opslaglocaties UGent: S23, S24, S29, Chevron-gebouw, eigen werf of stockageruimte aannemer</li> <li>- Huur loodsen of openbare ruimte van stad Gent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hergebruikauditor: architect, aannemer, bouwheer, projectleider (DGFB) of nieuwe jobmogelijkheid</li> <li>- Volledig uitgewerkte afval-, sloop- en hergebruikinventaris</li> <li>- Duidelijke communicatie tussen verschillende partijen en wekelijks overlegmoment met rondgang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overname van de materialen door hergebruikers, recuperatiebedrijven en (online) marktplaatsen.</li> <li>- Praktische toepassing van de hergebruikcriteria: langetermijnvisie, contractuele overeenkomst, toepassingsvereisten ...</li> <li>- Lokale jobcreatie</li> </ul>

2. TOEKOMSTIGE HERGEBRUIKSPRAKTIJKEN UGENT



Figuur 46: Overzicht naoorlogse UGent gebouwen (De Morgen, 2013; De Standaard, 2019; Vermaas, 2013a, 2013b; UGent, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e; Universiteit Gent & Pieter Morlion, 2010)

## DEEL 3: ONDERZOEKSRESULTATEN



Campus Boekentoren Blandijnberg - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



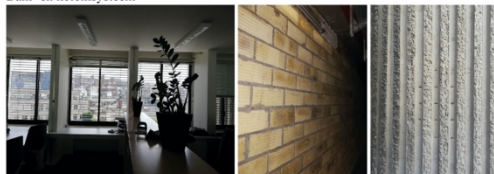
Campus Tweekerken Hoveniersberg - Gewapend Beton - Staal - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



Campus UFO De Brug - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



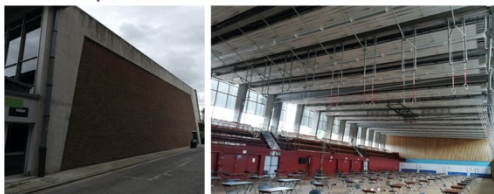
Campus Ardoyen Zwijnaarde Labo Magnel-Vandepitte - Gewapend Beton  
Balk- en kolomsysteem



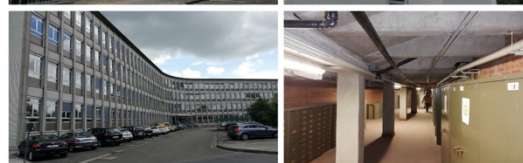
Campus UFO Rectoraat - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



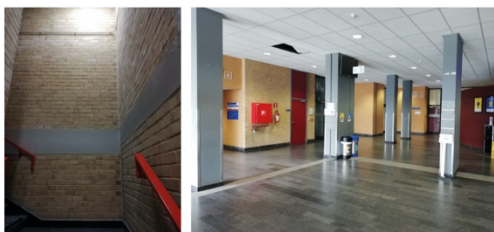
Campus Sterre S1, S2, S3, S4, S4bis, S5, S8, S9 - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



Campus Dunant HILO - Gewapend Beton - Baksteen  
Les/kantoorgebouw: balk- en kolomsysteem en sporthal: skeletstructuur van gevel tot gevel



Campus Ledeganck - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



Campus Dunant Dunant 2 - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



Campus UZ - Gewapend Beton - Staal - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem



Campus Dunant GUSB - Gewapend Beton - Baksteen  
Circulatie ruimte: Balk- en kolomsysteem  
Sporthal: Skeletstructuur van gevel tot gevel



Campus Heymans FFW - Gewapend Beton - Baksteen  
Balk- en kolomsysteem

*Figuur 47: Algemeen visueel overzicht structureel materiaalgebruik naoorlogse UGent-gebouwen (De Morgen, 2013; De Standaard, 2019; Vermaas, 2013a, 2013b; UGent, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e; UGent & Hilde Christiaens, 2013, 2017; Universiteit Gent & Pieter Morlion, 2010)*



*Kan er een bepaalde gemeenschappelijkheid worden gevonden onder de structuren van de naoorlogse UGent-gebouwen uit de jaren '60 en '70? Kunnen de casestudies een voorbeeld zijn voor de toekomstige hergebruikpraktijken aan UGent? Kan men naar de toekomst toe volgens hetzelfde systeem blijven bouwen? Hoe haalbaar is hergebruik op dit moment bij andere UGent-gebouwen?*

Als gevolg van de naoorlogse wederopbouw nam in België tijdens de jaren '60 en '70 het aantal nieuwe gebouwen in een snel tempo toe. Ook de Universiteit van Gent breidde haar patrimonium snel uit door de exponentiële groei van zowel het aantal studenten als het professorenkorps en het administratief personeel. Dat kwam onder meer door de democratisering van het hoger onderwijs. De oude campussen binnen de stadsring van Gent volstonden niet om alles op te vangen, en het ging te veel kosten om delen te onteigenen en uit te breiden. Hierdoor week de universiteit uit naar de zuidelijke stadsrand waar verschillende campussen uit de grond schoten. Voorbeelden hiervan zijn campus Sterre, Dunant, UFO, Coupure ... (Boidin, 2019) Deze werden allemaal op een erg gelijkaardige bouwwijze opgebouwd vanwege de financiële moeilijkheden na de oorlog. De universiteit moest pragmatisch te werk gaan waarbij snelheid, prijs en functionaliteit primeerden boven stedelijke integratie of architecturale expressie. (Danniau, 2010; De Morgen, 2013; De Standaard, 2019; Vermaas, 2013a, 2013b; UGent, 2022c, 2022d, 2022e, 2022g, 2022h; UGent & Hilde Christiaens, 2013, 2017; Universiteit Gent & Pieter Morlion, 2010)

Binnen de toekomstvisie over de gebouwen van de jaren '60 en '70 die tot UGent behoren, beperkten we ons tot diegenen die zich in Gent of Zwijnaarde bevonden. De leslokalen in gebouwen die deels ook door andere hogescholen worden gebruikt, werden achterwege gelaten. Dit is zo voor campus Schoonmeersen en Mercator. Gebouwen die voorheen deze bouwperiode met een kenmerkende staalconstructie werden geconstrueerd of na de jaren '80 werden gebouwd namen we hier ook niet in op. (UGent, 2022h) Alsook naoorlogse gebouwen die recent gerenoveerd werden, werden niet meer geregistreerd omdat er al een zeker hergebruik in situ had plaatsgevonden.

Aan de hand van de casestudies werd er opgemerkt dat er in de bouwperiode 1960-1970 een voorkeur ontstond voor betonnen skeletstructuren die ingevuld werden met invulpanelen zoals geprefabriceerde baksteenelementen, betonnen panelen, natuurstenen gevelelementen, glaspartijen enz. Vandaag wordt de overgrote meerderheid van deze naoorlogse gebouwen geconfronteerd met toekomstige onzekerheden. Dit doet bij de Directie Gebouwen en Facilitair Beheer (DGFB) van de Universiteit Gent vragen rijzen over de herontwikkeling van deze om aan de snel veranderende programmabehoefte en energienormen te kunnen voldoen. De universiteit staat voor een grote uitdaging: elk jaar een groot budget uitbesteden aan het onderhouden van hun huidig patrimonium of investeren in energie-efficiëntie in deze oude gebouwen of toch kiezen voor nieuwbouwprojecten? Zo ontwikkelde er zich de *“Ontwerprichtlijn 2020”* waarin de universiteit haar visie over circulair bouwen bekend maakte en wenst het naar de toekomst toe onder meer in te zetten op het hergebruik van constructiematerialen. (UGent & Directie Gebouwen en Facilitair Beheer, 2020)

Bij het bekijken van deze verschillende campussen uit de jaren '60 en '70 werd er opgemerkt dat deze voornamelijk uit een betonnen kolom-en balkconstructie bestaan en slechts enkele keren uit een betonnen skeletstructuur die van gevel tot gevel draagt. Dit laatste komt vooral voor bij grote sporthallen of eerder kleine volumes zoals de Paddenhoek. Een betonnen rechthoekig volume of eerder grote betonnen bouwcomplexen typeren deze bouwperiode. Indien er werd samengewerkt met een specifieke architect werd er ook weleens met een combinatie van structurele stalen elementen gespeeld. Dat was zo op Campus Tweekerken bij de bouw van de Hoveniersberg onder leiding van het architectenduo Raoul Brunswyck en Odon Wathélet. Het viel op dat een dergelijk ontwerp uitdagender was dan de overige eenvoudige rechthoekige betonstructuren. (UGent, 2022; Vandeweghe, 2019b) Verder deed men in deze naoorlogse gebouwen voor de dragende muren en funderingen beroep op metselwerk (snelbouwsteen, metselwerk, betonblokken). Ook viel het op dat er veel dezelfde gevelmaterialen zoals geconstitueerde Euville steen, natuursteen, betonsteen en geglazuurde baksteen terugkeerden. Daarnaast konden we constateren dat er vaak stalen uitwendige vluchttrappen en fietsenstallingen volgens dezelfde opbouw gebruikt werden. Doordat deze elementen talrijk aanwezig zijn, is er een zekere opschaling van de hergebruikpraktijk binnen het patrimonium mogelijk enerzijds om hen in nieuwe universitaire

bouwprojecten te verwerken, anderzijds om herstellingen op de campussen mee uit te voeren. Bovendien bleken er al enkele naoorlogse gebouwen recent gerenoveerd te zijn. Dit was zo voor de gebouwen S1, S2, S5 en S12 op campus Sterre alsook de experimenteerschool op campus Dunant. Bij beide herwerkingen stripten men de gebouwen tot op de betonnen structuur en respecteerden men de erfgoedwaarde. Zo bleef het karakter van de S-blokken op campus Sterre bewaard en werden deze opnieuw met aluminium schrijnwerk en sandwichpanelen ingevuld. (Vandeweghe, 2019a) In de experimenteerschool conserveerde men de kenmerkende draaitrap en houdt men de gestripte ribbenvloeren zichtbaar in de ruimte. De gelijkenis is treffend met de casestudy Paddenhoek waarbij ook hier de betonnen constructie in situ zal worden hergebruikt. Zo blijkt dat als de kwaliteit van het aanwezige beton nog voldoende is, hergebruik in situ de beste duurzame oplossing is voor de betonconstructie.

