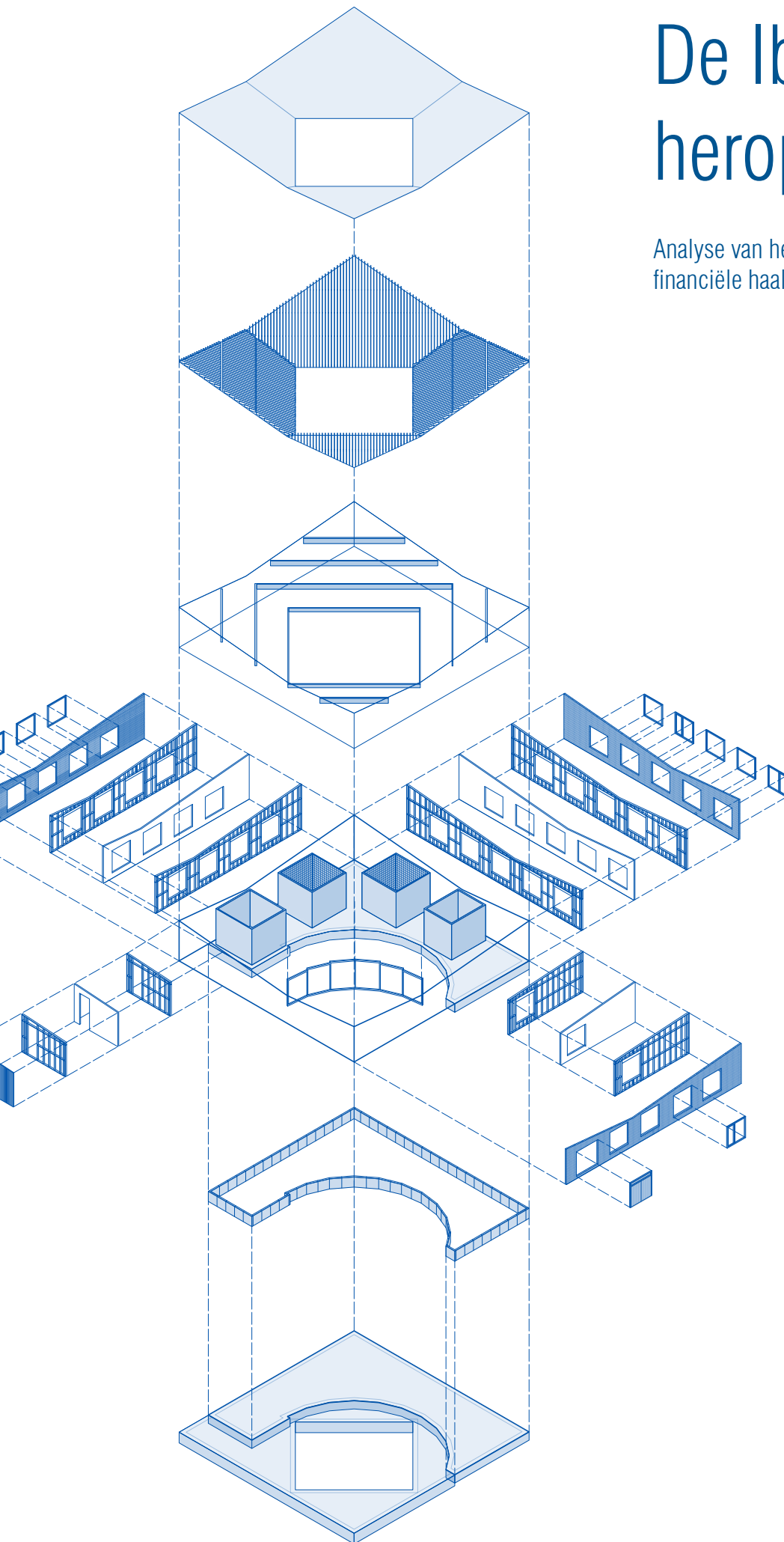


De IbSN woning heropgebouwd

Analyse van het hergebruikpotentieel en de
financiële haalbaarheid



De IbSN woning heropgebouwd: Analyse van het hergebruikpotentieel en de financiële haalbaarheid

Elise Masschelein, Imka Laeremans

Studentennummers: 01907477, 01911693

Promotoren: prof. dr. ir. arch. Marijke Steeman, prof. dr. Lionel Devlieger

Begeleiders: Katrien Devos, arch. Bart Vanden Driessche (BLAF architecten)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van

Master of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur - architectuurontwerp en
bouwtechniek

Academiejaar 2023-2024

DANKWOORD

Het voltooien van deze thesis markeert het einde van een mooie, intensieve en leerzame periode. We zijn bijzonder dankbaar voor de mogelijkheid om ons te verdiepen in dit onderzoek. Het proces heeft een diepe interesse in het vakgebied aangewakkerd en een sterke zin om hierin verder te gaan. Het neergezette resultaat zou niet mogelijk zijn geweest zonder de kansen, steun en begeleiding van verschillende personen, die wij hier graag even in de verf zetten.

Allereerst willen wij bijzondere dank uiten aan onze begeleidster Katrien Devos die steeds klaar stond voor vragen en advies. Haar constructieve feedback, waardevolle tips, hulp en motivatie, liggen mee aan de basis voor dit eindresultaat. Ook onze promotoren, prof. dr. Ir.-arch. Marijke Steeman en dr. Ir.-arch. Lionel Devlieger, willen we bedanken. Allereerst voor de kans die we kregen om dit onderzoek te voeren, maar daarnaast ook voor de kritische blik tijdens feedbacksessies die leidde tot interessante inzichten en ons nieuwe motivatie gaven om verder te gaan.

Bovendien verdienen ook arch. Bart Vanden Driessche en arch. David Leune van BLAF Architecten een bijzondere dank. Hun betrokkenheid, openheid en bereidwilligheid om te helpen worden zeer gewaardeerd. De inspirerende samenkomsten op woensdagvoormiddag boden de mogelijkheid om samen tot nieuwe ideeën te komen en waardevolle inzichten te creëren.

Deze thesis zou niet tot stand gekomen zijn zonder de bereidwilligheid van diverse partijen om in te gaan op onze verzoeken voor bezoeken of gesprekken. In het bijzonder willen we hierbij Dirk Smet van Aclagro en Paul Eykens van ISOPROC bedanken voor hun herhaalde bereidheid om tijd vrij te maken voor onze vragen, voor het voorzien van essentiële data, hun medewerking in ons proces en hun waardevolle inzichten in de praktijk.

Onze families verdienen ook een woord van dank. Op hun steun, interesse en motiverende woorden konden we steeds rekenen, niet alleen gedurende deze masterproef, maar gedurende onze gehele studie. Een bijzondere dank gaat uit naar Sandra Van Rooy, die regelmatig haar taalkundige blik op onze tekst liet schijnen om dit zo mee naar een hoger level te tillen. Verder willen we ook onze vrienden bedanken. Hun gezelschap, humor en steun waren onmisbaar tijdens onze gezamenlijke lange dagen in het Technicum. We zijn enorm blij samen met hen dit mooie hoofdstuk te kunnen afsluiten.

Om af te sluiten, willen we elkaar bedanken. Deze vlotte, leuke en gezellige samenwerking leidde tot een resultaat waar we beiden trots op zijn. We kijken met een gelukkig en voldaan gevoel terug op dit thesisjaar.

Imka Laeremans & Elise Masschelein

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.

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 the case of any other use, the limitations of the copyright have to be respected, in particular with regard to the obligation to state expressly the source when quoting results from this master dissertation.

Gent, 30 mei 2024

Imka Laeremans & Elise Masschelein

OVERZICHT

De IbSN woning heropgebouwd: Analyse van het hergebruikpotentieel en de financiële haalbaarheid

Auteurs: Imka Laeremans
Elise Masschelein
Promotoren: prof. dr. ir.-arch. Marijke Steeman
dr. ir.-arch. Lionel Devlieger
Begeleiders: ir.-arch. Katrien Devos
arch. Bart Vanden Driessche (BLAF Architecten)

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
Universiteit Gent
Academiejahr 2022-2023

Abstract

Het lineaire model dat de bouwsector hanteert, waarin grondstoffen worden ontgonnen, verwerkt, geconsumeerd en uiteindelijk geëlimineerd, staat bekend om zijn aanzienlijke ecologische impact (Sturm, 2024). Het hergebruik van bouwmaterialen biedt een mogelijkheid tot het vermijden van de ontginning van nieuwe grondstoffen, het reduceren van energie-intensieve productieprocessen en het verminderen van de hoeveelheid afval. Enerzijds heerst de perceptie dat hergebruik goedkoper is aangezien er geen nieuwe materialen moeten worden geproduceerd, anderzijds doen de arbeidsintensieve processen en hoge loonkosten, vermoeden dat hergebruik duurder is dan het aankopen van nieuwe materialen en dus op grote schaal verliesgevend is.

Het doel van deze masterproef is na te gaan voor welke materialen hergebruik rendabel is en welke van beide percepties derhalve correct is. Hiertoe wordt een kosten-baten analyse gemaakt voor enkele materialen aanwezig in de IbSN woning, gebouwd door BLAF architecten, die doorheen de thesis als case study wordt gebruikt. Deze woning wordt ontmanteld en in de mate van het mogelijke 1 op 1 heropgebouwd bij Verbeke Foundation. De materialen waarvoor een kosten-baten analyse zal worden gemaakt zijn: snelbouwsteen, baksteen, faiencetegels, minerale wol, polybeton, betonnen lateien, houtskeletwanden, houten roostering, glulam balken en kolommen, schrijnwerk en cellulose isolatie.

Deze analyse wordt ondersteund door gegevens die zijn verzameld uit een literatuuronderzoek en gesprekken met actoren uit de (hergebruik)praktijk. Op basis van deze gegevens worden de kosten van demontage, verwerking, transport en stockage van materialen vergeleken met de nieuwprijs zowel als de prijs op de hergebruikmarkt. De randvoorwaarden, zoals transportafstand, demontagemethoden en hoeveelheden materiaal, worden bepaald door de case study en zorgen voor de noodzakelijke afbakening binnen de verscheidenheid aan parameters. Ten slotte is, door het toepassen van geoptimaliseerde hergebruikstechnieken, de financiële haalbaarheid van hergebruik, dat vaak onrendabel was, verbeterd. Hierdoor kan meer dan 20% worden bespaard waardoor hergebruik een meer plausibele keuze wordt.

The lbSN house rebuilt: Analysis of the reuse potential and financial feasibility

Imka Laeremans & Elise Masschelein

Supervisors: prof. dr. ir.-arch. Marijke Steeman, dr. Ir. arch. Lionel Devlieger, ir.-arch. Katrien devos

Abstract - The linear model adopted by the construction sector, wherein raw materials are extracted, processed, consumed, and ultimately discarded, is known for its significant ecological footprint [1]. Reusing a material instead of demolishing or recycling it, offers an opportunity to avoid the extraction of raw materials, reduce energy-intensive production processes, and decrease waste production. On one hand, there is a perception that reuse is cheaper as no new materials need to be produced, on the other hand, the labour-intensive processes and high labour costs, suggest that reuse is more expensive than buying new materials and is therefore loss-making on a large scale. The aim of this analysis is to find out for which materials reuse is profitable and thus which of the two perceptions applies. To this end, a cost-benefit analysis is made for some materials present in the lbSN house, built by BLAF Architects, which is used as a case study. This analysis is supported by data collected from a literature review and interviews with actors in (reuse) practice. Based on these data, the cost of dismantling, processing, transport and storage of materials are compared with both the new price and the price on the reuse market. Finally, by applying optimized reuse techniques, the financial viability of reuse, which was often unprofitable, has been improved. By applying these techniques, 20% savings can be made, making reuse a more profitable choice.

Keywords - reuse, urban mining, economic feasibility, lbSN building

I. INTRODUCTION

The construction sector suffers from a bad image due to its significant ecological impact caused by its linear model of waste production due to construction and demolishing [1]. Reducing this impact can be achieved by prioritizing the reuse of materials over demolishing or recycling them, like prescribed by ‘Lansink’s Ladder’ [2]. This approach offers the opportunity to reduce waste accumulation and energy intensive production processes.

Numerous examples of reuse can be found throughout history. The logistic complexity and the substantial cost of transportation served as strong incentives for the

reuse of locally available materials [3]. However, since the 1930s, the prominence of material reuse in the economy has steadily declined. The replacement of artisanal production methods by industrialization, the rise of mechanization in tools, increasing labour costs, and the pressure on profitability due to rising land prices are among the primary factors explaining the end of this centuries-old practice. Since the 1970s, reuse has reemerged within the framework of public policy and environmental regulation. This shift aims both to reduce waste and to keep valuable resources in circulation [4]. Although significant progress has been made in more efficient construction methods, the need for more sustainable solutions remains pressing [5].