Naar de toekomst toe zullen de meeste naoorlogse gebouwen nog gerenoveerd moeten worden om aan de huidige standaarden te voldoen. Hierbij zal zoals in de casestudies gekeken moeten worden naar het hergebruikpotentieel van de verschillende elementen vooraleer daartoe besloten wordt. Zo zullen de casestudies en het ondersteunende overzicht van het hergebruikproces als hulpmiddel kunnen dienen bij toekomstige hergebruikpraktijken aan UGent. Belangrijk in dit verhaal zal zijn of deze elementen gemakkelijk demonteerbaar zullen zijn. De bouwwijze van de jaren '60- '70 laat vaak niet toe deze elementen uit elkaar te halen door de aanwezigheid van harde cementmortel of vast gebetonneerde bouwknopen, zoals in UZ Blok B en Paddenhoek. Er zal een overweging gemaakt moeten worden of het financieel interessant is om elementen te recuperen of toch eerder te downcyclen en te recycleren. In het volgend deel zullen we de hergebruikmogelijkheden van de 4 onderzochte constructiematerialen bespreken. Hiervoor wordt er relevante praktische informatie om het hergebruik en toekomstig gebruik van constructiematerialen mee aan te pakken, samengevat.


### 3. CONSTRUCTIEVE HERGEBRUIKFICHES

*Hoe kan men constructiematerialen hergebruiken? Waar moet men opletten in de praktijk? In welke gebouwen van het naoorlogs UGent-patrimonium vindt men welke constructiematerialen terug?*

Aan de hand van praktische criteria, adviezen en gevaren wordt de hergebruikpraktijk van de 4 onderzochte constructiematerialen (baksteen, gewapend beton, structureel staal en hout) samengevat in constructieve hergebruikfiches. Op die manier verkrijgt men meer inzicht in de potentiële mogelijkheden, kwaliteitscontroles en voorbereidingen ten voordele van de ontmanteling. Ook verduidelijkt men de aanwezigheid van de materialen in de verschillende gebouwen van het naoorlogs patrimonium per campus en haalt men de richtlijnen uit de “*Ontwerprichtlijn 2020*” over de structurele materialen aan. Tot slot geeft men nog de beschikbare normen en richtprijzen op de hergebruikmarkt mee.


## DEEL 3: ONDERZOEKSRESULTATEN

Tabel 30: Materiaalfiche staal (EUROLAB, 2020c, 2020a; OPALIS, 2021d, OPALIS, 2021h; Infosteel, 2021; FCRBE, 2020; Wagneur & WTCB, 2011)

Structureel STAAL		Productnormen: EN 10365 (warmgewalste U-, I- en H-doorsneden), norm EN 1090-1, EN 1090-2, EN 10034 (I- en H-profielen), EN 13501-2 Richtprijs op de hergebruikmarkt: HEA-profielen: HEA 100: 18 €/m HEA 200: 40 €/m HEA 300: 75 €/m HEB-profielen: HEB 180: 50 €/m HEB 220: 70 €/m HEB 300: 120 €/m IPE-profielen: IPE 120: 10 €/m IPE 240: 26 €/m IPE 360: 50 €/m					
Hergebruik	Potentieel	Mogelijkheden		Kwaliteitscontrole		Vorbereiding ontmanteling	
Criteria	Demonteerbaar	Ex/ in situ	Hergebruikmarkt	Testmethoden op de werf	Onderhoud	Gereedschap en bescherming voor demontage	Logistiek
Advies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bout- en moer-verbindingen waarbij men een evenwicht zoekt tussen niet te zware of te kleine bouten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overdimensionering van staal.</li> <li>- Gestandaardiseerde liggers.</li> <li>- Secundaire toepassing vinden of binnen niet-structureel gebruik.</li> <li>- Recuperatie van de volledige structuur in zijn geheel voor nieuw gebruik of in opgeplijste onderdelen.</li> <li>- CE-markering van staal sinds 2014 is verplicht.</li> <li>- De stalen liggers die over misvormingen of verontreinigingen beschikken, worden niet als herbruikbaar geacht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voornamelijk gesitueerd in Verenigd Koninkrijk.</li> <li>- Geen Belgische hergebruikmarkt momenteel.</li> <li>- Herkomstinfo en -advies over het materiaal kan men vaak verkrijgen van de verkoper.</li> <li>- Er bestaan gespecialiseerde studie bureaus en onderzoeks labo's.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voer een visuele beoordeling van de oppervlakte-afwerking, de bevestigingswijze en de beschadigingen uit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controleer om de 2 jaar de corrosie- en brandwerende bescherming.</li> <li>- Smeer elk jaar de (beweegbare) steunelementen in.</li> <li>- Kijk ook de andere bevestigingen, verbindingen en verankeringen na.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onderdelen die het transport benadelen, haalt men weg. Dit gaat dan over versterkings- of verbindingselementen.</li> <li>- Voorzie laad- en losmateriaal voor het transport. Hierbij horen ook werktuigen om de onderdelen vast te zetten tijdens het vervoer ervan.</li> <li>- Om de elementen achteraf terug te kunnen identificeren maakt men gebruik van een fysieke markering via etikettering of onuitswbare, wervaste en lichtechte stiften op het lijfstuk van de stalen ligger.</li> <li>- Voorzie bij demontage een constante ondersteuning van de lasverbinding door gebruik te maken van ondersteunende hefwerktuigen. Zo verlicht men de last op de las.</li> <li>- Stel gedetailleerde plannen en opmetingen van de liggers op.</li> <li>- Zet hefwerktuigen in om de liggers te verplaatsen. Deze hebben vaak een groot gewicht. (7,850 kg/m³) Indien men met lange liggers te maken heeft, is het aangeraden om op verschillende punten te hijsen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De liggers worden ter plaatse op de werf of in de stockageplaats opgeborgen volgens kwaliteit en grof opgeschoond (ontdooien van mortelresten).</li> <li>- Groepeer de stalen liggers per categorie (formaat, grootte, toepassing, type coating) om er na eenvoudig per soort tests op te kunnen uitvoeren.</li> <li>- Conserveer de stalen liggers niet in corrosieve omstandigheden, er mag geen constante aanwezigheid zijn van water.</li> <li>- Stalen elementen slaat men in een buitenomgeving op. Deze hebben geen beschermingszeil nodig tegen vocht- of vorstomstandigheden.</li> <li>- De stalen elementen worden op een voldoende vlakke ondergrond geconserveerd om vervormingen te vermijden.</li> <li>- Men raadt aan om de verkoop van de stalen liggers rechtstreeks vanop de ontmantelingswerf te organiseren. Hierdoor vermijdt men hoge vervoer- en stockagekosten voor de verkoper.</li> </ul>
Gevaar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermijd lastechnieken of klinknagel-verbindingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebruik voldoende hoge veiligheidsfactoren.</li> <li>- Raadpleeg de stabiliteitsingenieur voor toestemming om het te hergebruiken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schroothandelaars kopen staal goedkoper op ten voordele van downcycling.</li> <li>- Er ontbreekt vaak technische documentatie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technische eigenschappen zijn moeilijk op de werf te controleren en vereisen een ontmanteling om het monster in het labo te onderzoeken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermijd zware toxische materialen als coating (verf, lak, industriële producten...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opletten voor plastische vervormingen bij de ontbouting onder te grote spanningen. Dit kan leiden tot breuken en instabiliteitsproblemen.</li> <li>- Ten alle tijden mogen de liggers niet op de grond vallen.</li> <li>- Tijdens de demontage kan de coating van het staal beschadigd geraken. Plaatselijke reparaties kunnen een oplossing zijn.</li> <li>- Bij het hijsen van liggers is het van belang dat men deze goed beschermd om de coating niet te beschadigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doordat stalen liggers grote dimensies hebben en over een zwaar gewicht beschikken, kunnen de transportkosten hoog oplopen.</li> </ul>
Campus '60s-'70s	Gebouw	Ontwerprichtlijn 2020 UGent					
UZ Tweakerken	K1, K2, K3 Hoveniersberg	- Rvs-staal gebruiken voor bouwkundige elementen.					


## DEEL 3: ONDERZOEKSRESULTATEN

Tabel 31: Materiaalfiche beton (CONIX RDBM Architects, 2020; WTCB, 2017; WTCB, 2020; Wagneur & WTCB, 2011; OPALIS, 2019, 2022a; Group Van Vooren, 2022; Sanacon, 2022; Legioblock, 2022, ARVI, 2020)

Gewapend BETON		Productnormen: Belgische norm: NBN B 15-001, Europese norm: NBN EN 206 (WTCB, 2022)	Richtprijs op de hergebruikmarkt: /				
Hergebruik	Potentieel	Mogelijkheden		Kwaliteitscontrole		Vorbereiding ontmanteling	
Criteria	Demonteerbaar	Ex/ in situ	Hergebruikmarkt	Testmethoden op de werf	Onderhoud	Gereedschap en bescherming voor demontage	Logistiek
Advies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prefab stapelbare betonblokken kunnen uit elkaar gehaald worden en terug op elkaar elders opgebouwd worden.</li> <li>- Betonnen bouwknoepen op basis van stalen verbindingen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betonnen structuur wordt in situ hergebruikt en blijft behouden op de oorspronkelijke site.</li> <li>- Hergebruik van prefab-betonelementen en stapelbare betonblokken.</li> <li>- Demonteerbare betonelementen met stalen verbindingstukken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volwaardige structuur meestal in situ behouden of downcycling tot granulaten.</li> <li>- Een echte volwaardige hergebruikmarkt is nog niet aanwezig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrasoon onderzoek (homogeniteit, scheuren, grindnesten, onregelmatigheden)</li> <li>- Wapeningsdetectie met pachometer</li> <li>- Scelerometer (betonsterkte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controleer elk jaar de staat van de draagconstructie en herstel waar nodig.</li> <li>- Werk waterinfiltraties of –stagnaties weg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voorzie een vrachtwagen met kraan voor de stapeling of ontstapeling van de blokken.</li> <li>- Door het noppensysteem van de stapelbare betonblokken zijn er geen andere bevestigingsmaterialen te ontmantelen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De betonnen elementen kunnen buiten in open lucht opgeslagen worden.</li> </ul>
Gevaar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Van zodra de bestaande vaste betonstructuur niet meer draagkrachtig genoeg is, kan men enkel overgaan op downcycling (granulaatvorming of verknipping).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opgelet maximum capaciteit betonnen structuur (specifieke toepassing en belasting).</li> <li>- De betonblokken kunnen tot een maximum hoogte van 8,80 m gestapeld worden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Een betonnen structuur kan niet zomaar uit elkaar gehaald worden. Meestal zit deze in elkaar verankerd en werden de bouwknoepen in situ gebetonneerd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Via handmatige kernboormachines kan men kernboringen in het beton maken. Deze worden als monsters in het labo verder onderzocht op het vlak van de stabiliteit...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oppassen voor betonrot. (inwerking van CO2 of chloriden)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Er is een vlakke draagkrachtige grond nodig om de stapeling van de blokken met de kraan op een stabiele manier uit te voeren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximale stapeling van betonblokken tot 8,80 m.</li> </ul>
Campus '60s '70s	Gebouw	Ontwerprichtlijn 2020 UGent					
Coupure	Blok B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polierbeton vermijden.</li> <li>- Beton gebruiken voor de gang- en trapruimten mee de construeren omwille van het intensief ruimtegebruik. Men raadt gecoat beton met antislip aan.</li> <li>- Voor de dragende wanden adviseert men om deze als zichtbeton zichtbaar te laten.</li> </ul>					
Boekentoren	Blandijnberg						
Tweekerken	Hoveniersberg						
UFO	Rectoraat, de brug						
Ledeganck	L1, L2						
Ardoyen	Labo Magnel						
Zwijnaarde							
Dunant	Dunant 2, GUSB, Hilo						
Aula	Paddenhoek						
UZ	Blok B, Blok A, K5, K12						
Proeftuin	N1, N3, N8						
Heymans	FFW						
Studentenhomes	Boudewijn, Astrid, Vermeylen, Fabiola, Heymans						
Sterre	S1, S2, S3, S4, S4bis, S5, S8, S9						


## DEEL 3: ONDERZOEKSRISULTATEN

Tabel 32: Materiaalfiche Baksteen (FCRBE, 2020; OPALIS, 2021a, Group Van Vooren, 2022a; OPALIS, 2021e; SGS Search, 2022b; Reuse Brussels, 2016; WTCB, 2017)

Hergebruik		Potentieel	Mogelijkheden	Kwaliteitscontrole		Voorbereiding ontmanteling	
Criteria	Demonteerbaar	Ex/ in situ	Hergebruikmarkt	Testmethoden op de werf	Onderhoud	Gereedschap en bescherming voor demontage	Logistiek
<b>BAKSTEEN</b>		<p>Productnormen: EN 1996: Eurocode 6 voor het ontwerp en de berekening van constructies uit metselwerk, EN 771-1+A1, norm EN 998 (1-3), norm EN 1996-1-2</p> <p>Richtprijs op de hergebruikmarkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Handvormstenen: 0,30 tot 0,60 €/stuk</li> <li>- Strengpersstenen: 0,25 tot 0,35 €/stuk</li> </ul>					
<b>Advies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metselwerk op basis van zachte kalkmortels (1800-1950)</li> <li>- Droogstapelsystemen zoals de ClickBrick-bakstenen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baksteen als element (gevelmuur, scheidingsmuur, structurele binnen- of buitenmuur, gewelven, borstwering)</li> <li>- De steen moet minstens 1 goede strek, kop en vlakke zijde hebben. De rest mag oneffen zijn.</li> <li>- De steen is ontdaan van mortelresten.</li> <li>- (versnijdbare) Baksteengehelen</li> <li>- Geen (zwartgeblakerde) stenen uit de schoorsteen, beerput, regenput of fundering, geen ammoniak bevattende stenen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Er is een Belgische hergebruikmarkt voor bakstenen aanwezig. Deze wordt gekenmerkt met een groot aanbod van verschillende soorten, leeftijden, verbanden en waarden.</li> <li>- Kleinschalige operaties veroorzaken weinig problemen.</li> <li>- Massieve handgevormde bakstenen die met kalk-, as- of kleimortel werden opgemetseld worden als waardevol geacht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visuele beoordeling (afbrokkeling, verkleuring, verfresten...)</li> <li>- Kastenpijp (waterabsorptie)</li> <li>- Vochtmetre of calcium carbide test</li> <li>- Rebound scelerometer (druksterkte en hardheid)</li> <li>- Indicatorstrips (zoutuitbloeiing)</li> <li>- Platte cilinder (drukspanning)</li> <li>- GPR-test (kwaliteit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elk jaar controle doen op waterinfiltraties of –stagnaties en de staat van de bakstenen.</li> <li>- Wanneer men de stenen op elkaar klopt en een dof klank hoort, zijn deze stenen niet poreus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beitel of breekhamer (pleisterverwijdering)</li> <li>- Staalborstel (opschoningswerk)</li> <li>- Hamer en of breekhamer (ontmanteling)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stapel de bakstenen in gekruiste lagen op een pallet op en kleed het geheel in met cellofaan. Ook kan men de bakstenen op een effen en droge ondergrond conserveren zolang ze droog en beschermd zijn tegen weersomstandigheden en opstijgend vocht.</li> </ul>
<b>Gevaar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moeilijke mortelverwijderingen verhinderen de ontmanteling en recuperatie vanwege gebruik van een harde mortel vanaf de periode 1950-1970.</li> <li>- Bakstenen met gaten in of geëxtrudeerd zijn niet herbruikbaar. Deze hangen te vast aan elkaar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De baksteen mag niet kleiner zijn dan de helft van de originele steen.</li> <li>- Door hergebruik van verschillende recuperatiebakstenen voor eenzelfde bouwwerk kunnen er onderlinge (storende) kleurverschillen optreden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor grote projecten is het moeilijker om 1 groot lot van dezelfde herbruikbare bakstenen te vinden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstbestendigheid en sterkte zijn niet eenvoudig te controleren op de werf. Hiervoor test men op monsters in het labo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas op voor afbrokkelende baksteenstukken bij reiniging.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stenen breken vrij snel wanneer ze vanop een bepaalde hoogte op de grond vallen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opletten dat de gestapelde bakstenen niet kunnen omvallen</li> </ul>
<b>Campus '60s '70s</b>	<b>Gebouw</b>	<b>Ontwerprichtlijn 2020 UGent</b>					
<b>Coupure</b>	Blok B	- Gebruik van poreuze materialen zijn te vermijden.					
<b>Boekentoren</b>	Blandijnberg	- Natuursteen of keramische steen met antislip is aangeraden voor trap- en circulatieruimten vanwege intensief gebruik.					
<b>Tweekerken</b>	Hoveniersberg	- Zichtmetselwerk behoudt men zo veel mogelijk zichtbaar in gangen. Men vermijdt bepleistering en schilderen.					
<b>UFO</b>	Rectoraat, de brug						
<b>Ledeganck</b>	L1, L2						
<b>Dunant</b>	Dunant 2, GUSB, Hilo						
<b>Aula</b>	Paddenhoek						
<b>UZ</b>	Blok B, Blok A, K5, K12						
<b>Proeftuin</b>	N1, N3, N8						
<b>Heymans</b>	FFW						
<b>Studentenhomes</b>	Boudewijn, Astrid, Vermeylen, Fabiola, Heymans						
<b>Sterre</b>	S1, S2, S3, S4, S4bis, S5, S8, S9						

## DEEL 3: ONDERZOEKSRESULTATEN

Tabel 33: Materiaalfiche hout (Ennos, 2020; OPALIS, 2021g; FCRBE, 2020; OPALIS, 2021c, 2021f; WTCB, 2017,2020; EUROLAB, 2020b; Zwick Roell, 2022; Wagneur & WTCB, 2011, Materiauteek Brussels, 2022)

Structureel HOUT		Europese productnormen: EN 1995: Eurocode 5 voor het ontwerp en de berekening van houtconstructies, EN 14081-1 ...  Richtprijs op de hergebruikmarkt: - Dwarsbalken van den 6 × 16 cm: ~ 3,5 €/m - Dwarsbalken van den 8 × 24 cm: ~ 8,5 €/m - Dwarsbalken van zachthout (6 × 16 tot 8 × 20 cm): 4 tot 10 €/m naargelang de dwarsdoorsnede - Balk uit Gelijmd Gelamelleerd Hout: 200 - 450 €/m <sup>3</sup>						
Hergebruik	Potentieel	Mogelijkheden			Kwaliteitscontrole		Voorbereiding ontmanteling	
Criteria	Demonteerbaar	Ex/ in situ	Hergebruikmarkt	Testmethoden op de werf	Onderhoud	Gereedschap en bescherming voor demontage		Logistiek
Advies	Soorten verbindingen: - Geklikt - Vingerlas - Klemmen of gleuven - Pen en gat - Vernageld - Tand- en groef - Schroeven - Zwaluwstaart	- Verschillende structuren van volledige gebouwen of in onderdelen: van muur tot muur, van muur tot balk, van balk tot balk, als horizontaal of verticaal ondersteunende draagelementen die het dak, plafond of vloer stutten of bij het maken van een mezzanine, luifel, houtskelet... - Massief hout met rechthoekige sectie uit 20 <sup>e</sup> -eeuwse gebouwen (verschillende doorsnedegroottes) - Duurzaamheidlabels FSC, PEFC, Truly Reclaimed label - Onderscheid tussen A-hout en B-hout. A-hout is onbehandeld, ongelakt, niet-geïmpregneerd hout en van de hoogste kwaliteit. B-hout is niet gevaarlijk hout van een middelmatige kwaliteit maar werd wel geveerd, verlijmd of niet duurzaam geïmpregneerd. - Secundaire toepassingen zoals een bovendeur in een raamconstructie, als grondstof om meubilair, vloeren, lambriseringen, scheidingswanden of kleine voorwerpen	- Beperkte markt in Benelux en Frankrijk - Structureel hout uit zacht hout (grenenhout) of historisch hout uit eik	- Visuele beoordeling (houtsoort, type, duurzaamheidsklasse, loskomende elementen, vervorming, vernislaag, verkleuring, lijmtypen) - Resistograaf (dichtheid, sterkte en hardheid) - Schroevendraaier (houtrot) - Rubberen hamer (houtrot of holle locaties) - Vochtigheidsmeter - Kernboring (opsporing aantastingen)	- Elk jaar de staat van het hout controleren op aantastingen (insecten, houtrot, grote scheuren...) - Zolang het hout blootgesteld is aan lucht, is er geen gevaar voor verrotting - Tweejaarlijkse controle op corrosie op verbindingstukken uitvoeren. - Nakijken op doorgaande scheuren of losgekomen lamellen bij gelijmd gelamelleerd hout. - Werkwijze PlatoWood om kwaliteit te verhogen via thermische behandeling voor langdurige stabiliteit en thermische isolatie	- Maak gebruik van een correcte nummering (visuele of machinale klasse) via etikettering. - Groepering, nummering en correcte identificatie zijn noodzakelijk om alles achteraf terug te vinden. - Omsnoeringen (brede riemen) - Hijs- en hefwerktuigen - Sniijwerktuigen - Hijskraan - Waterdicht dekzeil (bij opslag van de elementen)		- De houten elementen worden op dwarsdragers geconserveerd met voldoende tussenafstand. Hierbij kan er geen contact met de grond ontstaan. Ook worden ze beschermd tegen weersomstandigheden via beschutting of in verwarmde ruimten om de vochtigheidsgraad voldoende te kunnen controleren. - De elementen kan men zowel staand als liggend opslaan.
Gevaar	- Opgelet voor vastgelijmde constructies of vastgemaakt aan beton. - Vermijd torsiespanningen of vervormingen, maak de elementen eerst los.	- Insecten, schimmels, houtrot kunnen de optie tot hergebruik in gedrang brengen. - Transportbeperkingen bij heel grote structurele elementen kunnen optreden.	- In België is er nog geen grote recuperatiesector voor hout. Dit is eerder iets dat men terug vindt in de VS.	- Voor testen op druk, trek, afschuiving zijn er ontmantelingen nodig om deze als monsters in het labo te onderzoeken.	- Groene balken of palen duiden op behandeld hout tegen vocht, insecten en schimmels hierbij mag men niet vergeten om zaagplekken opnieuw te behandelen.	- Bewaar de integriteit van de houten elementen. - Gebruik tijdens het hijsen met de kraan ter hoogte van de riemen stalen hoekprofielen om insnijdingen in de randen van het hout te voorkomen. - Lostrekken van houten elementen met een houten tang leidt vaak tot schade en vervormingen. - Opgelet voor condensatie bij dekzeil over hout.		- De dwarsdragers moeten een voldoende dikte hebben om een juiste ventilatie teweeg te brengen. - Bij lange opslagtijden is het belangrijk dat de houten elementen voldoende vlak liggen.
Campus '60s '70s	Gebouw	Ontwerprichtlijn 2020 UGent						
Aula	Paddenhoek (studiefase)	- Gebruikt en verwerkt hout moet FSC-label of PFEC-label of een gelijkwaardig label dragen.						