Reusing building materials can play a major role in the search for those solutions. Rethinking building methods to improve the ease of disassembly can be a solution for future building, but even buildings that were not designed in this manner can be considered an ‘urban mine’ from which many valuable materials can be recovered [1]. Focusing on urban mining, various research and pilot projects have found that the barriers that prevent reuse lie not so much at the technical, but rather at the systematic level: economic, technical and legal frameworks pose significant obstacles.

In an economic climate where labour costs far exceed material costs, it is challenging to dismantle materials in a profitable manner. Materials can be divided into 2 groups: either expansive variants of cheap materials or cheap alternatives for expansive materials. The market value of new materials, is extremely important to make a dismantling process potentially profitable. Economic factors are often more decisive than ecological considerations, which leads to a vicious circle of offer and demand: clients will not buy materials that are not available, but contractors will not dismantle them if there is no request to do so.

The technical performance of reused materials is often a second obstacle. For example, since structural elements represent the largest mass of a building, reusing these materials could ecologically have a large effect. However, when reusing them, a lot of uncertainty raises about their remaining technical performance. Since reused materials are not produced in a controlled environment, no guarantees can be given. This results in

many materials being used in a less demanding application, a phenomena that is called downgrading [6].

The government plays a significant role in incentivizing reuse, serving both as a model and having the capacity to enact legislation that can facilitate the adoption of reuse [7]. Implementing reuse in government projects, by giving more flexibility to contractors, is a first step. In addition to serving as a role model, the government can implement policies that prioritize ecological costs over financial costs. This approach also fosters increased demand for reclaimed materials, thereby stimulating growth in the market for such materials.

II. METHODOLOGY

A. Set-up

Throughout this analysis the IbSN house by BLAF Architects will be used as a case study. This house was built quite recently, in 2015, but due to the construction of a ring road the house is being expropriated. The demolition of the recent passive house was not an option for BLAF Architects, so a research project was launched in collaboration with Vlaio and Verbeke Foundation. The aim of this project is to dismantle the house to the fullest extent possible and rebuilt it with the deconstructed materials at Verbeke foundation, an open air museum with a focus on circularity. Due to the sponsoring of Geert Verbeke and Vlaio, and since the project is moved to a private building site, where no building permit is necessary, the limitations of the dismantling project are merely technical rather than economic or legislative.

The economic feasibility of the reuse of some of the present materials, if it were to be in a more realistic context, will be evaluated. The analyzed materials are the following: lightweight bricks, faience tiles, cellulose, carpentry, wood (glulam), wood (CLS), concrete lintels, polished concrete, mineral wool, and bricks. In order to do this, a cost benefit analysis is made based on following equation [8]:

$$(\text{dismantling cost} + \text{transportation} + \text{processing}) * \text{risk factor} < \text{market value of the reclaimed element}$$

Materials for which their reuse complies with this equation, can be considered profitable for reuse. To verify this for different materials, data must be collected.

B. Collecting data

To obtain a sufficiently broad background on the reuse of construction materials, a study of available literature was initially conducted. However, the theme of reuse is best studied through practical experience, so discussions with stakeholders in the (reuse) industry served as the

primary source of information for this analysis. These contacts were found through the website of Opalis and the network of contactors. Questions about the dismantling methods, challenges and considerations regarding the dismantling process, its duration and the method used to determine the selling prices, gave the possibility to collect the necessary data for understanding the practice of reuse and its economic consequences.

C. Interpretation data

Using the collected dismantling and processing times along with the corresponding wage cost (€47/h), the transportation- and storage costs, an estimation of the reuse cost per material can be made. The total cost per remaining material unit, taking into account material losses, is compared to the market value of the recovered material to draw conclusions regarding profitability for the contractor or the client. The value of the material on the reuse market, the value of the same material as a new product, as well as the value of the requirements, are calculated based on data from the reuse practice.

The analysis can be made in two perspectives. On one hand the profitability for the client, on the other hand the profitability for the contractor.

In the perspective of the client, the dismantled material is reused by the end customer in another building. The customer is therefore both the owner of the building to be dismantled and the new construction site. In this case, the labour cost for dismantling and processing must be paid, but the cost of new material and the waste disposal cost of the old material are saved. For which materials is it possible to build more affordably using this method?

In the perspective of the contractor, materials are dismantled and processed on-site by the contractor who can sell the products as reclaimed building material, which is transported to its new application. Can a contractor make a profit from this, or are the dismantling costs too high?

The constraints, such as transport distance, dismantling methods, and material quantities, are determined by the case study, providing necessary limitations within the variety of parameters. Their impact on the economic feasibility is examined. Additionally, alternative dismantling methods are explored, and their impact on profitability is analyzed. Since most contractors have access to their own private transportation and storage facilities, in some cases these costs are left behind. We distinguish an all-in case where all costs are taken into account, and a cost excl. transport and storage.

III. RESULTS

The results of the conducted cost analysis can be seen in the figure below (Figure 1). As can be seen, reuse is a profitable option for 3 out of 11 materials from the perspective of the client: mineral wool, glulam beams and joinery. For contractors, only the reuse of the joinery is profitable, since it has a large value on the reuse market. The profits that can be made by reusing these materials are not high enough to cover the other losses. As a result, in the theoretical scenario where all the examined materials are truly dismantled, an overall loss on building level is generated. For the customer, it is more cost-effective to outfit the entire house with new materials rather than reusing materials from a previous home. Similarly, for the contractor, the profits from the sale do not outweigh the costs of dismantling the material.

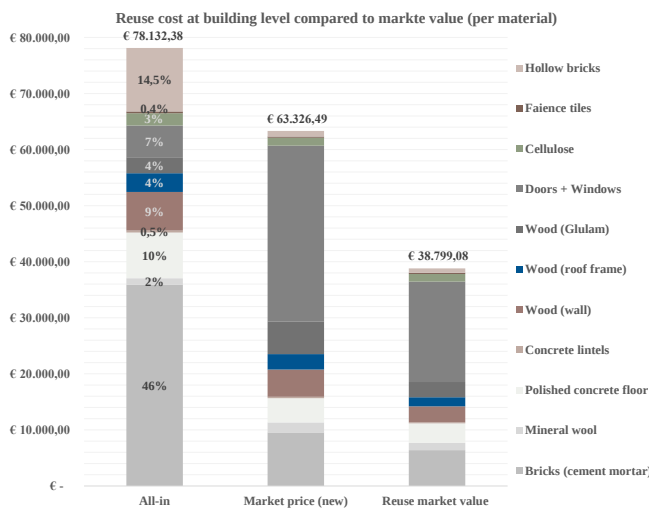


Figure 1: Reuse cost at building level compared to market value (per material)

Figure 2 shows that taking into account the waste disposal cost and disregarding the transportation or storage costs still results in a loss-making operation. In reality, however, certain materials are deliberately not dismantled, or dismantled using an alternative method due to economic considerations. In a more realistic scenario, following optimisations are implemented:

- Hollow bricks, which are highly unprofitable to dismantle and will not be dismantled in reality.
- The wooden structure of the wall can better be dismantled in frames rather than in individual components and social economy will be used to remove the nails and other metal components.
- Faience tiles will only be dismantled when material losses remain below 40%.

Upon implementing these adjustments, more than 20% can be saved (Figure 2) as a result of which reuse becomes economically feasible for the client. This reuse allows for savings in demolition and waste processing costs, as well as the purchase of new materials.

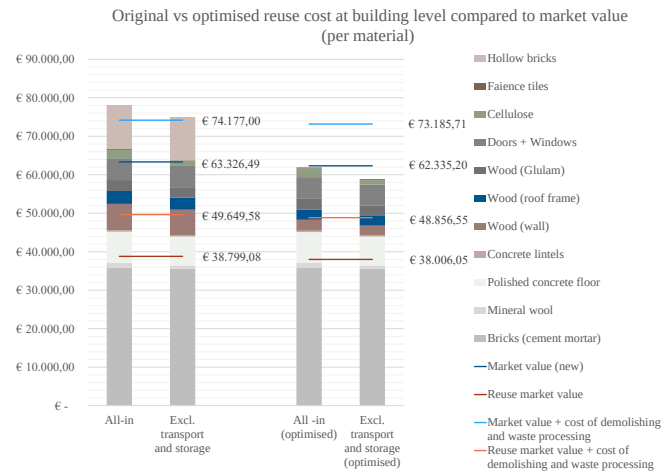


Figure 2: Original vs optimised reuse cost at building level compared to market value (per material)

Almost half of the total dismantling costs are attributed to expenses associated with reusing masonry with cement mortar. However, this operation is highly economically unattractive as shown in the figure below (Figure 3). Avoiding this unprofitable operation, which has a significant impact, also makes reuse appealing for the contractor.

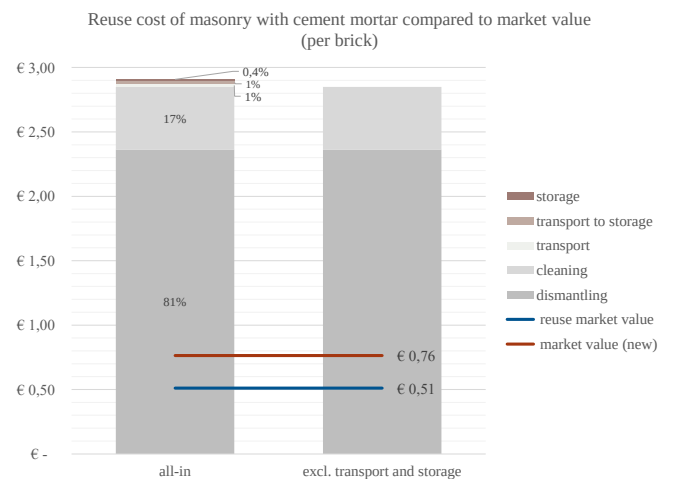


Figure 3: Reuse cost of masonry with cement mortar compared to market value (per brick)

Specifically for the case of Geert Verbeke, it can be concluded that reuse is economically advantageous for 5 out of the 11 materials: mineral wool, wooden structure of the walls dismantled in frames, glulam beams, joinery and cellulose isolation. This is particularly true because Geert Verbeke has access to his own transportation and storage facilities, and also saves costs by sparing the expense of new materials through the use of the reclaimed materials. Due to the significant profit that can be gained from certain materials, such as passive joinery, this results in economically viable dismantling at the total level (Figure 4).

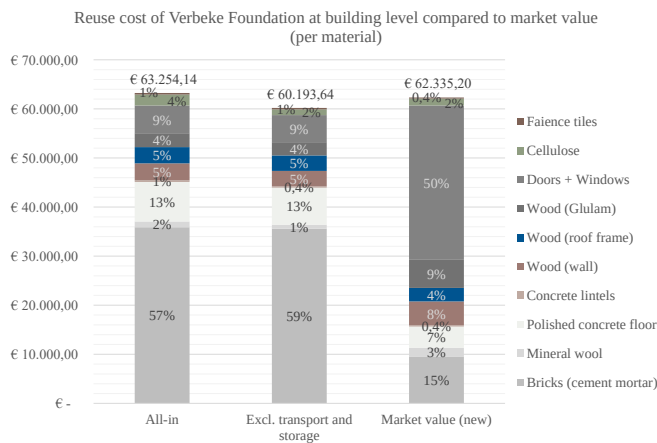


Figure 4: Reuse cost of Verbeke Foundation at building level compared to market value (per material)

Since Geert Verbeke is not motivated by economic reasons, but rather aims to make a statement, looking beyond the profitability of materials is possible, so materials that are highly unprofitable to dismantle, such as the masonry with cement mortar, will still be dismantled.

IV. CONCLUSION

From an ecological perspective, reuse is a highly attractive option. However, for some materials, the selling price is not sufficient to offset the costs of disassembly and processing, especially when practical tests on technical performance, such as insulation value, are necessary. There is still room for improvement, but the analysis shows that reuse is already interesting for certain materials. Furthermore, it revealed that the purchase costs of the examined reused materials were lower than those of the newly manufactured alternatives. So as a buyer, reuse is definitely a viable option to consider, both from an economic and an ecological point of view.