## CONCLUSIE

Het doel van deze masterproef was om aan de hand van 2 casestudies het hergebruikpotentieel van constructiematerialen uit het naoorlogs UGent-patrimonium te onderzoeken. Binnen deze scriptie werd er gezocht naar een onderbouwd antwoord op de haalbaarheid van een dergelijk universitair hergebruik van structurele materialen. Hierin namen de casestudies Paddenhoek en UZ Blok een voorbeeldrol in op.

Ten eerste werd er gepeild naar het hergebruikpotentieel van constructiematerialen aan de hand van actuele criteria. De omzetting van de hieruit gevonden informatie tot een hergebruikinventaris is een belangrijk medium om potentiële kopers en gebruikers van herbruikbare materialen duidelijke informatie en recuperatiemogelijkheden over de producten mee te geven. Het zorgt voor een duidelijk overzicht van de beschikbare recupereerbare producten. Ook de herwerking van de aangevinkte criteria tot materiaalpaspoorten, bij voorkeur gelinkt aan BIM-modellen, kunnen een belangrijke meerwaarde betekenen bij te behalen circulaire doelstellingen. Tegenwoordig zijn deze documenten binnen de uitgevoerde UGent-hergebruikpraktijken in de meeste gevallen nog onbestaande. Zo bleek dat de materiaalgegevens vooralsnog niet bestudeerd of bijgehouden werden. Toch werden er enkele keren externe ervaren recuperatiebedrijven ingeschakeld en kende het theoretische en praktische hergebruikverhaal hierdoor meer succes en een betere documentatie.

Ondanks de opmaak van een duurzame ontwerprichtlijn in 2020, bleken er verschillen te bestaan onder de nieuwe bouwprojecten van de casestudies. Zo blijkt in het ene voorbeeld het nieuwe gebouw van UZ Blok B een kopie van het oude gebouw te zijn zonder gebruik te maken van duurzame bouwmethoden. Op die manier gaat er heel wat toekomstig hergebruikpotentieel van onder meer constructiematerialen verloren. Daarentegen blijkt het toekomstig project van de Paddenhoek wel circulaarder in elkaar te zitten. Dankzij de meerwaarde van gespecialiseerde externe partners, bevat het nieuwe bouwwerk een duurzame demontabele nieuwe CLT-draagconstructie, een ontmantelbare ClickBrick-baksteengevel en een hergebruikte bestaande betonstructuur.

Hoewel DGFB naar de toekomst toe graag nog meer wenst in te zetten op een vlotte universitaire hergebruikspraktijk van constructiematerialen, lijkt het bijbouwen van nieuwe opslagplaatsen voor structurele elementen volgens het onderzoek geen relevante oplossing te zijn. Economisch gezien is het interessanter om een ontmanteling pas op te starten na een grondige planning en vastgelegde overeenkomsten over de hergebruiktransfer. Op die manier zou men kunnen besparen op dure opslag- en transportkosten omdat men een directe verplaatsing tussen de bouwerven van de verkoper en opkoper kan bewerkstelligen. Opdat de universiteit nog meer zou kunnen inzetten op een off-site of in situ hergebruik, zouden er hierover nieuwe prescripties in het bestek moeten opgenomen worden, bijhorende contractuele vormen moeten bedacht worden en nieuwe controlemechanismen ingevoerd moeten worden. Het stappenplan van het algemene hergebruikproces, de toekomstvisie over het naoorlogs UGent-patrimonium en de opgemaakte constructieve hergebruikfiches kunnen hierbij praktisch inzicht verschaffen in de hergebruikpraktijk van dergelijke constructiematerialen.

Deze scriptie belicht voornamelijk de potentie van aanpassingen in het bestek. De UGent is en blijft een kennisinstelling. Voor praktische expertise is het een slimme zet om gespecialiseerde bedrijven bij de planning van een hergebruikproces te betrekken. Toch kan onderzoek binnen de universiteit verdere kennis ontwikkelen om een eigen spin-off te lanceren rond het hergebruik van een bepaald constructiemateriaal. Naar de toekomst toe zal hergebruik immers steeds prangender worden, niet alleen om ecologische doelstellingen te halen maar evenzeer om financiële kosten te drukken.

Recuperatie en hergebruik van constructiematerialen zal een uitdaging vormen. Er zal doordacht moeten omgesprongen worden met de beperkingen. De overweging recupereren of downcyclen en recyclen zal steeds moeten gemaakt worden en dit niet alleen ecologisch en financieel maar ook naar kwalitatieve eisen toe. Budget speelt altijd een zeer belangrijke rol en beperkt de hergebruikmogelijkheden in de praktijk. Duurzame opties brengen meestal hogere initiële kosten met zich mee. Toch kunnen deze

gezien worden als een investering voor een duurzamere toekomst. UGent zal de stap moeten durven zetten om deze overwegingen te maken. De transitie naar een duurzamere circulaire toekomst vereist meer organisatie en tijd, evenals alternatieve planningsmethoden. Als een nieuwbouw gebouwd kan worden, kan een gebouw ook ontmanteld worden. Er moet een stellige overtuiging zijn dat de voordelen van een circulaire universiteit opwegen tegen de nadelen. Er moet voorbij de levensfase van het gebruik van een gebouw gekeken worden. De vraag wat er na met een gebouw gebeurt, moet vooraf mee opgenomen worden. Zo kunnen economische kringlopen gesloten worden. De universiteit moet vandaag actie ondernemen. UGent is ambitieus, heeft uitdagende, duurzame ontwerprichtlijnen en beleidsplannen op vlak van circulair bouwen. Toch kan de universiteit haar voorbeeldfunctie nog meer uitspelen door nog sterker in te zetten op een circulaire toekomst. Ze bezit een omvangrijk patrimonium met een gelijkaardige materialenbank die hergebruikt kan worden. Materiaalkringlopen kunnen gesloten worden, de circulaire duurzame cirkel kan worden gedicht.

Naar de toekomst toe zullen verschillende hedendaagse crisissen zorgen dat hergebruik in de belangstelling komt te staan. Vandaag zijn er heel wat externe hergebruikpartijen die in verschillende materialen gespecialiseerd zijn in opmars, waardoor hergebruik naar de toekomst toe makkelijker zal kunnen plaatsvinden. Toch is er nog heel wat onzekerheid. Hergebruik van materialen is momenteel nog volop in onderzoek, denk maar aan FCRBE, OVAM, WTCB etc. Ook de overheid heeft een belangrijke vervullende taak. Er is nood aan een technisch en wettelijk kader, nieuwe economische modellen moeten worden gecreëerd... Er is nood aan een algemene standaardisering van documenten binnen de bouwsector om opschaling van hergebruik mogelijk te maken. De wil is er, de weg om het mogelijk maken vaak nog té hobbelig.



## BRONVERMELDING

- Agentschap innoveren & ondernemen. (2022, januari 31). *Naar een circulaire toekomst*. Opgehaald van: <https://www.vlaio.be/nl/begeleiding-advies/dossiers/circulaire-economie/naar-een-circulaire-toekomst>
- Agentschap Onroerend Erfgoed. (2022). *Soorten erfgoed*. Opgehaald van: <https://www.onroenderfgoed.be/soorten-erfgoed> Allacker, K., & Debacker, W. (2020). *Environmental profile of building elements*. OVAM.
- Alliantie Werkgelegenheid Leefmilieu. (2022). *Praktische gids over het hergebruik / de hertoepassing van bouwmaterialen*. Opgehaald van: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/sites/default/files/documents/2016-06/26735-guide-reemploi-materiaux-2013-nl.pdf>
- Archipelago. (2021, september 10). *VEG-i-TEC: innovatief in onderzoek en architectuur*. Opgehaald van: <https://archipelago.be/nl/perspectives/veg-i-tec-innovatief-in-onderzoek-en-architectuur/>
- ARVI. (2020). *Multiprocessors*. Opgehaald van: <https://www.arvi-demolitiontools.com/producten/multiprocessors/>
- B2Ai, & UGent. (2021). *Renovatie en nieuwbouwproject Paddenhoek—UGENT*.
- Bednik, A. (2019). *EXTRACTIVISME. Exploitation industrielle de la nature: Logiques, conséquences, résistances*. Le passager clandestin.
- Bellastock. (2021). *Pulse*. Opgehaald van: <https://www.bellastock.com/projets/pulse/>
- BFV. (2022). *Crèche justice à paris 20°*. Opgehaald van : <https://bfv.team/fr/projects/faire-plus-avec-moins>
- Boidin, T. (2019). *Circulaire reconversiestrategieën voor het naoorlogse universiteitspatrimonium: De ‘Experimenteerschool’ als casus*. Opgehaald van: [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266\\_2019\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/786/266/RUG01-002786266_2019_0001_AC.pdf)
- Bureau Bouwtechniek. (2021). *Onderzoeksverslag “Scholenbouw circulair aanbesteden”* (p. 8).
- Canvas. (2021, november). *Een circulaire wereld—Leven binnen de grenzen van de planeet* (Nr. 4).
- Circubuild. (2022). *Wat is een LCA?* Opgehaald van: <https://circubuild.be/nl/faq/wat-is-een-lca/>
- CONIX RDBM Architects. (2020). *Transformatie van een blokkade naar een stedelijke ruimtewisselaar*. Opgehaald van: [https://conixrdbm.com/portfolio\\_page/multi/?lang=nlh](https://conixrdbm.com/portfolio_page/multi/?lang=nlh)
- Covey, S. R. (2004). *The 7 Habits of Highly Effective People: Powerful Lessons in Personal Change*. Free Press; Revised edition.
- Danniau, F. (2010). *Campusmodel* (UGentMemorie). Opgehaald van: <https://www.ugentmemorie.be/artikel/campusmodel>
- Danny Wille & OVAM. (2013). *Materiaalbewust bouwen in kringlopen* (Brussel).
- De Morgen. (2013, maart 14). *UZ Gent boekt twee primeurs met operatierobot*. Opgehaald van: <https://www.demorgen.be/tech-wetenschap/uz-gent-boekt-twee-primeurs-met-operatierobot~b73fbb19/>
- De Standaard. (2019, oktober 13). *UGent bouwt twee homes in ‘nieuwe stijl’ tegen 2023*. Opgehaald van: [https://www.standaard.be/cnt/dmf20190912\\_04605326h](https://www.standaard.be/cnt/dmf20190912_04605326h)
- Debacker, W., Vrijders, J., Voorter, J., Vergauwen, A., Bergmans, J., & Stouthuysen, P. (2021). *Urban Mining van gebouwen: Het creëren van waarde via het sluiten van materiaalstromen*. OVAM. Opgehaald van: <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/src/Backend/Files/userfiles/files/FINAL Eindrappport Urban Mining van gebouwen.pdf>
- Desmet, L. (2020). *Belgische katoormarkt houdt stand in wereldwijde malaise*. De Morgen. Opgehaald van: <https://www.demorgen.be/nieuws/belgische-katoormarkt-houdt-goedstand-in-wereldwijde-malaise~bf477851/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- DRONEPORT. (2021, december 9). *DRONES IN DE BOUWSECTOR*. Opgehaald van: [https://droneport.eu/connect-bouw/?utm\\_source=flexmail&utm\\_medium=e-mail&utm\\_campaign=211208wtcbmail&utm\\_content=drone500jpg](https://droneport.eu/connect-bouw/?utm_source=flexmail&utm_medium=e-mail&utm_campaign=211208wtcbmail&utm_content=drone500jpg)
- Endeavour. (2021). *Masterplan 2050 UGent*. Opgehaald van: <https://endeavours.eu/nl/project/masterplan-2050-ugent>
- Energie bewust ontwerpen. (2017, september 26). *Wanneer spreken we van een passief gebouw?* Opgehaald van: <https://www.energiebewustontwerpen.be/artikel/974/wanneer-spreken-we-van-een-passief-gebouw/>

- Ennos, R. (2020). *The Age of Wood. Our Most Useful Material and the Construction of Civilization*. Simon + Schuster Inc.
- EUROLAB. (2020a). *Houtproeven*. Opgehaald van: <https://www.labratuar.com/nl/testler/malzeme/ahsap-testleri/>
- EUROLAB. (2020b). *Metaaltesten*. Opgehaald van: <https://www.labratuar.com/nl/testler/malzeme/metal-testleri/>
- Europese Commissie. (2020, februari 7). *In focus: Energy efficiency in buildings*. Opgehaald van: [https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_en)
- Europese Commissie. (2021). *Langetermijnstrategie voor 2050*. Opgehaald van: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_nl](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_nl)
- FCRBE. (2020). *Een gids voor het identificeren van bouwproducten met potentieel voor hergebruik*.
- FCRBE. (2021a). *De stad als materiaalreserve Een blik op de studie van stedelijke materiaalstromen*. Opgehaald van: [https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6\\_stedelijke\\_materiaalstromen.pdf](https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6_stedelijke_materiaalstromen.pdf)
- FCRBE. (2021b). *Milieuvoordelen (impact) van hergebruik in de bouwsector*. Opgehaald van: [https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6\\_stedelijke\\_materiaalstromen.pdfh](https://www.nweurope.eu/media/15818/bookletfcrbenl-6_stedelijke_materiaalstromen.pdfh)
- FCRBE. (2021c, november 15). *FCRBE guides: Integration and extraction*. Opgehaald van: <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/news/fcrbe-guides-integration-and-extraction/s://concular.de/en/h>
- Federaal Planbureau. (2021, juni 4). *Binnenlands materiaalverbruik*. Opgehaald van: [https://indicators.be/nl/i/G12\\_DMC/](https://indicators.be/nl/i/G12_DMC/)
- Feys, T. (2011). *30 jaar OVAM - De Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij in historisch perspectief*. Academia Press. Opgehaald van: <https://issuu.com/vlaanderen-be/docs/9165cc31-5012-4078-9de6-a357028b9446/1?ff>
- Gent-Geprent. (2022). *UZ Gent*. Opgehaald van: <https://www.gent-geprent.com/bijzondere-gebouwen/gebouwen-u-1/uz-gent>
- Gids duurzame bouwen. (2022a). *Hergebruik ex situ*. Opgehaald van: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/woordenlijst/hergebruik-ex-situ>
- Gids duurzame bouwen. (2022b). *Hergebruik in situ*. Opgehaald van: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/nl/hergebruik-in-situ.html?IDC=1521&IDD=23108>
- Grommen, S. (2019, maart 23). *De circulaire economie, wat is dat eigenlijk? En kan het de planeet redden?* Opgehaald van: <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2019/03/20/de-circulaire-economie-wat-is-dat-eigenlijk-en-kan-het-de-plan/>
- Group Van Vooren. (2022a). *Keramische materialen*. Opgehaald van: <https://www.groupvanvooren.com/nl/diensten-labo-devlieger-van-vooren/keramische-materialen>
- Group Van Vooren. (2022b). *Werfproeven*. Opgehaald van: <https://www.groupvanvooren.com/nl/diensten-labo-devlieger-van-vooren/werfproevenh>
- Guldager Jensen, K. (2016). *Building a circular Future* (Denemarken). Danish Environmental Protection Agency.
- Housing Evolutions. (2022). *The super circular estate project*. Opgehaald van: <https://www.housingevolutions.eu/project/the-super-circular-estate-project/>
- IDEA Consult. (2019). *Ruimte voor wonen door reconversie in België*. Opgehaald van: [https://www.ing.be/Assets/nuid/documents/20181015\\_Etude\\_Reconversie\\_NL.pdfh](https://www.ing.be/Assets/nuid/documents/20181015_Etude_Reconversie_NL.pdfh)
- Infosteel. (2021). *Verbindingen en detaillering*. Opgehaald van: <https://www.infosteel.be/materiaal/techniek-normen/verbindingen.html> - verbindingen-volgens-uitvoering
- Klaas Vermaas. (2013a, maart 30). *Rectoraat*. Opgehaald van: <https://www.flickr.com/photos/klaasfotocollectie/8617175878>
- Klaas Vermaas. (2013b, maart 30). *Tweakerken Hoveniersberg*. Opgehaald van: <https://www.flickr.com/photos/klaasfotocollectie/8618887759>
- Kralj, D. (2008). *Building Materials Reuse and Recycle* (Slovenië).

- Lazarus, N. (2019). *BedZED: Toolkit Part I*. Opgehaald van: [https://library.uniteddiversity.coop/Ecological\\_Building/BedZED-Toolkit-Part-1.pdf](https://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/BedZED-Toolkit-Part-1.pdf)
- Leefmilieu brussel. (2017, januari 25). *Hergebruik-hertoepassing van bouw materiaal*. Opgehaald van: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels.nl/hergebruik-in-al-zijn-gedaanten.html?IDC=8340h>
- Leefmilieu brussel. (2018). *Bouwwerven in de circulaire economie: Bruikbare oude bouwmaterialen* (Brussel). Opgehaald van: <https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/pres-180313-circ-1-6-reemp-nl.pdf>
- Legioblock. (2022). *Oplossingen*. Opgehaald van: <https://www.legioblock.com/oplossingen>
- Meadows, D., Meadows, D., & Randers, J. (1972). *De grenzen aan de groei (Limits to growth)*. Het Spectrum N.V.
- Materiauteek Brussels. (2022). *Structureel hout*. Opgehaald van: <https://materiauteek.brussels.nl/home-2-2/?location=structure-bois-sdb>
- NAV. (2022a). *Sloopopvolgingsplan*. Opgehaald van: [https://www.vitruviusacademy.be/webinars/16?utm\\_source=Architecten+sync&utm\\_campaign=8a0adf9166-Vitruvius+-+Sloopopvolgingsplan+-+mail+2&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_9a6160b4a9-8a0adf9166-523934533](https://www.vitruviusacademy.be/webinars/16?utm_source=Architecten+sync&utm_campaign=8a0adf9166-Vitruvius+-+Sloopopvolgingsplan+-+mail+2&utm_medium=email&utm_term=0_9a6160b4a9-8a0adf9166-523934533)
- NAV. (2022b, januari 21). *Duurzaam én betaalbaar bouwen: VUB-onderzoek wijst uit dat het kan, met aanpasbare huizen*. Opgehaald van: [https://www.nav.be/artikel/3273?fbclid=IwAR1BfYSNNnZyn\\_czvHJ92EqEvkZ1HKRVtCahC8qRDGA8fQNR5ZJ8CxJeNk](https://www.nav.be/artikel/3273?fbclid=IwAR1BfYSNNnZyn_czvHJ92EqEvkZ1HKRVtCahC8qRDGA8fQNR5ZJ8CxJeNk)
- Norbert, L. (2018, maart 14). *Recycling, Upcycling En Downcycling, Wat Zijn De Verschillen?* Opgehaald van: <https://allesoverafval.vanhappencontainers.nl/afval-scheiden/recycling-upcycling-en-downcycling-verschillen/>
- OPALIS. (2019). *Productiehal BC materials*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projects/pdf/1122h>
- OPALIS. (2021a). *Baksteen*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/materialen/baksteen>
- OPALIS. (2021b). *K.118 Winterthur*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projecten/k118-winterthurh>
- OPALIS. (2021c). *Materiaalfiche: Massief constructiehout met rechthoekige dwarsdoorsnede*. Opgehaald van: [https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fopalis.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2022-01%2F2.10\\_nl\\_-\\_massief\\_constructiehout\\_met\\_rechthoekige\\_dwarsdoorsnede\\_v01.pdf&clen=12245964&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fopalis.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2022-01%2F2.10_nl_-_massief_constructiehout_met_rechthoekige_dwarsdoorsnede_v01.pdf&clen=12245964&chunk=true)
- OPALIS. (2021d). *Materiaalfiche: Stalen liggers*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/materialen/structureel-staal>
- OPALIS. (2021e). *Materiaalfiche: Volle keramische bakstenen*. Opgehaald van: [https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fopalis.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2022-01%2F2.40\\_nl\\_-\\_volle\\_keramische\\_baksteen\\_v01\\_0.pdf&clen=9456032&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fopalis.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2022-01%2F2.40_nl_-_volle_keramische_baksteen_v01_0.pdf&clen=9456032&chunk=true)
- OPALIS. (2021f). *Plaatmateriaal*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/materialen/plaatmateriaal>
- OPALIS. (2021g). *Structureel hout*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/materialen/structureel-hout>
- OPALIS. (2021h). *Structureel staal*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/materialen/structureel-staal>
- OPALIS. (2021i). *Verbouwing van de oude Belle-Vue-brouwerijen*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projecten/verbouwing-van-de-oude-belle-vue-brouwerijen>
- OPALIS. (2022a). *Centrum van het Winnipeg Folk Festival*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projecten/centrum-van-het-winnipeg-folk-festival>
- OPALIS. (2022b). *Magazijn van onder het stof gehaald*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projecten/magazijn-van-onder-het-stof-gehaald>
- OPALIS. (2022c). *Renovatie van de Hageltoren*. Opgehaald van: <https://opalis.eu/nl/projecten/renovatie-van-de-hageltoren>
- OPALIS, & ROTOR. (2019). *Constructieve elementen van gelijmd gelamelleerd hout*. Opgehaald van: [https://opalis.eu/sites/default/files/documentation/2.11\\_nl\\_-\\_constructieve\\_elementen\\_van\\_gelijmd\\_gelamelleerd\\_hout\\_v01.pdf](https://opalis.eu/sites/default/files/documentation/2.11_nl_-_constructieve_elementen_van_gelijmd_gelamelleerd_hout_v01.pdf)
- OVAM. (2015). *24 ONTWERPRICHTLIJNEN VERANDERINGSGERICHT BOUWEN* (Brussel). Opgehaald van: <https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/24-Ontwerprichtlijnen-veranderingsgerbouwen.pdf>