V. REFERENCES

- [1] Sturm, B. (2024, januari 28). Circulariteit in de bouw. Vlaio. <https://www.vlaio.be/nl/begeleiding-advies/dossiers/circulaire-economie/circulariteit-de-bouw>. Accessed on 31 January 2024.
- [2] Fivet, C., & Küpfer, C. (2021). *Déconstruction sélective construction réversible: recueil pour diminuer les déchets et favoriser le réemploi dans la construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- [3] Ghyoot, M., Devlieger, L., Billiet, L., & Wanier, A. (2017). *Déconstruction et réemploi Comment faire circuler les éléments de construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- [4] Ghyoot, Michaël. (2017). "Objectif Réemploi."
- [5] Vlaanderen Circulair. (2022). Green deal circulair bouwen. <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/nl/onze-aanpak/green-deal>. Accessed on 31 January 2024.
- [6] Poncelet, Florence, and Jeroen Vrijders. (2021). "BBSM-WTCB-Technisch-Kader-Voor-Hergebruik-Materialen."
- [7] Verhaert. (2020). "Hergebruik van Bouwmaterialen Stimuleren: Eindrapport Marktconsultatie Innovatief Aanbesteden."

- [8] Gielen, M. (2022, oktober 31). Zwaartekracht, economie en tweedehands materiaal in tijden van crisis. Archined. <https://www.archined.nl/2022/10/zwaartekracht-economie-en-tweedehands-materiaal-in-tijden-van-crisis/>. Accessed on 31 January 2024.

INHOUD

01	Introductie hergebruik.....	1
	Hergebruik: wat en waarom?	1
	Economisch kader als factor voor hergebruik	3
	Technisch kader als factor voor hergebruik.....	5
	Wettelijk kader als factor voor hergebruik	8
	Afwegingen voor de aannemer	10
02	Methodologie	15
	Opzet.....	15
	VlaioIbSN	16
	BLAF als architectuurpraktijk	16
	Verbeke Foundation	17
	IbSN case.....	17
	Data verzamelen.....	22
	Interpretatie.....	31
03	Materiaal-onderzoek.....	37
1.	Constructiematerialen	38
1.1.	Beton	39
1.2.	Cellenbeton	46
1.3.	Hout.....	49
1.4.	Snelbouwsteen	60
2.	Isolatiematerialen	67
2.1.	Cellenbeton	67
2.2.	Cellulose.....	68
2.3.	Glaswol	74
2.4.	PIR	81
2.5.	Resol	83
3.	Afwerkingsmaterialen	85
3.1.	Polybeton	86
3.2.	Gevelmetselwerk	93
3.3.	Keramische wandtegels – faience.....	102
4.	Schrijnwerk	109
5.	Technieken	116
04	Analyse op gebouwniveau	123
05	Algemene conclusie.....	129
	Bibliografie	135
3.	Bijlages	145

LIJST MET FIGUREN

Figuur 1: Ladder van Lansink.....	2
Figuur 2: Procedure ter onderbouwing van de technische prestaties van hergebruikmaterialen (Buildwise, 2021)	5
Figuur 3: Stappen voor de technische beoordeling van hergebruikmogelijkheden van producten (Platform CB23, 2022)	7
Figuur 4: Schematische voorstelling fasering opbouw IbSN woning	17
Figuur 5: Aanwezige materialen in de IbSN woning	19
Figuur 6: Detail dakaansluiting	20
Figuur 7: Detail muuropbouw.....	20
Figuur 8: Snedes IbSN woning	20
Figuur 9: Detail muurvoet.....	21
Figuur 10: Grondplan IbSN woning	21
Figuur 11: Schema kosten en baten van de aannemer t.o.v. de klant.....	34
Figuur 12: Algemene schematische voorstelling hergebruiksproces en de in rekening gebrachte parameters.....	34
Figuur 13: Schematische opdeling structurele elementen voor hergebruik (Hradil, 2014).....	38
Figuur 14: Schema hergebruik lateien	42
Figuur 15: Hergebruikkost latei t.o.v. marktwaarde (voor één latei 1.2 x 0.09 x 0.2 m)	43
Figuur 16: Hergebruikkost latei voor volle bestelwagen t.o.v. marktwaarde (voor één latei van alle drie types)	44
Figuur 17: Hergebruikkost voor een volle bestelwagen t.o.v. marktwaarde (voor één latei 1,2 x 0,09 x 0,2 m).....	45
Figuur 18: Positie van de cellenbetonblokken in de IbSN woning.....	47
Figuur 19: Schema ontmanteling constructiehout	50
Figuur 20: Schema ontmanteling dakbalken	52
Figuur 21: Principe wand	53
Figuur 22: Hergebruikkost houtskeletwand met ontnagelen door sociale economie t.o.v. ontnagelen op de reguliere arbeidsmarkt in vergelijking met de marktwaarde en de afvalverwerkingskost (per m ³).....	56
Figuur 23: Hergebruikkost houtskeletwand afzonderlijk ontmantelen t.o.v. ontmantelen in stukken (per m ³)	57
Figuur 24: Vergelijking hergebruikkost keperwanden volgens ontmantelingsstrategie (per m ³).....	57
Figuur 25: Hergebruikkost glulam t.o.v. marktwaarde (per m ³)	58
Figuur 26: Hergebruikkost machinale ontmanteling glulam t.o.v. marktwaarde (per m ³).....	59
Figuur 27: Schema hergebruik snelbouwsteen.....	63
Figuur 28: Hergebruikkost snelbouwsteen t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per steen).....	65
Figuur 29: Hergebruikkost snelbouwsteen (25x hogere ontmantelingssnelheid en slechts 15% verlies) t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per steen)	66
Figuur 30: Hergebruikkost snelbouwsteen normale vs. hypothetisch geoptimaliseerde ontmanteling t.o.v. marktwaarde (per steen)	66
Figuur 31: Schema hergebruik van cellulose.....	68
Figuur 32: Detail: dak - patio.....	71
Figuur 33: Hergebruikkost cellulose t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m ³).....	72
Figuur 34: Hergebruikkost cellulose (1 vs. 2 externe werknemers) t.o.v. marktwaarde (per m ³).....	73
Figuur 35: Hergebruikkost cellulose incl. test isolatiewaarde t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m ³).....	73
Figuur 36: Schema hergebruik glaswol.....	77

Figuur 37: Hergebruikkost minerale wol t.o.v. marktwaarde (per m ³)	78
Figuur 38: Hergebruikkost minerale wol excl. paletten t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m ³)	79
Figuur 39: Hergebruikkost minerale wol excl. paletten t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m ³)	79
Figuur 40: Hergebruikkost minerale wol incl. keuring isolatiewaarde t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost.....	80
Figuur 41: Invloed transportafstand op totale hergebruikkost.....	80
Figuur 42: Detail: muurvoet.....	89
Figuur 43: Suggestie zaaglijnen polybeton.....	90
Figuur 44: Schema hergebruik polybeton specifiek voor de case IbSN	91
Figuur 45: Hergebruikkost polybeton t.o.v. marktwaarde - alternatieve berekeningsmethode snijkost (per m ²)	92
Figuur 46: Schema hergebruik gevelsteen	95
Figuur 47: Hergebruikkost metselwerk cementmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)	98
Figuur 48: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)	99
Figuur 49: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkings- en sloopkosten (per steen).....	100
Figuur 50: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel (snel vs. traag) en cementmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)	101
Figuur 51: Schematische voorstelling opofferingstegels.....	104
Figuur 52: Schema ontmanteling faiencetegels.....	105
Figuur 53: Hergebruikkost faiencetegels t.o.v marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m ²)	107
Figuur 54: Hergebruikkost bij een volle bestelwagen met variërend verliespercentage (per m ²)	108
Figuur 55: Schema hergebruik schrijnwerk.....	111
Figuur 56: Hergebruikkost schrijnwerk t.o.v. marktwaarde (totaal).....	113
Figuur 57: Invloed van ontmantelingssnelheid op hergebruikkost t.o.v. marktwaarde (totaalkost)	114
Figuur 58: Hergebruikkost binnendeur t.o.v. marktwaarde (per stuk)	115
Figuur 59: Hergebruikkost op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal).....	124
Figuur 60: Hergebruikkost geoptimaliseerd op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal)	125
Figuur 61: Hergebruikkost Verbeke Foundation op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal)	126
Figuur 62: Rentabiliteit van hergebruikmaterialen inclusief transport en stockage.....	130
Figuur 63: Rentabiliteit hergebruikmaterialen exclusief transport en stockage	131

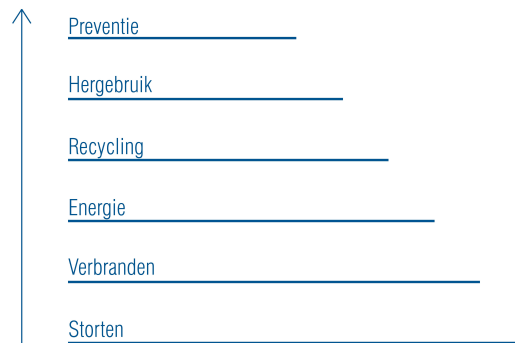
01

Introductie hergebruik

Hergebruik: wat en waarom?

Hergebruik in de strikte zin van het woord is elke handeling waarbij producten of componenten die geen afvalstoffen zijn, opnieuw worden gebruikt voor hetzelfde doel als dat waarvoor zij oorspronkelijk waren bedoeld. Door hergebruik toe te passen wordt vermeden dat de waarde van de materialen verloren gaat door ze te slopen.

De ladder van Lansink (Figuur 1) maakt een rangorde van de meest ecologisch verantwoorde manier van omgaan met afval. Zoals te zien is in deze rangorde, is afvalpreventie de meest ecologische optie. Indien preventie niet mogelijk is, zou hergebruik voorrang moeten krijgen op recycling. Bij recycling ondergaan producten namelijk sterke transformaties die hun ontdoen van vorm en functie. De materialen worden in dat geval gezien als afvalstoffen die dienen te worden behandeld om ze vervolgens als grondstof te gebruiken voor het nieuwe product. Echter is hiervoor vaak heel wat energie nodig. Hoogwaardig hergebruik daarentegen verlengt de levensduur van de component waardoor de productie-energie over een langere periode wordt verspreid. In een tweede levensfase is geen nieuwe productie-energie nodig, wel vraagt de verwerking nog bijkomende processen (Küpfer en Fivet 2021; FCRBE 2022b).



Figuur 1: Ladder van Lansink

Hoewel het hergebruik van bouwmaterialen een cruciale rol speelt in het verlagen van de afvalberg en het beperken van de milieu-impact van de bouwsector, is het niet evident om dit te implementeren. Niettemin zijn er in de geschiedenis talrijke voorbeelden te vinden van het hergebruik van bouwmaterialen. De logistieke complexiteit en de hoge transportkosten stimuleerden een sterke interesse in materialen die lokaal beschikbaar waren. Materialen werden zoveel mogelijk hergebruikt, waarbij zowel alledaagse als waardevolle architectonische elementen uit materialen als steen, hout en staal werden gerecupereerd. Bouwwerken werden nauwgezet onderhouden, waarbij volgens de oude Romeinse voorschriften uit de Code van Theodosius alleen bij onherstelbare schade mocht worden overgegaan tot sloop, mits zorgvuldige ontmanteling van bruikbare elementen (Michaël Ghyoot et al. 2017). Vanaf de jaren 1930 nam echter de prominentie van materiaalhergebruik in de economie gestaag af. De vervanging van ambachtelijke productiemethoden door industrialisatie, de opkomst van mechanisatie in gereedschappen, de stijgende arbeidskosten en de druk op rendement als gevolg van toenemende grondprijzen, behoren tot de voornaamste factoren die het einde van deze eeuwenoude praktijk verklaren (Ghyoot, 2017). Nieuwe regelgeving en normering hield bovendien geen rekening meer met hergebruik, waardoor dit aspect uit het oog werd verloren (Heymans, 2018). Hoewel hergebruik nooit volledig verdween uit de bouwsector, werd het geleidelijk aan naar de achtergrond gedrukt.

Sinds de jaren 1970 duikt hergebruik terug op in het kader van openbaar beleid en milieuregelgeving. Enerzijds om de afvalberg te verkleinen, anderzijds om waardevolle hulpbronnen in omloop te houden (Ghyoot, 2017). Door het lineaire model waarbinnen ontgonnen, geproduceerd, geconsumeerd en geëlimineerd wordt, is de bouw verantwoordelijk voor het verbruik van de helft van de wereldwijd gewonnen materialen (Sturm, 2024). Hoewel er al veel stappen zijn gezet in het efficiënter bouwen, is de nood aan een duurzamere oplossing groot. Daarom werd in 2019 de Green Deal Circulair Bouwen gelanceerd. Via een gezamenlijk engagement willen 320 organisaties circulair bouwen tot de norm maken (Vlaanderen Circulair 2022). Circulair bouwen betekent dat grondstoffen zo lang mogelijk in omloop worden gehouden. Dit kan onder meer worden bewerkstelligd door middel van renovatie in plaats van sloop of door gebouwen veranderingsgericht te ontwerpen door bijvoorbeeld mechanische verbindingen toe te passen die toekomstige demontage faciliteren. Ook gebouwen die niet op deze manier ontworpen zijn, kunnen gezien worden als 'urban mine' waar heel wat kostbare materialen uit te recupereren zijn (Sturm, 2024).