- OVAM. (2020). *Technische levensduur van gebouwcomponenten*. Opgehaald van: <https://docplayer.nl/201405492-Rapport-technische-levensduur-van-gebouwcomponenten.html>
- OVAM. (2021a). *Bouwwerk- en productpaspoort – definities van parameters*.
- OVAM. (2021b, november 18). *Selectief slopen & sloopopvolging*. Opgehaald van: <https://www.ovam.be/selectief-slopen-sloopopvolging>
- Peabody. (2022). *BedZED: 'The first large-scale eco-community in the UK'*. Opgehaald van: <https://www.peabody.org.uk/about-us/our-performance/sustainability/case-study-bedzed>
- Reuse Brussels. (2016, april 1). *Bakstenen*. Opgehaald van: <https://reuse.brussels/nl/briques/>
- Roeland, B. (2022, maart 13). Scharste bevordert de circulaire economie. *Trends nr. 13*, 18,19,20.
- ROTOR DC. (2018). *Déconstruction Et Réemploi: Comment Faire Circuler Les éléments De Construction*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- ROTOR DC. (2021). *UGent Gebouw B: Quick audit, herbruikbare bouwmaterialen 06.07.2021*.
- Sanacon. (2022). *Schadediagnose*. Opgehaald van: <https://www.sanacon.be/nl/onze-diensten/expertise/schadediagnose>
- Sara Helsen. (2021). *Bouwen aan de UGent. Hoe duurzaam is het en wat kan er beter*. Opgehaald van: <https://stadsacademie.be/wp-content/uploads/2021-thesis-Sara-Helsen-duurzaam-bouwen-4.pdf>
- Schillewaert, N. (2022, februari 7). *Bouwmaterialen tot kwart duurder dan drie maanden geleden: 'Vooral prijs van isolatiemateriaal en hout fors gestegen'*. VRTNWS. Opgehaald van: <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2022/02/07/prijs-bouwmaterialen/#:~:text=Uit%20een%20rondvraag%20van%20de,enorm%20hoog%20op%20dit%20moment.>
- SDG's. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Opgehaald van: <https://www.vvsg.be/kennisitem/vvsg/doelstelling-12-verantwoorde-consumptie-en-productie>
- SERV. (2018). *Overzicht barrières bij de transitie naar een circulaire economie* (Brussel). Opgehaald van: [https://www.serv.be/sites/default/files/documenten/SERV\\_20180403\\_CE-barri%C3%A8res\\_NOT.pdf](https://www.serv.be/sites/default/files/documenten/SERV_20180403_CE-barri%C3%A8res_NOT.pdf)
- SGS Search. (2021). *Beslisboom Hergebruik (ge)bouwelementen: 'Een leertraject om te komen tot een praktisch hulpmiddel voor de kwaliteitstoetsing van her te gebruiken bouwelementen'*.
- SGS Search. (2022a). *Beton- en toeslagmateriaaltesten*. Opgehaald van: <https://www.sgs.be/nl-nl/construction/services-related-to-materials/materials-testing/concrete-and-aggregate-testing>
- SGS Search. (2022b). *Testen van bakstenen en blokken*. Opgehaald van: <https://www.sgs.be/nl-nl/construction/services-related-to-materials/materials-testing/brick-and-block-testing>
- Stad Gent. (2021). *Circulaire Proeftuinen: Wat hebben we geleerd?* Opgehaald van: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fstad.gent%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedia%2Fdocuments%2FCirculaire%2520proeftuinen%25202021.pdf&clen=12067743&chunk=true>
- Stadsacademie. (2022). *Circulair Bouwen*. Opgehaald van: <https://stadsacademie.be/traject/circulair-bouwen/>
- SVR Architects. (2021). *Onderzoeksgebouw Blok B UGent*. Opgehaald van: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.svr-architects.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2FFPF\\_UGent-Onderzoeksgebouw\\_Blok-B-1.pdf&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.svr-architects.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2FFPF_UGent-Onderzoeksgebouw_Blok-B-1.pdf&chunk=true)
- UGent. (2014). *Transitie Ugent 2014: Samen voor een duurzame universiteit*. Opgehaald van: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ugent.be%2Fnl%2Funivgent%2Fwaarvoor-staat-ugent%2Fduurzaamheidsbeleid%2Fmedewerker%2Ftransitieugent%2Fmemorandi%2Fmemorandumtransitieugent2014.pdf&clen=7355006&chunk=true>
- UGent. (2020). *Duurzaamheidsverslag 2020* (p. 14). Opgehaald van: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ugent.be%2Fnl%2Funivgent%2Fwaarvoor-staat-ugent%2Fduurzaamheidsbeleid%2Fverslag%2Fduurzaamheidsrapport2020&clen=5978836&chunk=true>

- UGent. (2021). *Rare Tijden Courant*. Opgehaald van: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ugent.be%2Fnl%2Funivgent%2Fwaarvoor-staat-ugent%2Fduurzaamheidsbeleid%2Fmedewerker%2Ftransitieugent%2Fraretijdencourant.pdf&clen=19877046&chunk=true>
- UGent. (2022a). *Bestuur en administratie*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/nl/univgent/contact-adressen/administratie-bestuur>
- UGent. (2022b). *Duurzaamheidsvisie*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/nl/univgent/waarvoor-staat-ugent/duurzaamheidsbeleid/visie/overzicht.htm>
- UGent. (2022c). *Home Astrid*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/student/nl/meer-dan-studeren/huisvesting/homes/ligging/astrid.htm>
- UGent. (2022d). *Home Boudewijn*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/student/nl/meer-dan-studeren/huisvesting/homes/ligging/boudewijn.htm>
- UGent. (2022e). *Home Heymans*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/student/nl/meer-dan-studeren/huisvesting/homes/ligging/heymans.htm>
- UGent. (2022f). *Klimaatplan*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/nl/univgent/waarvoor-staat-ugent/duurzaamheidsbeleid/klimaatplan>
- UGent. (2022g). *Laboratorium Magnel-Vandepitte voor Bouwkundige Constructies en Bouwmaterialen*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/ea/structural-engineering/nl/onderzoek/magnel-vandepitte>
- UGent. (2022h). *Rectoraat*. Opgehaald van: <https://www.ugentmemorie.be/plaatsen/rectoraat>
- UGent. (2022i). *Transitie UGent*. Opgehaald van: <https://www.ugent.be/nl/univgent/waarvoor-staat-ugent/duurzaamheidsbeleid/medewerker/transitieugent>
- UGent, & Directie Gebouwen en Facilitair Beheer. (2020). *Ontwerprichtlijn UGent*.
- UGent, & Hilde Christiaens. (2013, juli 8). *Renovatie hoogbouw Ledeganck*. Opgehaald van: <https://beeld.ugent.be/nl/fotoalbum/renovatie-hoogbouw-ledeganck?slideshow=1&id=29135>
- UGent, & Hilde Christiaens. (2017, mei 11). *Opening vernieuwde vleugels Campus Ledeganck*. Opgehaald van: <https://beeld.ugent.be/nl/fotoalbum/foto/z2017-098-118>
- Universiteit Gent, & Pieter Morlion. (2010, augustus 23). *Foto van Home Vermeulen*. Opgehaald van: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Home\\_Vermeulen\\_2010PM\\_0616\\_21H7991.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Home_Vermeulen_2010PM_0616_21H7991.JPG)
- UZ Gent. (2022a). *Geschiedenis Universitair Ziekenhuis Gent*. Opgehaald van: <https://www.uzgent.be/over-uz-gent/organisatie/geschiedenis>
- UZ Gent. (2022b). *Masterplan UZ Gent*. Opgehaald van: <https://projectu.uzgent.be/dit-is-project-u/masterplan/>
- Vanacker, L. (2022, maart 25). *Domino-effect op prijzen treft bouwsector*. De Tijd. Opgehaald van: <https://www.tijd.be/dossiers/de-verdieping/domino-effect-op-prijzen-treft-bouwsector/10376113.html>
- Vanderick, M. (2019, februari 18). *Gedemonteerde scheidingswanden krijgen tweede leven—Project RSZ Horta*. Opgehaald van: <https://www.circulareconomy.brussels/des-cloisons-qui-rapprochent-les-gens-projet-onss-horta-marc-vanderick/?lang=nl>
- Vandeweghe, E. (2019a). *Universiteitscampus De Sterre*. Opgehaald van: <https://inventaris.onroerendergoed.be/erfgoedobjecten/307161>
- Vandeweghe, E. (2019b). *Faculteit van Economische Wetenschappen*. Opgehaald van: <https://inventaris.onroerendergoed.be/erfgoedobjecten/307157>
- VIBE VZW. (2020). *Wat is milieuverantwoord en gezond bouwen?*
- Visit Brussels. (2018). *Tour à Plomb—Venue, Cultuur en Sport*. Opgehaald van: <https://visit.brussels/nl/place/Tour-a-Plomb-Venue-Kultuur-en-Sport-meeting-venue>
- Vlaamse Confederatie Bouw. (2020, februari 24). *Meer hergebruik van bouwmaterialen; hoe pak je dit aan?* Opgehaald van: <https://www.circulairebouweconomie.be/1/meer-hergebruik-van-bouwmaterialen-uit-de-sloop/>
- Vlaamse Overheid. (2020, februari 21). *De Europese Green Deal—Vlaamse uitgangspunten*. Opgehaald van: <https://www.fdfa.be/sites/default/files/atoms/files/EUROPESE%20GREEN%20DEAL%20-%20VLAAMSE%20UITGANGSPUNTEN.pdf>

- Vlaamse Overheid. (2021a). *'VLAANDEREN CIRCULAIR' EEN STUWENDE KRACHT NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE IN VLAANDEREN*. Opgehaald van: [https://ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/nota\\_circulaire\\_economie.pdf](https://ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/nota_circulaire_economie.pdf)
- Vlaamse Overheid. (2021b, mei 18). *De Vlaming isoleerde meer dan ooit tijdens de coronacrisis*. Opgehaald van: <https://www.energiesparen.be/de-vlaming-isoleerde-meer-dan-ooit-tijdens-de-coronacrisis?language=en>
- Vlaamse Overheid. (2022a). *EPB-eisen*. Opgehaald van: <https://www.energiesparen.be/epb-pedia/epb-eise>
- Vlaamse Overheid. (2022b). *Ons GIS-aanbod*. Opgehaald van: <https://overheid.vlaanderen.be/webdiensten-ons-gis-aanbod>
- Vlaamse Overheid, & Bourgois, G. (2016). *Visie 2050: Een langetermijnstrategie voor Vlaanderen*. Opgehaald van: [https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/bestanden/visie\\_2050\\_een\\_langetermijnstrategie\\_voor\\_vlaanderen.pdf](https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/bestanden/visie_2050_een_langetermijnstrategie_voor_vlaanderen.pdf)
- Vlaanderen Circulair. (2021a). *Green deal: Circulair bouwen*. Opgehaald van: <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/nl/onze-aanpak/green-deal>
- Vlaanderen Circulair. (2021b). *Totaalrenovatie dienstencentrum Gentbrugge*. Opgehaald van: <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/nl/projecten/detail/stad-gent-9>
- Vlaanderen Circulair. (2021c). *Vlaanderen Circulair: Historiek*. Opgehaald van: <https://vlaanderen-circulair.be/nl/over-ons/historiek>
- Vlaanderen Circulair. (2022). *Basics van de Circulaire Economie*. Opgehaald van: <https://vlaanderen-circulair.be/nl/leerhub/presentatie-basics-van-de-circulaire-economie>
- VUB architectural engineering. (2019). *Bouwen voor een circulaire economie: Gebouwen, een dynamische omgeving*. ouwen voor een circulaire economie Gebouwen, een dynamische omgeving
- VVSG. (2015). *Doelstelling 12: Verantwoorde consumptie en productie*. Opgehaald van: <https://www.vvsg.be/kennisitem/vvsg/doelstelling-12-verantwoorde-consumptie-en-productie>
- Wagneur, M., & WTCB. (2011). *Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen*. Opgehaald van: <https://www.wtcb.be/publicaties/monografieen/16/>
- Wergroep Hergebruik. (2015). *Strategie hergebruik van bouwmaterialen*. Opgehaald van: [chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgglefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.confederatisonconstruction.be%2FPortals%2F19%2FPlateforme%2520R%25C3%25A9emploi%2FStrategie%2520hergebruik%2520van%2520bouwmaterialen\\_NL\\_lb.pdf&clen=150171&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgglefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.confederatisonconstruction.be%2FPortals%2F19%2FPlateforme%2520R%25C3%25A9emploi%2FStrategie%2520hergebruik%2520van%2520bouwmaterialen_NL_lb.pdf&clen=150171&chunk=true)
- WTCB. (2017). *Circulair Bouwen. Naar een circulaire economie in de bouwsector*.
- WTCB. (2020). *Naar een circulaire economie in de bouw* (Brussel).
- WTCB. (2021a). *Fotogrammetrie met open source software*. Opgehaald van: [https://www.wtcb.be/media/yagn4svc/fotogrammetrie\\_n.pdf](https://www.wtcb.be/media/yagn4svc/fotogrammetrie_n.pdf)
- WTCB. (2021b, december 9). *Demo: Indoor as-built-registratie met 360-gradenfoto's voor snelle resultaten*. Opgehaald van: [https://digitalconstruction.be/nl/demonstration/as-built-registratie/?utm\\_source=flexmail&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=211110wtcbmailnl&utm\\_content=360camera](https://digitalconstruction.be/nl/demonstration/as-built-registratie/?utm_source=flexmail&utm_medium=email&utm_campaign=211110wtcbmailnl&utm_content=360camera)
- WTCB. (2022, mei 23). *Nieuwe Belgische norm over de specificatie van beton (NBN B 15-001)*. Opgehaald van: <https://www.wtcb.be/nieuws/nieuwe-belgische-norm-over-de-specificatie-van-beton-nbn-b-15-001/>
- Zwick Roell. (2022). *Tests op hout*. Opgehaald van: <https://www.zwickroell.com/nl/branches/bouwmaterialen/tests-op-hout/>

## BIJLAGEN:

## 1. Bijlage A

## 1.1. Media

Tabel 34: Vergelijkingskader van verschillende media ter ondersteuning van het hergebruikproces. Er wordt een kleurencode gebruikt. 5/5 actoren nemen het criteria op in *groene* kleur. 4/5 actoren nemen het criteria op in *oranje* kleur. 3/5 actoren nemen het criteria in op in *paarse* kleur. 2/5 actoren nemen het criteria op in *zwarte* kleur. 1/5 actoren nemen het criteria op in *rode* kleur.

Media	Laserscanner	2D-camera	360-camera	Drone	AI
<b>1. Interne tools</b> (10/15) = 66,67%	(3/3)	(1/3)	(1/3)	(2/3)	(3/3)
1. Identificatie van de geometrie (afmetingen, oppervlakte, volume)	X	X	X		X
2. Berekening/ overzicht materiaalhoeveelheid	X			X	X
3. Automatische identificatie (materiaalsoorten en schadegevallen)	X			X	X
<b>2. Output</b> (9/10) = 90%	(2/2)	(1/2)	(2/2)	(2/2)	(2/2)
1. Digitale bibliotheek	X	X	X	X	X
2. 3D-model	X		X	X	X
<b>TOTAAL</b>	5 criteria	2 criteria	3 criteria	4 criteria	5 criteria

Men kan besluiten dat het hoofddoel van deze media de creatie van een digitale bibliotheek is. (groene kleur) Men streeft naar het maken van een visueel digitaal toegankelijk overzicht. De laserscanner en de werkmethode Artificiële Intelligentie zijn hier het meest in onderlegd (5 criteria). Daarnaast zetten 4 van de 5 actoren ook in op een identificatie van de geometrie (afmetingen, oppervlakte, volume) en de opmaak van een 3D-model.

## 1.2. Apps en software

Enkele voorbeelden van deze applicaties en software in Europa zijn Werflink, Cirdax, Bimeo, Cycle Up, Concular, Upcyclea en de Excel Inventory Templates van FCRBE. Deze worden in onderstaand kader met elkaar vergeleken binnen 3 thema's. Deze zijn interne tools, output en analyse. Hoe toegankelijker en kleiner de middelen hoe interessanter. (VUB architectural engineering, 2019, p. 66)

Tabel 35: Vergelijkingskader van verschillende softwares ter ondersteuning van het hergebruikproces. Er wordt een kleurencode gebruikt. 7/7 actoren nemen het criteria op in *groene* kleur. 6/7 actoren nemen het criteria op in *oranje* kleur. 5/7 actoren nemen het criteria op in *kaki* kleur. 4/7 actoren nemen het criteria op in *blauwe* kleur. 3/7 actoren nemen het criteria op in *paarse* kleur. 2/7 actoren nemen het criteria op in de *zwarte* kleur. 1/7 actoren nemen het criteria op in *rode* kleur.