Binnen deze thesis wordt voornamelijk op dit laatste, urban mining, gefocust. Bestaande gebouwen herbergen heel wat waardevolle elementen en kunnen worden gezien als bron voor bouwmaterialen. Het belangrijkste binnen dit concept is dat de materialen niet als grondstof worden gezien voor een nieuw materiaal, zoals geldt bij recyclage, maar als materiaal op zich. Binnen verschillende onderzoeks- en pilootprojecten wordt vastgesteld dat de grootste uitdagingen niet zozeer op technisch niveau liggen, maar eerder op systeemniveau (Sturm, 2024). Zo vormen het economisch, technisch en wettelijk kader vaak een struikelblok.

Economisch kader als factor voor hergebruik

De economische context waarbinnen gehandeld moet worden, kan niet worden genegeerd aangezien het een onontkoombare factor is voor de verschillende actoren. In een economisch klimaat waar loonkosten ver uitstijgen boven materiaalkosten, is het moeilijk om op een rendabele manier materialen te ontmantelen. Zo splitst Maarten Gielen in zijn artikel “*Zwaartekracht, economie en tweedehands materiaal in tijden van crisis*” materialen op in twee groepen: “In een Belgische context zijn hergebruikte materialen hetzij dure varianten van goedkope materialen, hetzij goedkope varianten van dure materialen.” Gezien het groeiende verschil tussen materiaalkosten en arbeidskosten, is die eerste groep overvloediger aanwezig dan de laatstgenoemde, die als herbruikbaar kan beschouwd worden (Ghyoot, 2017; Gielen, 2022). De extreem goedkope productieprocessen zorgen ervoor dat de kost van een arbeider die op locatie gaat om in te schatten of een materiaal al dan niet ontmanteld kan worden, in sommige gevallen hoger is dan de kost van een nieuw product (Rotor vzw, 2024).

Om te weten welke materialen rendabel kunnen worden ontmanteld en dus vanuit een economisch standpunt herbruikbaar zijn, past Gielen volgende formule toe:

$$(Kost\ ontmanteling + transport + verwerking) \times risicofactor < marktwaaarde\ van\ het\ recuperatieproduct$$

De marktwaaarde is een doorslaggevende factor in deze vergelijking. Deze wordt in eerste instantie bepaald door het hedendaagse equivalent voor een materiaal. Is er op de huidige markt niets dat dit materiaal kan vervangen, zoals bijvoorbeeld het geval is bij uitgeputte natuursteensoorten, dan zal de marktprijs voor hergebruikartikelen zeer hoog zijn. Is er echter wel een nieuw equivalent, maar zijn de prijzen hiervan eerder hoog voor bijvoorbeeld hoogwaardige materialen, dan zal de marktwaaarde van het hergebruikelement hiertegenover vaak relatief goedkoop zijn. Materialen die een goedkoop equivalent hebben, zullen hier dan weer moeilijker mee kunnen concurreren qua prijs (FCRBE, 2023). De ecologische voordelen kunnen een verkoopargument zijn, maar dit argument slaat over het algemeen enkel aan bij de hoge middenklasse. Het grote publiek moet worden overtuigd door voordelen voor eigenbelang (Gielen, 2022). De meeste mensen zijn namelijk niet bereid om meer te betalen voor een duurzamer alternatief (CIRCL, persoonlijke communicatie, 19 maart 2024). Dit is dan ook de reden waarom handelaars en aannemers vandaag de dag hun prijzen standaard baseren op de huidige marktwaaarde van een product en niet op de geïnvesteerde werkuren. Op deze manier kan steeds een lagere prijs dan de nieuwprijs worden gewaarborgd (Materialenhal buurman, persoonlijke communicatie, 3 april 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie 15 februari 2024; Houthandel Ruitkamp, 22 maart 2024; Materialenbank Doornik, persoonlijke communicatie, 27 maart 2024; Materialenbank Leuven, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024).

Dit leidt vaak tot het ontmantelen van dezelfde producten waardoor de hergebruikeconomie in een vicieuze cirkel terecht komt: er worden geen aanvullende materiaalsoorten ontmanteld vanwege het ontbreken van de vraag ernaar, om economische risico's te vermijden. Bovendien kunnen deze materialen ook niet worden aangeschaft, aangezien er geen aanbod is (Verhaert, 2020).

De marktwaaarde dient dus in elk geval groter te zijn dan de gemaakte kosten, die het volledige proces van hergebruik omvatten, van demontage tot levering als bruikbaar product. Deze kosten zijn echter niet eenduidig en kunnen sterk verschillen afhankelijk van de locatie en de toepassing. Het hergebruik van bepaalde materialen gaat bijgevolg met meer onzekerheid gepaard, wat kan leiden tot variabele winstmarges. Dit vertaalt zich in een bepaalde risicofactor waarmee de gemaakte kosten moeten worden vermenigvuldigd. Hoe deze

bepaald wordt is geen exacte wetenschap, maar is eerder een kwestie van ervaring en vakmanschap (Gielen, 2022).

Het Facilitair bedrijf, een agentschap binnen de Vlaamse overheid, fungeert als een voortrekker op het gebied van circulaire economie. Ze streven naar de integratie van circulariteit in hun bouwprojecten en onderzoeken de mogelijkheden hiertoe die geen meerkosten met zich meebrengen. Volgens hun is een drastische verandering in onze manier van werken noodzakelijk om een grote impact te realiseren (Verhaert, 2020). De circulaire economie biedt heel wat opportuniteiten als het gaat over tewerkstelling en het creëren van extra jobs op verschillende gebieden. Enerzijds kan er extra mankracht gebruikt worden op de werf om te ontmantelen, kuisen, voorbereiden... Het omleiden van slechts 2% van het bouw- en sloopafval naar hergebruikkanalen, zou in de regio van Brussel naar schatting meer dan 130 extra banen opleveren (Ghyoot, 2017). Anderzijds kunnen er ook nieuwe beroepen worden gecreëerd. Zo wordt er gesproken over het beroep van 'valorist', waarbij gekwalificeerde arbeiders worden ingezet om de waarde van onze grond- en afvalstoffen zo goed mogelijk in te schatten volgens de prioriteiten vooropgesteld door de Ladder van Lansink. Op deze manier kan vermeden worden dat materialen, geschikt voor hergebruik, bij het afval belanden door de onwetendheid van de arbeider of eigenaar en kunnen er belangrijke winsten worden gemaakt op het vlak van afvalverwerking. De focus hierbij ligt niet enkel op bouwmaterialen, maar ook op huishoudtoestellen, textiel, meubels... Dit beroep werd in 2017 officieel erkend in België en voorzien van een geschikte opleiding (Detienne, 2018; Küpfer & Fivet, 2021; Rotor vzw, 2024).

Donatiecultuur Verenigde Staten



In de Verenigde Staten heerst een gunstigere economische context voor hergebruik dan in Europa. Dit kan worden toegeschreven aan de wijdverspreide donatiecultuur, waarbij individuen en organisaties niet alleen materiële goederen, maar ook vastgoed kunnen schenken aan non-profitorganisaties. Deze donaties vereisen een initiële financiële bijdrage van de schenker, maar in ruil daarvoor kan de schenker de geschatte waarde van het geschonken object fiscaal aftrekken. Deze aftrekpost is vaak hoger dan het oorspronkelijk geïnvesteerde bedrag, waardoor het aantrekkelijk wordt voor eigenaren om een gebouw te doneren. Het bedrag dat de eigenaar in eerste instantie op tafel moet leggen, vergoedt de kosten die de organisatie maakt voor het ontmantelen van het gebouw. Hierdoor kunnen de gerecupereerde materialen tegen een relatief lage prijs worden aangeboden op de hergebruikmarkt. Dit creëert een win-winsituatie waarbij eigenaren genieten van de fiscale voordelen, terwijl de organisaties goedkoop materialen kunnen ontmantelen en aanbieden. Een voorbeeld van dergelijke organisatie is The ReUse People. Deze non-profitorganisatie biedt ook opleidingen aan om de praktische kennis over het ontmantelen verder te verspreiden (The ReUse people, 2024).

Technisch kader als factor voor hergebruik

Aangezien hergebruikmaterialen, anders dan nieuwe materialen, niet in een gecontroleerde omgeving worden geproduceerd, is er zeer veel onzekerheid over de technische prestaties van deze producten. Zo is er geen sprake van een CE-markering dat aantoont dat het product voldoet aan alle Europese normen of van een CPR (Construction Products Regulation), een EU-richtlijn voor bouwproducten met als doel prestaties te harmoniseren over Europa en deze info beschikbaar te stellen voor consumenten en producenten (Belgische Federale Overheidsdiensten, 2024; European Commission, 2024). Er bestaan dus tot op heden geen algemene regels die duidelijk maken hoe hergebruikproducten moeten worden getest en geëvalueerd of wie de aansprakelijkheid inzake conformiteit op zich neemt (Poncelet & Vrijders, 2021a). Er zijn verschillende opinies over het introduceren van een CE-markering voor hergebruikproducten. Zo is er bijvoorbeeld geen consensus over het feit of hergebruikproducten aan dezelfde normen moeten voldoen als nieuwe materialen. Iedereen lijkt het er wel over eens dat men uit het grijze gebied moet komen zodanig dat ieder geïnformeerd wordt m.b.t. hun verantwoordelijkheden. Enkel zo kan het vertrouwen in de hergebruikmarkt toenemen (BBSM, 2021).

Hierbij is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen bouwmaterialen die worden hergebruikt op dezelfde werf en bouwmaterialen die effectief op de markt komen. Enkel de materialen die op de markt worden aangeboden, moeten aan bepaalde prestatie-eisen voldoen. Door de consumentenbescherming in België is diegene die het eindproduct verkoopt verplicht de consument een garantie te geven voor elk conformiteitsgebrek. Voor nieuwe producten is dit standaard 2 jaar, voor tweedehandsmaterialen kan dit een kortere termijn zijn. Het spreekt voor zich dat de verkoper dan een bepaalde zekerheid wil over de staat van het materiaal (BBSM, 2021; FOD Economie, 2024).

Zo stelde Buildwise, in het kader van het BBSM project (*Le Bâti Bruxellois Source de nouveaux Matériaux*), een procedure op ter onderbouwing van de technische prestaties van hergebruikmaterialen (Figuur 2). Het gaat om een algemene en pragmatische aanpak die het vertrouwen in de hergebruikmarkt moet doen groeien, maar die ook een zekere flexibiliteit toelaat. Deze procedure omvat 4 volgende stappen:

1. *Vaststelling van de eisen voor de beoogde toepassing*
2. *Analyse van de staat en de historie van het product*
3. *Bepaling van de toe te passen beoordelingsmethoden*
4. *Beoordeling van de technische prestaties*



Figuur 2: Procedure ter onderbouwing van de technische prestaties van hergebruikmaterialen (Buildwise, 2021)

In de eerste stap wordt onderzocht aan welke vereisten het materiaal moet voldoen in functie van zijn nieuwe toepassing. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen fundamentele en aanvullende vereisten. Fundamentele eisen zijn de eisen waaraan dient te worden voldaan om het element te kunnen en mogen gebruiken in de beoogde toepassing. Aanvullende vereisten kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op afmetingen, kleur, slijtvastheid, en zijn dus niet essentieel.

In de tweede stap van de procedure wordt voorgeschreven de historie van het product te achterhalen. Door het inspecteren van materiaalpartijen voordat ze worden gedemonteerd, kan er nuttige info worden verzameld over hun toestand. Een inschatting van de blootstellingen, het onderhoud, de context en het visuele uitzicht, kunnen helpen bij het verwijderen van een eerste selectie aan materialen die ongeschikt zijn voor hergebruik. Het bijhouden van materialenpaspoorten kan hiertoe een belangrijke bijdrage leveren. Door het systematisch bijhouden van de materialen in het gebouw en hun technische prestaties, kan hier bij hergebruik makkelijk op teruggevallen worden.

In de derde stap wordt bepaald naar welk betrouwbaarheidsniveau moet gestreefd worden. Bij de beoordeling van fundamentele eisen zal bijvoorbeeld een grotere nauwkeurigheid verwacht worden tegenover de beoordeling van aanvullende eisen. Op basis van het vastgelegde betrouwbaarheidsniveau kan een methode worden gekozen om deze eisen te onderbouwen, het combineren van verschillende methodes zorgt voor een verhoogde betrouwbaarheid.