Regio	België	Nederland	Frankrijk		Duitsland	Europa	
Software	Werflink	Cirdax	Bimeo	Cycle Up	Concular	Upcyclea	FCRBE
Prijs	Gratis	Betalend	Gratis	Betalend	/	Betalend	Gratis
<b>1. Interne tools:</b> (34/49)= 69,39%	(6/7)	(6/7)	(5/7)	(6/7)	(4/7)	(5/7)	(2/7)
1. Registreren en digitaliseren van bouwmaterialdata	X	X	X	X	X	X	X
2. Materiaalpaspoort	X	X	X	X	X	X	X
3. Up-to-date data-onderhoud	X	X	X	X	X	X	
4. Online marktplaats of materialenbank	X	X		X	X	X	
5. Kaartoverzicht	X	X		X		X	
6. Mobiele app	X Werf-link	X	X ARtoBuild DATATO-Build	X Diag it			
7. OpenBIM-proces opstarten/ BIM-platform			X				
<b>2. Output:</b> (11/49)= 22,45%	(0/7)	(3/7)	(4/7)	(1/7)	(0/7)	(2/7)	(1/7)
1. BIM-verbinding		X		X		X	
2. 1 up-to-date centraal digitale 3D-representatie		X	X				
3. Digitaal opgemeten ruimte		X	X				
4. Excel-verbinding						X	X
5. 2D-plannen (pdf)			X				
6. 3D-plannen(IFC)			X				
<b>3. Analyse:</b> (27/49)= 55,10%	(0/10)	(5/10)	(4/10)	(4/10)	(8/10)	(6/10)	(0/10)
1. CO2-impact-calculator		X		X	X	X	
2. Resultaatrapport		X	X		X	X	
3. Kosten		X		X	X	X	
4. Circulariteit		X		X	X	X	
5. Waardeschatting actuele markt			X	X	X		
6. Energie-audit		X	X			X	
7. Gezondheids-dossier			X			X	
8. Opslagmogelijkheid					X		
9. LCA					X		
10. Afval					X		
<b>TOTAAL</b>	6 criteria	14 criteria	13 criteria	11 criteria	12 criteria	13 criteria	3 criteria



Analyse vergelijking:

Uit bovenstaande vergelijking kan men besluiten dat binnen deze software, de meeste aandacht wordt besteed aan interne tools. (69,39%) Het gaat dan voornamelijk over administratieve en praktische functies. Registratie en digitalisatie van data, het onderhoud ervan, documentatie ervan in een materiaalpaspoort, de online verhandeling en uitwisseling van info en materialen, creatie van toegankelijke kanalen tot deze info (duidelijk kaartoverzicht, applicatie, BIM) komen hierin aan bod. De criteria die door elke actor worden opgenomen en als belangrijk worden geacht zijn de registratie en digitalisatie van bouwmaterialidata alsook de opmaak van materiaalpaspoorten. (groene kleur) De elementen die het minst worden opgenomen zijn een Bim-proces, de opmaak van 2D-plannen en 3D-plannen, de analyse van LCA en afvalproductie alsook analyse over opslagmogelijkheden. (rode kleur) De Nederlands software Cirdax neemt het meest aantal criteria op. (14 criteria) Hun focus ligt voornamelijk op interne tools (6 criteria) alsook op de analyse van de materialen (5 criteria). De Excel Inventory Templates van FCRBE nemen het minst aantal criteria op. Ze zijn namelijk zo open mogelijk opgesteld om de gebruiker zijn eigen keuze aan criteria te laten kiezen. Op vlak van interne tools leggen Werflink, Cirdax en Cycle Up de meeste nadruk. (6 criteria) De meeste criteria rond output kunnen gevonden worden bij Bimeo. (4 criteria) Concular (8 criteria) en Upcyclea (6 criteria) zijn dan eerder voorlopers op het vlak van analyse van de materiale

1.3. Online gids

Met behulp van online gidsen wordt men wegwijs gemaakt in het aanbod aan onlineinformatie en websites over herbruikbare materialen en dit voor verschillende doelgroepen. Hieronder worden er enkele onderzochte voorbeelden met elkaar vergeleken. Deze zijn Confederatie bouw, C-bouwers, Circubuild, Opalis, Hergebruik-bouw Brussel, Mosard en Vibe-vzw. De criteria worden in 2 thema's opgesplitst: interne tools en output.

Tabel 36: Vergelijkingskader van verschillende online gidsen ter ondersteuning van het hergebruikproces. Er wordt een kleurencode gebruikt. 7/7 actoren nemen het criteria op in groene kleur. 6/7 actoren nemen het criteria op in oranje kleur. 5/7 actoren nemen het criteria op in kaki kleur. 4/7 actoren nemen het criteria op in blauwe kleur. 3/7 actoren nemen het criteria op in paarse kleur. 2/7 actoren nemen het criteria op in de zwarte kleur. 1/7 actoren nemen het criteria op in rode kleur.

Online gids	Confederatie Bouw	C-bouwers	Circubuild	Opalis	Hergebruik-bouw Brussel	Mosard	Vibe vzw
<b>1. Interne tools:</b> (20/35) = 57,14%	(2/5)	(3/5)	(3/5)	(4/5)	(2/5)	(4/5)	(2/5)
1. Aanbieding van advies	X	X Hout, Steen, Staal, Beton	X Hout, Steen, Staal Beton	X Hout, Steen, Staal Beton	X	X Hout	X
2. Agenda aan evenementen	X		X		X	X	X
3. Online Materialendatabank		X	X	X		X	
4. Technische fiches		X		X		X	
5. Overzichtskaart met hergebruikhandelaars				X			
<b>2. Output:</b> (22/42) = 52,38%	(3/6)	(2/6)	(5/6)	(2/6)	(3/6)	(4/6)	(3/6)
1. Toepassingen	X	X	X	X	X	X	X
2. Documenten & links	X	X	X	X	X	X	X
3. Opleidingen	X		X		X	X	X
4. Eigen modulaire bouwmethode						X	
5. Eigen boek			X				
6. Eigen beoordelingsmethode			X				
<b>TOTAAL</b>	5 criteria	5 criteria	8 criteria	6 criteria	5 criteria	8 criteria	5 criteria

Analyse vergelijking:

Uit bovenstaand vergelijkingskader kan men besluiten dat men hoofdzakelijk aandacht schenkt aan het aanbieden van advies, het toelichten van verschillende mogelijke toepassingen en handige documenten en links die de bezoeker wegwijs kunnen maken in het hergebruikverhaal. Slechts enkele keren wordt dit ondersteunt met een overzichtskaart met hergebruikhandelaars, een alternatieve modulaire bouwmethode, een boek of alternatieve beoordelingsmethode.

Circubuild (8 criteria) en Mosard (8 criteria) halen de meeste criteria aan. Op het vlak van interne tools zijn Opalis (4 criteria) en Mosard (4 criteria) hierin de koplopers. Naar output toe hechten Circubuild (5 criteria) en Mosard (4 criteria) hier het meeste aandacht aan.

## 1.4. Online databank

Tabel 37: Vergelijkingskader van verschillende online databanken ter ondersteuning van het hergebruikproces. Er wordt een kleurencode gebruikt. De *groene* kleur duidt aan dat het criterium door 4 van de 4 bronnen als belangrijk werd geacht. De *oranje* kleur wijst erop dat 3 van de 4 actoren het criterium doorslaggevend vinden. De *zwarte* kleur duidt erop dat 2 van de 4 actoren het een beslissend criterium vinden. De *rode* kleur markeert dat slechts 1 actor van de 4 het een essentiële factor vinden.

Online Databank	C-bouwers	ProReMat	Tracimat	Madaster
<b>1. Interne tools</b> (23/32) = 71,88%	(6/8)	(5/8)	(6/8)	(6/8)
1. Aanbieding advies	X Staal Hout Steen Beton	X Steen Hout Beton	X	X
2. Algemene gegevens bouwmaterialen	X	X	X	X
3. Materiaalniveau	X	X	X	X
4. Online gids	X	X	X	
5. Gebouwniveau	X		X	X
6. Materiaalpaspoort	X	X		X
7. Documentniveau			X	
8. BIM-gerelateerd				X
<b>2. Output</b> (13/20) = 65%	(3/5)	(3/5)	(4/5)	(3/5)
1. Belgische markt	X	X	X	X
2. Documenten, links	X	X	X	X
3. Toepassingen	X	X		X
4. Opleidingen			X	
5. Certificatie			X	
<b>TOTAAL</b>	10 criteria	9 criteria	9 criteria	10 criteria

Analyse vergelijking:

C-bouwers en Madaster nemen het meest aantal criteria op. (10 criteria) Op het vlak van interne tools zijn C-bouwers, Tracimat en Madaster koplopers. Verder legt Tracimat nog meer nadruk op de output dan de overige 3.

De criteria die door allen worden opgenomen zijn de aanbieding van advies, opmaak van algemene gegevens over de bouwmaterialen, focus op materiaalniveau, de Belgische markt en het delen van handige documenten en links.

De opmaak en het beheer van documenten rond slopen en hergebruiken, BIM-gerelateerde media, toegang tot opleidingen en certificatie komen hierin het minst aan bod.

## 1.5. Onlinewebsite recuperatiebedrijf

Er bestaan reeds verschillende bedrijven die de hergebruikpraktijk onder de knie hebben. Ze hebben dikwijls een eigen opslagplaats die opengesteld wordt voor het publiek om er materialen te koop te stellen. Tegelijkertijd voorzien ze een website met een overzicht van hun koopbaar goed. Daarnaast bieden ze ook verschillende diensten aan die geïnteresseerden kunnen ondersteunen in hun hergebruikverhaal. Enkele voorbeelden hiervan zijn Materialenbank Leuven, RotorDC, Retrieval en U-mine.

Tabel 38: Vergelijkingskader van verschillende websites van recuperatiebedrijven ter ondersteuning van het hergebruikproces. Er wordt een kleurencode gebruikt. De **groene** kleur duidt aan dat het criterium door 4 van de 4 bronnen als belangrijk werd geacht. De **oranje** kleur wijst erop dat 3 van de 4 actoren het criterium doorslaggevend vinden. De **zwarte** kleur duidt erop dat 2 van de 4 actoren het een beslissend criterium vinden. De **rode** kleur markeert dat slechts 1 actor van de 4 het een essentiële factor vinden.

Online website recuperatiebedrijf	Materialenbank Leuven	Rotor DC	Retrival	U-mine
Locatie	Leuven	Brussel	Couillet	Beringen
<b>1. Interne tools</b> (9/12) = 75%	(2/3)	(2/3)	(2/3)	(3/3)
1. Algemene gegevens bij het product	X	X	X	X
2. Aanbieding advies	X	X	X	X
	Hout Steen Staal	Hout Steen	Hout Staal	Hout Steen Staal Beton
3. Bijkomende gegevens (demontage en waardering)				X
<b>2. Output</b> (18/36) = 50%	(2/9)	(6/9)	(7/9)	(3/9)
1. Webshop met catalogus	X	X	X	X
2. Inzamel- en verkooppunt	X	X	X	
3. Hergebruikinventaris		X	X	X
4. Bedrijf in demonteren, verzamelen verwerken, organiseren en opruimen		X	X	
5. Nieuwsartikels rond hergebruik		X	X	
6. Studie logistiek		X	X	
7. Materialenpaspoort				X
8. Boek		X		
9. Opleidingen			X	
<b>TOTAAL</b>	4 criteria	8 criteria	9 criteria	6 criteria

Analyse vergelijking:

Rotor DC (8 criteria) en Retrieval (9 criteria) nemen de meeste criteria op. Allen hechten belang aan het bijhouden en registreren van algemene gegevens bij het product, het aanbieden van advies en de opmaak van een webshop met catalogus. (groene kleur) Men legt minder focus op bijkomende gegevens rond demontage en waardering, de opmaak van een materiaalpaspoort, het schrijven van hun ervaringen in een boek of het creëren van opleidingen. (rode kleur)