Er zijn 5 controletechnieken beschikbaar: directe beoordeling, indirecte beoordeling, labo onderzoek, controle van de keten of monitoring tijdens de nieuwe toepassing. De directe beoordeling is de beoordeling waarbij visueel, of op een niet destructieve methode de eerste kenmerken van de materialen worden nagegaan. Op die manier wordt geverifieerd of de materialen al dan niet kunnen worden hergebruikt. Dit gaat dan over de afmetingen, het uitzicht, de densiteit... Bij een indirecte beoordeling wordt op basis van de verzamelde informatie omtrent herkomst en geschiedenis van het product nagegaan of de initiële prestaties van het product gecorrigeerd dienen te worden en of het materiaal geschikt is voor hergebruik. De prestaties van het product kunnen daarnaast ook beoordeeld worden in een labo. Dit zal meer precieze prestatiewaarden opleveren, echter hangt hier een groter prijskaartje aan vast. Bij een controle op de keten wordt de homogeniteit van een lot geoptimaliseerd. Een vakman zal bij deze procedure de elementen die niet voldoen aan de eisen onmiddellijk verwijderen van de groep. Deze beoordelingsmethode wordt meestal als aanvullende methode toegepast waardoor ook vermeden wordt dat materialen die duidelijk niet voldoen aan de eisen toch gecontroleerd worden. Tot slot kan de functionaliteit van de materialen worden beoordeeld door monitoring indien de materialen reeds in hun nieuwe toepassing zijn aangebracht, hierbij worden ook onzekerheden voor langere termijn verholpen.

Deze methode die wordt voorgesteld door Buildwise zou een goede werkwijze kunnen vormen om het vertrouwen in de prestaties van recuperatiematerialen te verhogen. In de huidige markt van recuperatiematerialen gaan handelaars doorgaans enkel verbintenissen aan met betrekking tot de garantie dat het gebouw in goede staat was op het moment van ontmantelen, dat de elementen werden ontmanteld volgens de regels van de kunst, dat de aangeboden partijen volledig zijn. (Poncelet & Vrijders, 2021a)

Hoewel de implementatie van deze testmethode een goede stap in de juiste richting zou zijn, biedt het een lager niveau van vertrouwen in vergelijking met de geharmoniseerde productnormen die worden toegepast bij nieuwe bouwmaterialen. Er blijft dus nood aan een meer systematische validatie van technische prestaties om dezelfde betrouwbaarheid te kunnen bieden als bij nieuwe materialen (BBSM, 2021).

In Nederland wordt op een gelijkaardige manier te werk gegaan. Hier maken ze gebruik van de Beslisboom Hergebruik (Figuur 3) die een schema vormt voor verkenning naar prestatie-eisen (SGSSearch, 2021). Een eerste kwaliteitsinschatting gebeurt op basis van de normen waaraan het materiaal als nieuw product voldeed. Het nagaan van materiaal specifieke aspecten is vaak moeilijk en duur aangezien dit per productgroep anders is. Daarom wordt doorgaans teruggevallen op een risico gestuurde aanpak waarbij prestaties enkel moeten worden aangetoond als er mogelijke veiligheidsrisico's zijn in de nieuwe toepassing (Platform CB23, 2022).



Figuur 3: Stappen voor de technische beoordeling van hergebruikmogelijkheden van producten (Platform CB23, 2022)

Volgens het actieteam Toekomstig hergebruik faciliteren, ligt er dan ook een niet te missen kans in de invoering van de tweede generatie Eurocodes die op 1 april 2028 de huidige bouwregelgeving moet vervangen. Er wordt gepleit voor de integratie van productnormen die specifieke methoden vaststellen voor het bepalen van de prestaties van hergebruikte producten, bijvoorbeeld door het vastleggen van standaardwaarden voor bepaalde prestatie-indicatoren na gebruik. Op deze manier moeten producenten niet enkel rekening houden met de prestaties van hun product op moment van productie, maar ook met de prestaties tijdens volgende cycli. Dit zou de sector in de toekomst sterk vooruithelpen, maar biedt helaas nog geen oplossing voor het hergebruik van reeds bestaande producten (Platform CB23, 2022).

In 2020 sloegen BatiTerre, Jacques Delens en SECO de handen in elkaar voor het project "Safety in circularity". Actoren die betrokken zijn in het hergebruikproces ontwikkelen steeds meer vaardigheden en kennis in de materie. Echter, formele erkenning van deze vaardigheden ontbreekt vaak. Deze validatie door een externe partij biedt bouwheren, architecten en bouwondernemingen de garantie dat de instantie het vakmanschap beheerst en betrouwbare informatie over een bepaald materiaal kan voorleggen. Hoewel hier dus geen garanties worden geboden op technisch vlak, kan dit het vertrouwen in de hergebruikmarkt doen toenemen (Safety in Circularity, 2024).

Wettelijk kader als factor voor hergebruik

De overheid speelt een belangrijke rol in de stimulans van hergebruik, ze vervult zowel een voorbeeldrol als de mogelijkheid om wetgeving op te stellen die de intrede van hergebruik kan faciliteren. Niettemin blijft hergebruik zelden geïntegreerd in overheidsopdrachten, dit kan worden toegeschreven aan diverse factoren: hergebruik gaat gepaard met heel wat onzekerheden qua materialen en timing. Zo kan een aannemer die een offerte maakt voor een overheidsopdracht de nodige materialen bijvoorbeeld nog niet aankopen, want er is geen zekerheid dat de opdracht uiteindelijk aan deze aannemer zal worden gegund. Of de materialen na de gunning nog steeds beschikbaar zijn zoals op de offerte aangegeven, kan niet met zekerheid gezegd worden. Binnen een traditionele aanbesteding is er te weinig ruimte om aanpassingen te maken binnen een ontwerp of om materiaalkeuzes uit te stellen. Bovendien worden materialen zowel op technisch als esthetisch vlak zo streng voorgeschreven dat enkel nieuwe producten aan deze voorwaarden kunnen voldoen (Verhaert, 2020).

Een eerste belangrijke taak van de overheid is dus om meer flexibiliteit toe te laten. Dit vertaalt zich bijvoorbeeld in het voorzien van meer tijd voor aannemers om materialen te zoeken. Hiervoor kan een bouwteamformule een mogelijke oplossing zijn, waarbij aannemers vroeger in het project worden betrokken. Het wettelijk kader voor deze soort samenwerkingen ontbreekt echter nog in België (De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024; Verhaert 2020).

Daarnaast kan, door de integratie van specifieke clausules in aanbestedingen, ruimte ontstaan voor aanpassingen of alternatieven. Op deze manier worden aannemers niet langer afgeschrikt wanneer hergebruik als eis wordt opgenomen. Een aannemer moet namelijk over een aanzienlijke financiële capaciteit bezitten om een divers gamma aan hergebruiksmaterialen te stockeren zonder zekerheid van verkoop of inzet ervan. Door het delen van voorbeeldclausules kan de overheid tevens bijdragen aan het bevorderen van hergebruiksdoelstellingen op de particuliere markt (Verhaert 2020; Gobbo et al. 2022; De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024).

Naast haar voorbeeldfunctie op het vlak van duurzaam bouwen, kan de overheid ook een sturende rol spelen in het aanzetten tot hergebruik bij het bredere publiek. Enkele concrete voorstellen komen vaker terug:

Het verstrekken van subsidies voor initiatieven die gericht zijn op het stimuleren van hergebruik. Deze strategie kan bijdragen aan het overwinnen van de huidige economische hindernissen van het hergebruik van bouwmaterialen, voornamelijk voortvloeiend uit een gebrek aan expertise in vergelijking met conventionele sloopmethoden. Door deze initiatieven financiële ondersteuning te bieden, kunnen zij in staat worden gesteld om praktische en technische obstakels hindernissen te overwinnen (Gobbo et al., 2022).

Een verlaging van het BTW tarief naar 6% voor hergebruiksmaterialen, de belastingen zijn immers al betaald bij de initiële aankoop van het product. Consumenten zijn namelijk zelden bereid om meer te betalen voor een duurzamer alternatief. In de hedendaagse context blijken de kosten voor terugwinningsprocessen van materialen soms hoger te liggen dan de importkosten van equivalente nieuwe producten. Een alternatieve strategie is de invoering van een koolstofbelasting of het implementeren van een ander prijsbeleid. Deze maatregelen hebben tot doel de milieukosten een meer prominente rol te laten spelen in financiële overwegingen (CIRCL, persoonlijke communicatie, 19 maart 2024; Ghyoot and Devlieger 2020; Gobbo et al. 2022).

Daarnaast kan de verplichte sloopinventaris voor grote gebouwen beter worden ingezet. Doordat dit document vandaag vaak niet nauwkeurig wordt ingevuld, wordt er weinig waarde aan gehecht en wordt het gezien als een louter administratief document. Deze tool kan worden ingezet om een beter idee te krijgen van wat allemaal aanwezig is in de gebouwenstock. Hiervoor moet er een betere bewaking zijn op het correct invullen, moet het gebruiksvriendelijker zijn en ook gepromoot worden bij kleinere aannemers (Verhaert, 2020).

Als aanvulling op vorige maatregel, kan een lijst met beschermde materialen, waarvoor terugwinning de standaard wordt, worden ingevoerd. In de huidige context wordt het aanbevolen om naast de sloopinventaris ook een terugwinningsaudit uit te voeren. Het doel van deze audit is om herbruikbare materialen te identificeren. Echter, bij het beoordelen van de "herbruikbaarheid" van materialen moeten tal van variabelen in overweging worden genomen, waardoor het voor opdrachtgevers vaak eenvoudiger is om te concluderen dat materialen niet herbruikbaar zijn en deze te categoriseren als afval. De invoering van een lijst met beschermde materialen, kan de complexiteit van dergelijke audit omzeilen. Deze lijst zou materialen bevatten die altijd als herbruikbaar dienen te worden geclassificeerd op basis van specifieke kenmerken zoals: eenvoud van ontmanteling, succes op de huidige hergebruik- en terugwinningsmarkt, eenvoud van herimplementatie... Enkele materialen die in deze context worden aangehaald door Michaël Ghoot, een medewerker van Rotor, zijn: massieve bakstenen met kalkmortel gemetst, massief houten parket (niet gelijmd), keramische muurtegels, straatstenen en trottoirtegels, boordstenen uit natuursteen, hoogwaardige houten raamkozijnen, stenen vloertegels, bepaalde soorten sanitair, keramische vloertegels, recente technische apparatuur en massief houten timmerwerk (Ghoot, 2024; Gobbo et al., 2022).

Dankzij het invoeren van een 'M-peil' zouden de milieuprestaties van elk gebouw kunnen worden vastgelegd in functie van de toegepaste materialen. Door het inzetten van politieke hefboomen zal meer rekening gehouden worden met de milieukosten, en niet louter met de financiële kosten. Op die manier wordt ook een grotere vraag naar recuperatiematerialen gecreëerd waardoor de markt hierin zal groeien (Verhaert 2020; Poncellet and Vrijders 2021b.; Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024).

Het gericht informeren van (grote) spelers op de bouwmarkt is essentieel: pas als zij goed zijn ingelicht over financiële, ecologische en sociale voordelen en hergebruik vaker gaan toepassen en promoten, kan er een maatschappelijk draagvlak gecreëerd worden binnen het grote publiek. Dit omvat onder meer het verspreiden van 'best practices', het faciliteren van mogelijkheden voor kennisuitwisseling en het opzetten van leernetwerken. Daarnaast kan er waarde worden gehecht aan het inbedden van deze kennis in het onderwijs, waarbij toekomstige bouwprofessionals reeds worden onderwezen in deze principes (Verhaert 2020; Gobbo et al. 2022).

Het opstellen van een kaderende regelgeving voor hergebruik: huidige normen en regelgevingen houden uitsluitend rekening met nieuw vervaardigde materialen. Bovendien zijn deze voorschriften vaak achterhaald, waardoor recentere materiaalinnovaties zoals bio-based materialen niet worden opgenomen. Dit maakt het zeer moeilijk om hergebruik of andere alternatieven te implementeren. Het aanpassen van deze verouderde normering, samen met het opstellen van een kaderende regelgeving, zou belangrijke stappen voorruit betekenen (CIRCL, persoonlijke communicatie, 19 maart 2024; Heymans 2018).

Het treffen van dergelijke maatregelen kan een einde maken aan de vicieuze cirkel van vraag en aanbod (Verhaert, 2020).

Bestuur Leuven

Een illustratie van effectieve beleidsvoering met betrekking tot hergebruik is te vinden in Leuven, waar het gemeentebestuur doelbewust een leidende rol op zich neemt op dit gebied. Net als vele andere lokale overheden past de stad Leuven raamcontracten toe, langetermijncontracten die van toepassing zijn op meerdere gebouwen of installaties onder welomschreven voorwaarden. Een dergelijk contract heeft de stad Leuven onder andere afgesloten met Materialenbank Leuven, een onderneming die verantwoordelijk is voor de recuperatie en verkoop van hergebruikmaterialen.

Bij het opstellen van een contract met een sloopaannemer voegt het gemeentebestuur een clause toe waarin wordt bepaald dat de eerste stap op een slooplocatie een verplichte bijeenkomst is met Materialenbank Leuven, waarbij wordt vastgelegd welke materialen selectief moeten worden ontmanteld. In dit voorbeeld wordt de hergebruiksector dus actief aangedreven vanuit het lokale bestuur.

Materialenbank Leuven suggereert dat een vergelijkbare verplichting wellicht ook vanuit de overheid zal worden opgelegd, maar dat de huidige capaciteit van recuperatiebedrijven nog te beperkt is om dit in de praktijk overal te kunnen implementeren (Aterlier Circuler, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024; Het Facilitair Bedrijf 2024).



Afwegingen voor de aannemer

Binnen de bouwsector heerst er een toenemende bewustwording over de nood aan verandering. Uitdagingen zoals de schaarste aan grondstoffen en hulpbronnen en de klimaatverandering zullen zich vertalen in nieuwe noden en eisen van opdrachtgevers. De circulaire economie en dus ook het hergebruik van bouwmaterialen zal hier een belangrijke rol in spelen. Aannemers hebben er dus alle belang bij om tijdig mee te evolueren en hun praktijken hierop aan te passen nog voor er nieuwe verplichtingen worden ingevoerd (FCRBE, 2023). Uit een bevraging van 37 aannemers en bouwbedrijven in het kader van de masterthesis van Lune Boret en Karen Steukers, blijkt dat 80% zich hiervan bewust is en actief zoekt naar circulaire afbraakmethodes. Hoewel men ziet dat er steeds vaker verantwoordelijken voor circulaire economie of hergebruik worden aangesteld binnen sloop- en aannemingsbedrijven en deze bedrijven dus concrete plannen opstellen, blijft de praktijk vaak achter door opkomende obstakels. De meest aangehaalde moeilijkheden zijn de hoge loonkosten in combinatie met de kleine vraag naar hergebruikproducten, de onzekerheid over technische prestaties en het gebrek aan dwingende bestekken of regelgeving. Dit zorgt ervoor dat er meestal een afwachtende houding wordt aangenomen tot er stimulerende maatregelen worden getroffen (Boret & Steukers, 2023; FCRBE, 2023; Verhaert, 2020).

Het combineren van literatuur en gesprekken, levert onderstaande tabel die de kosten en baten voor de aannemer binnen de hergebruikpraktijk opsomt. Dit overzicht is deels gebaseerd op een analyse binnen het FCRBE-project (Facilitating the circulation of reclaimed building elements). Dit project wil de circulatie van herbruikbare bouwelementen in Noordwest-Europa tegen 2032 met 50% doen toenemen. Dit doen ze door in te spelen op obstakels door middel van internationaal partnerschap en gesprekken met de verschillende betrokken partijen. Het publiceren van hun onderzoeksresultaten rijkt de sector enige houvast aan.

KOSTEN

- **Opleiden van arbeiders** tot gespecialiseerde arbeidskrachten: het goed beheersen van de technieken en vaardigheden is noodzakelijk om efficiënt te werk te kunnen gaan.
- **Aanpassen van de klassieke werkmethode** naar een flexibel alternatief: niet alles is altijd voorhanden wanneer en hoe men het wilt of verwacht. Onverwachte obstakels kunnen de planning in de war sturen.
- **Logistieke uitdagingen:** extra transport en/ of opslag is nodig aangezien het moment van ontmantelen niet steeds aansluit op het moment van toepassen.
- **Onzekerheden over technische prestaties:** dit leidt tot wantrouwen bij klanten en verzekeraars waardoor vaak hogere verzekeringspremies moeten betaald worden. Het alternatief is om testen uit te voeren die garanties kunnen geven, maar ook hier is geld voor nodig.
- **Extra administratie:** herkomst van de materialen bijhouden.
- Zoeken naar leveranciers en klanten: **nieuw netwerk uitbouwen**. Dit netwerk blijkt zeer belangrijk te zijn om vlot een afzetmarkt te vinden voor gerecupereerde materialen.
- Meer voorbereidend werk: het maken van een **hergebruikinventaris** op basis van inschattingen van ontmantelbaarheid.
- Zoeken naar **gepaste materialen** en deze eventueel bewerken: hergebruikmaterialen kunnen niet op maat besteld worden en moeten dus eigenhandig passend gemaakt worden.
- **Grotere demontagetijd** doet de kost oplopen omwille van de hoge loonkosten
- **Gebrek aan ondersteunend wettelijk kader** zorgt voor obstakels in planning en toepassing.
- De tussenkomst van verschillende partijen zorgt voor **onduidelijkheid inzake verantwoordelijkheden**

BATEN

- Verbetering van het **bedrijfsimago**: maatschappelijk verantwoord bedrijf trekt nieuwe klanten aan en krijgt een hogere waardering van bestaande klanten door duurzaamheid en milieubewustheid.
- **Diverser aanbod van diensten**: breder aanbod genereert nieuwe klanten en biedt voordeel t.o.v. concurrentie.
- Ontwikkelen van **nieuwe vaardigheden**: anticiperen op het steeds belangrijker worden van circulaire praktijken, biedt zakelijke opportuniteiten en voordeel t.o.v. concurrentie.
- **Lagere afvalbeheerkosten**: afvalverwerkingskosten zullen in de toekomst enkel nog toenemen. Bij hergebruik kan niet alles in 1 container belanden. Een gedirigeerde ontmanteling is dus noodzakelijk
- **Winsten door de verkoop** van gerecupereerde materialen
- Anticiperen op circulaire modellen waarin grotere waarde wordt gehecht aan het uitgevoerde werk en de impact op hulpbronnen: **concurrentievoordeel**
- **Lagere aankooprijzen**: inkooprijzen liggen voor sommige producten lager dan de nieuwprijs
- Enkel materialen die hun duurzaamheid bewezen hebben, worden gerecupereerd. Vroegtijdige reparaties kunnen hierdoor veelal worden vermeden met **lagere onderhoudskosten** tot gevolg.

Gefaseerd en gedirigeerd slopen, nieuwe manieren van offertes opmaken, het uitbouwen van een nieuw netwerk, informeren en opleiden van werklieden... De evoluerende praktijken brengen veel veranderingen met zich mee, die zowel een inspanning vragen van de aannemers als dat het hen voordelen oplevert. Hoewel deze veranderingen initieel tijd en inspanning vragen van de aannemers, is het belangrijk dit te beschouwen als een investering voor de toekomst van een bedrijf (FCRBE, 2023). De aanpak verschilt sterk van aannemer tot aannemer. Zo zetten sommige aannemers zelf actief de stap om een afzetmarkt te zoeken en een netwerk te creëren, terwijl anderen klaar staan om te ontmantelen, maar dit pas uitvoeren wanneer iemand hén benadert met die vraag. In alle gevallen gebeurt ontmantelen pas wanneer het materiaal al een bestemming heeft. De meeste aannemers zijn tot op vandaag niet bereid het financiële risico te nemen om werkkrachten in te zetten voor ontmanteling van materialen die nog niet verkocht zijn. Bij materiaalbanken ligt dit anders, zij maken een inschatting van welke materialen een vaste uitstroom hebben en winstgevend kunnen zijn. Met deze materialen proberen ze een zo breed mogelijk gamma aan te bieden om klanten aan te trekken en tevreden te houden (De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024; Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024; Batiterre, persoonlijke communicatie, 26 februari 2024; Materialenbank Leuven, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024; Materialenbank Doornik, persoonlijke communicatie, 27 maart 2024).

Aannemers die reeds enige ervaring hebben in hergebruik, geven aan dat het toch vaak de klant is die achterwege blijft. In eerste instantie is deze meestal bereid mee te stappen in het verhaal, maar doorgaans willen ze hiervoor geen extra geld ophoesten of zijn ze vaak sceptisch over de kwaliteit van gerecupereerde bouwmaterialen waardoor ontmantelingen worden geannuleerd en er toch wordt overgegaan op een traditionele sloop. Zolang er geen technische garanties kunnen worden gegeven en hergebruik financieel geen voordelige optie wordt, zal het volgens sommige gesproken aannemers moeilijk zijn het grotere publiek te overtuigen. Dit duidt meteen ook de relevantie van het thesisonderzoek dat hier verder wordt gevoerd (Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024; De Meuter, 10 januari 2024; BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 28 maart 2024).

Samenwerking Aclagro - HuisMus

Sloopaannemer Aclagro en HuisMus, aannemer in ecologisch schrijn- en timmerwerk, werken nauw samen. Als er een nieuwe sloopvraag is bij Aclagro, kijken zij in eerste instantie steeds wat er mogelijks ontmanteld kan worden in het gebouw. Deze informatie spelen zij door aan partijen waar ze nauw mee samenwerken waaronder HuisMus. Als HuisMus op dat moment afzetmogelijkheid heeft voor een bepaald materiaal of extra plaats in hun stock, dan komen zij naar de werf om te demonteren. Aclagro voorziet de werfoprichting en de veiligheidsvoorzieningen, de overige kosten voor demontage zijn voor HuisMus die in ruil gratis het materiaal kan meenemen. Dankzij deze samenwerking zal Aclagro de kosten voor de afvalverwerking uitsparen, waardoor de totaalcost ongeveer gelijk blijft. Indien HuisMus op dat moment geen afzetmogelijkheden heeft, zal Aclagro afbreken voor recyclage. Stel dat er wel afzetmogelijkheid is, maar geen plaats in de agenda van HuisMus, kan Aclagro voor hen ontmantelen tegen een kleine vergoeding. Het belangrijkste idee binnen hun samenwerking is dat het steeds een win-win is voor beide partijen. Open communicatie, bereidwilligheid tot toegevingen en een open mindset zijn volgens hun essentiële elementen om hergebruik te stimuleren (Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).



02

Methodologie

Opzet

Het doel van deze masterproef is de technische en economische haalbaarheid van het hergebruiksproces van bouwmaterialen uit woning IbSN na te gaan.

Recuperatie van materialen is pas economisch interessant indien de ontmantelingskosten kleiner zijn dan de marktwaarde van het ontmantelde product. Om deze kost te kennen is het noodzakelijk inzicht te krijgen in de praktijk van bouwmaterialenrecuperaties. Hiertoe analyseerden we hoe (constructie)materialen ontmanteld worden, welke verwerking ze dienen te ondergaan om ze te hergebruiken en welke kosten dit met zich meebrengt.

De gegevens van de experimentele demontagewerf van de woning IbSN door BLAF Architecten worden doorheen de masterpaper als rode draad gebruikt. De woning zal na demontage in de mate van het mogelijke, mits kleine ontwerpwijzigingen, heropgebouwd worden op de private kunstsituatie van Verbeke Foundation. In de noordoostelijke hoek van dit domein zal de woning dienstdoen als tijdelijk artiesten verblijf. Meer informatie over de IbSN woning, BLAF Architecten en Verbeke Foundation wordt beschreven in het onderdeel *De IbSN woning* van dit hoofdstuk.

De ambitie van het ontmantelingsproject is om alle aanwezige materialen, in de mate van het mogelijke, in dezelfde functie te hergebruiken. Daar waar dit niet realiseerbaar is, zal getracht worden de materialen binnen het ontwerp een andere bestemming te geven. Hergebruik zou, zoals wordt weergegeven in de Ladder van Lansink, altijd voorrang dienen te krijgen op recyclage of stort. In de praktijk blijkt dat bouwheren niet bereid zijn om duurzamere oplossingen als hergebruik te implementeren indien dit niet economisch interessant blijkt. (Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024; BatiTerre, persoonlijke communicatie, 26 februari 2024; CIRCL, persoonlijke communicatie, 19 maart 2024).

Dankzij de financiering door Verbeke Foundation is het mogelijk verder te gaan in het hergebruik van bouwmaterialen dan gewoonlijk, de economische realiteit is hier dus grotendeels absent. Omdat de woning verplaatst wordt naar privaat terrein, ontbreekt ook het stedenbouwkundig kader dat in normale omstandigheden geldt en in sommige gevallen een struikelblok vormt. De beperkingen die dominant zijn in dit experiment zijn bijgevolg eerder van technische dan van juridische of economische aard.

Hierbij rijst volgende vraag: voor welke materialen aanwezig in de woning lbSN, zou recuperatie economisch interessant en bijgevolg haalbaar zijn in een realistische context? Zoals Bart Vanden Driessche van BLAF-Architecten mooi verwoordde: *“Iets is pas duurzaam als het ook betaalbaar is”*, zullen wij nagaan voor welke materialen demontage en hergebruik meer frequent kan worden toegepast. De ontmanteling zal dus vanuit een economisch standpunt worden geanalyseerd aan de hand van volgende onderzoeksvraag:

Welke materialen blijven qua ontmantelingskost lager dan hun marktwaarde en zijn bijgevolg rendabel voor hergebruik?

Dit wordt afgetoetst in functie van volgende vergelijking, die reeds werd toegelicht in het onderdeel *Economisch kader als factor voor hergebruik* in Hoofdstuk 01:

*(Kost ontmanteling + transport + verwerking) * risicofactor < marktwaarde van het recuperatieproduct*

Bron: (Gielen, 2022)

Vlaio lbSN

De materialen waarvoor we bovenstaande evenwichtsoefening maken, worden gelimiteerd tot degene die momenteel aanwezig zijn in de lbSN woning ontworpen door BLAF architecten.

BLAF als architectuurpraktijk
http://www.blaf.be/blaf_architects

Sinds 2003 ontwerpt BLAF Architecten met een focus op duurzame architectuur en stadsontwerp. Na 20 jaar is het bureau een gevestigde waarde in het architectuurlandschap met gekende projecten in binnen- en buitenland. Naast het ontwerpen, investeert BLAF Architecten ook in kleinschalig praktijk-gebaseerd onderzoek dat mee de basis vormt van hun visie. In hun onderzoeken spelen duurzaamheid en maatschappelijke aspecten een belangrijke rol waarbij onderwerpen als energie-efficiëntie, ecologie, materialen en grondstoffen, circulariteit, ruimtelijk rendement, beheer, diversiteit en betaalbaarheid worden omgezet in kwalitatieve hedendaagse architectuur.

Er wordt bewust nagedacht over hoe er anders kan gebouwd worden. De klassieke spouwmuuropbouw wordt in vraag gesteld en alternatieven worden onderzocht om de stijgende prijzen door de steeds dikker wordende isolatiepakketten te beperken. Het bewust ecologisch denken van het bureau wordt geïllustreerd door de abA gezingswoning in Asse, hun eerste nul-energetische woning met textielhuid. Niet enkel bouwmethodes, maar ook woonvormen worden kritisch bevraagd, zo doen onder andere co-housing projecten hun intrede. Dit alles leidt tot innovatieve technische, esthetische en programmatorische mogelijkheden, met een boeiende en gevarieerde architectuur als eindproduct (BLAF Architecten, 2024).



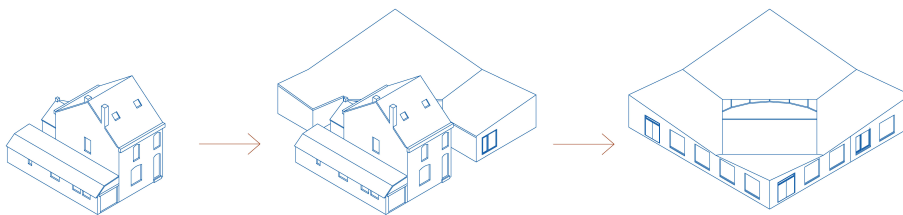
Verbeke foundation werd opgericht door kunstverzamelaars Geert Verbeke en Carla Verbeke-Lens die hier moderne en hedendaagse kunst tentoonstellen. De grote loodsen van het transportbedrijf waar Geert Verbeke vroeger eigenaar van was, werden hiertoe omgevormd tot grote overdekte kunsthallen waar tentoonstellingen elkaar afwisselen. Deze loodsen grenzen aan een groot natuurgebied dat ruimte biedt aan verschillende kunstvoorwerpen. Het idee van hergebruik ligt Verbeke nauw aan het hart. Zijn kunstwerken bestaan vaak uit voorwerpen die van de vuilnisbelt werden gered en daar een tweede leven kregen. Op deze manier wil Verbeke de maatschappij bewust maken van hoeveel materiaal er onnodig wordt afgebroken. De IbSN-woning past perfect binnen deze context, waarin het project voor Geert Verbeke een kleine vorm van protest is tegen het bestuur dat eerst een woning vergunt om deze enkele jaren later te onteigenen (Schuurmans 2022; Verbeke 2024; Geert Verbeke, persoonlijke communicatie, 28 maart 2024).

**VERBEKE
FOUNDATION**

IbSN case

De wens van de eigenares van de IbSN woning was een energetisch performante woning. Vroeg in het ontwerpproces werd beslist dat de bouw van een nieuwe passiefwoning, mits recuperatie van elementen uit de oude woning, de interessantste benadering vormde. De nieuwe woning werd gebouwd op hetzelfde perceel als de bestaande woning. Door de opbouw en afbraak in twee fases te verdelen, kon vermeden worden dat de bewoners tijdelijk moesten verhuizen.

In de eerste fase werd het beschermd volume van de nieuwgebouwde passiefwoning rond de bestaande woning gebouwd. Dit nieuwe L-vormige volume werd opgebouwd uit een houtskeletstructuur. Eens dit bewoonbaar en dus wind- en regendicht was, kon het gezin verhuizen naar deze woning. In de tweede fase werd de oude woning afgebroken met recuperatie van enkele elementen. De gevelsteen werd hergebruikt in het nieuwe volume, maar ook de poort van de oude woning, enkele interieurelementen en de kelder van de oude woning bewijzen nog steeds dienst in de nieuwe passiefwoning. Dankzij de afbraak kwam ook de huidige buitenruimte vrij te liggen, die qua oriëntatie zorgt voor optimale bezonning van de nieuwe woonst (BLAF Architecten, 2023).



Figuur 4: Schematische voorstelling fasering opbouw IbSN woning (BLAF Architecten, 2015)

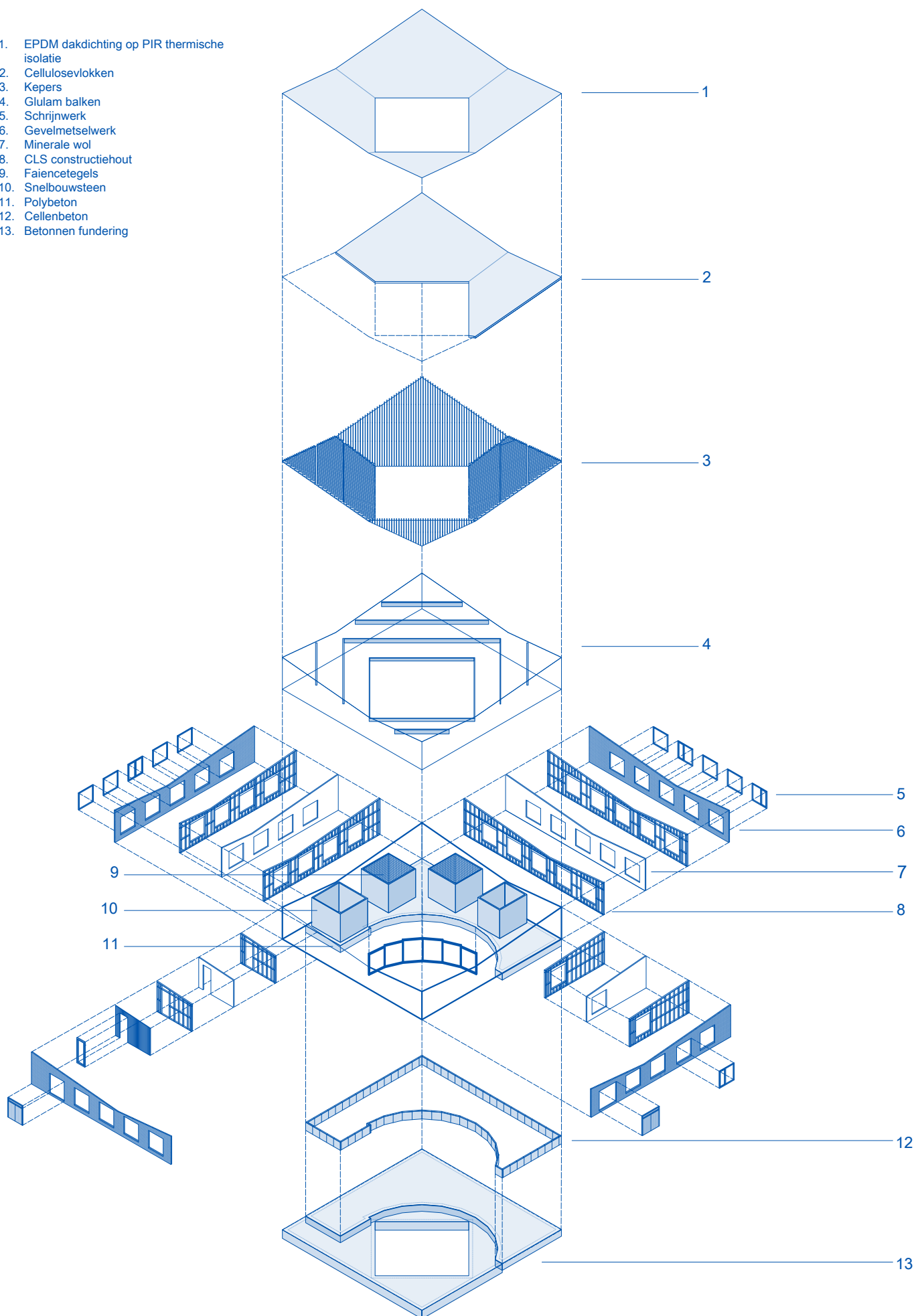
De oplevering was amper achter de rug toen de eigenares van het pand het nieuws kreeg dat de woning onteigend werd door de stad Sint-Niklaas wegens de aanleg van publieke infrastructuur, meer bepaald een ringweg. De gloednieuwe woning moet bijgevolg op het einde van het jaar 2024 verlaten worden. Bovendien moet de woning ook verdwijnen. Voor BLAF Architecten was de afbraak van deze jonge passiefwoning echter geen optie. Zo ontstond vlaiolbSN, een onderzoekproject over hoe de IbSN woning een tweede leven kan krijgen. (BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024; Van Wesemael 2023).

Aangezien Geert Verbeke vroeger eigenaar was van een groot transportbedrijf, neemt hij de logistieke operatie op zich. Hij voorziet het transport en de nodige arbeiders en staat ook in voor de werfcoördinatie. Deze kosten worden volledig door hem gedragen, de materialen krijgt hij als wederdienst. Enkel voor installaties zoals de keuken en de badkamer betaalde Verbeke een afgesproken bedrag aan de huidige eigenares. De rol van BLAF Architecten in deze opdracht is louter onderzoekend. Hiervoor ontvangen zij een kleine subsidie van Vlaio, die slechts een fractie van de kosten dekt, maar wel een stimulans vormt om te investeren in dergelijk onderzoek (BLAF Architecten, persoonlijk communicatie, 21 februari 2024).

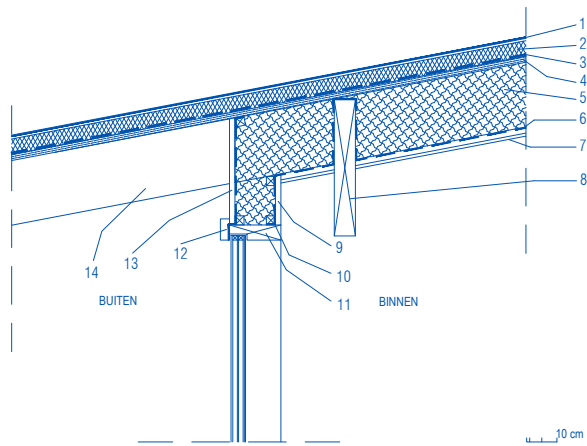
Toegepaste materialen

De berekeningen in deze masterpaper werden gemaakt binnen de randvoorwaarden van de IbSN case, zoals de toegepaste materialen, materiaalhoeveelheden en wijze van bevestiging. Op die manier wordt het besproken gamma aan materialen en demontagetechnieken beperkt tot wat van toepassing is op de IbSN woning. Dit wil echter niet zeggen dat niet-besproken materialen niet gerecupereerd kunnen worden. Volgende figuren geven een eerste impressie van hoe de woning is opgebouwd.

1. EPDM dakdichting op PIR thermische isolatie
2. Cellulosevlokken
3. Keppers
4. Glulam balken
5. Schrijnwerk
6. Gevelmetselwerk
7. Minerale wol
8. CLS constructiehout
9. Faiencetegels
10. Snelbouwsteen
11. Polybeton
12. Cellenbeton
13. Betonnen fundering



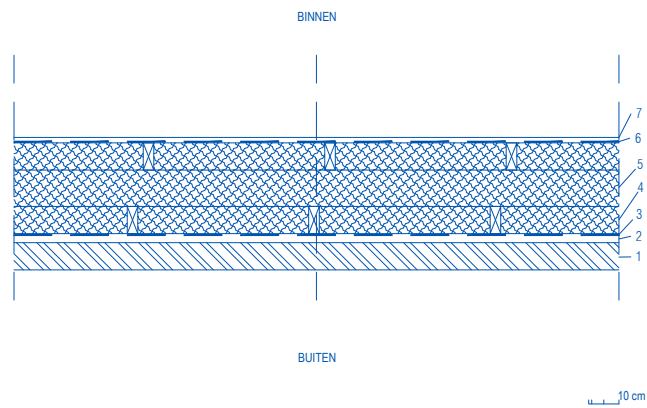
Figuur 5: Aanwezige materialen in de IbsN woning



Figuur 6: Detail dakaansluiting

Detail 1

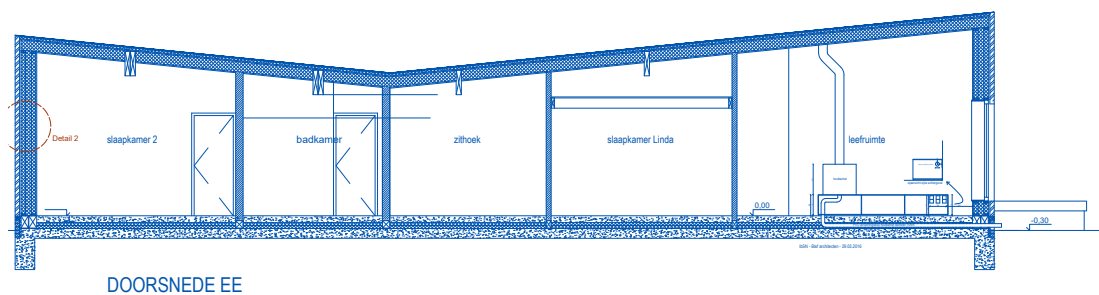
- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. EPDM dakdichting | 8. Glulam balk (primaire structuur) |
| 2. PIR thermische isolatie 5cm | 9. Multiplex 18mm |
| 3. dampscherm (alutrix) | 10. Luchtdichtheids folie |
| 4. beplating OSB 22mm | 11. Geschaafde timmerbalk |
| 5. kepers 3,5 x 21 cm met cellulosevlokken | 12. Larks atwerkingslat |
| 6. dampscherm en luchtdichtheids folie (Pro Clima Intello Plus) niet geniet, maar bevestigd op houten latten op kepers | 13. Multiplex (dampdicht) |
| 7. Gipsplaat | 14. wbp multiplexpaneel op regelwerk |



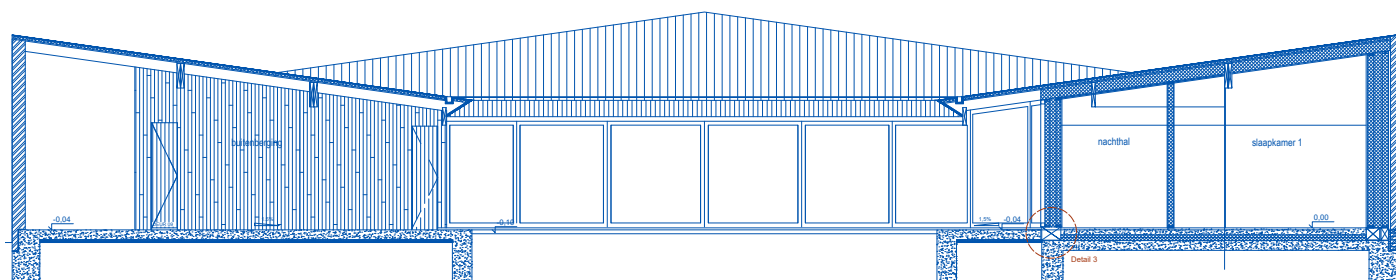
Figuur 7: Detail muuropbouw

Detail 2

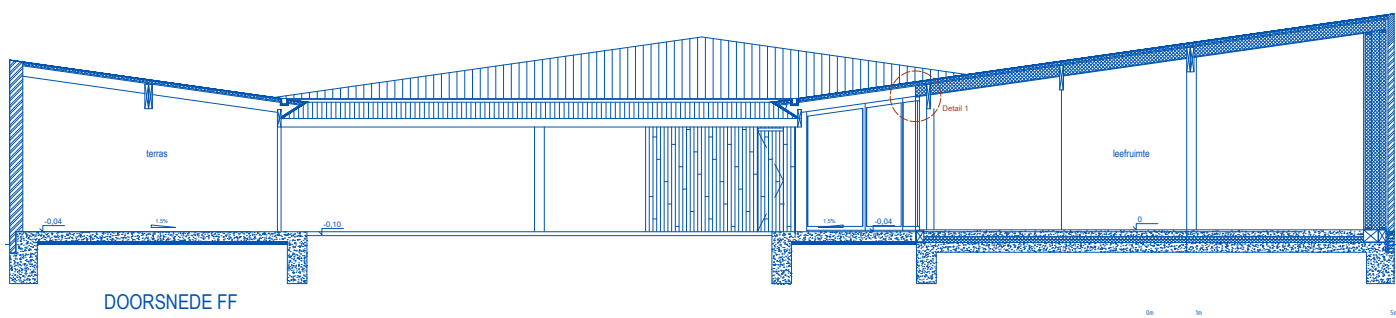
- | |
|---|
| 1. Recup gevelmetselwerk halfsteens verband 9cm |
| 2. Luchtsponw 3cm |
| 3. Waterdichte en damp- open folie (Delta Fassade) |
| 4. Kopers 9x3.5cm, h.o.h 60cm opgevuld met glaswol |
| 5. Glaswol |
| 6. Dampscherm en luchtdichte folie (FE-folie) |
| 7. Binnenafwerking: multiplex 18 mm of geschilderde snelbouwsteen |



DOORSNEDE EE

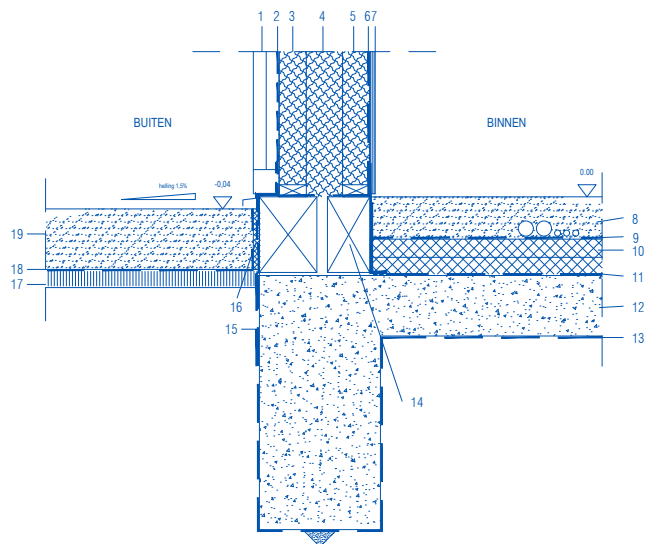


DOORSNEDE GG



DOORSNEDE FF

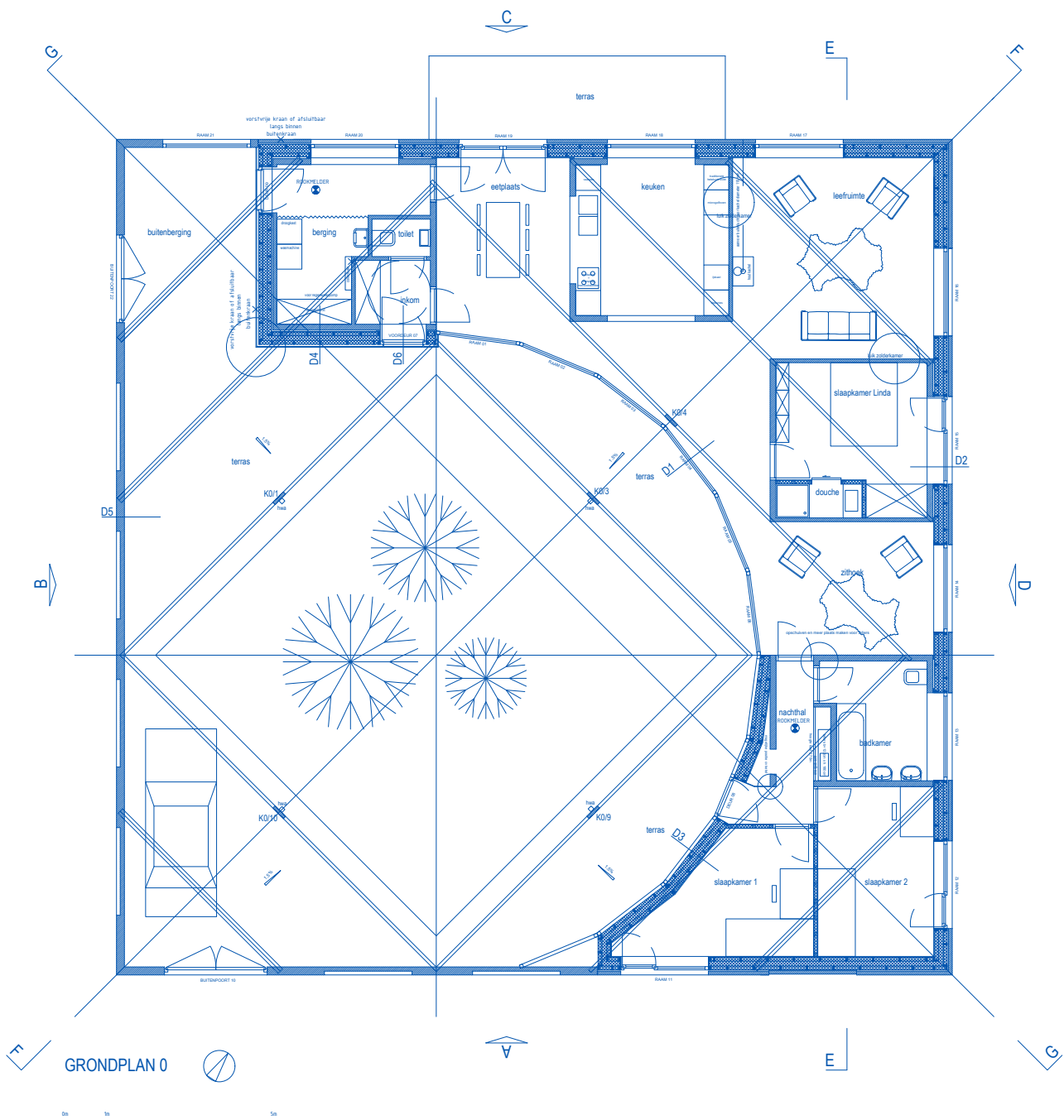
Figuur 8: Snedes IlbSN woning



Detail 3

1. Buitenschrijnwerk met blind paneel
2. Waterdichte en damp- open folie
3. Keplers 9 x 3.5cm h.o.h 60cm met glaswol tussen
4. Glaswol 12 cm
5. Keplers 9 x 3.5cm h.o.h 60cm met glaswol tussen
6. Dampscherm en luchtdichte folie (PE-folie)
7. Binnenafwerking: multiplex 18mm of geschilderde snelbouwsteen
8. Polybeton 14 cm met leidingen
9. PE-folie
10. Thermische vloerisolatie Resol Koolltherm K3 platen (2x 5cm)
11. PE-folie
12. Betonnen funderingsplaat
13. PE- folie
14. 2 x Ytong C4
15. EPDM waterkering (gelaste naden)
16. PUR plaat (2cm)
17. Wederaanvulling met goed aangedamd zand
18. PE-folie
19. funderingsplaat in gepolierd beton

Figuur 9: Detail muurvoet



Figuur 10: Grondplan IbSN woning

Data verzamelen

Om een voldoende brede achtergrond te verkrijgen over hergebruik van bouwmaterialen, werd eerst een studie gemaakt van beschikbare literatuur. Hieruit kon reeds een beperkte hoeveelheid bruikbare data worden verzameld voor onze analyse. Het thema hergebruik is echter vooral te bestuderen vanuit de praktijk en het praktijkonderzoek vormde voor deze masterpaper de belangrijkste bron aan informatie. Door middel van interviews met bedrijfsmedewerkers uit de sector en on-site bedrijfsbezoeken, verzamelden we de gegevens ter verwerking in deze thesis. Enkel materialen waarvan data ter beschikking was, worden uitgebreid besproken. De verzamelde informatie wordt steeds met een gelijke opbouw besproken. Echter, soms werden extra aspecten aangehaald die niet over alle materialen konden worden verzameld. Op deze manier proberen we per materiaal een zo breed mogelijk beeld te geven. Data en informatie over materialen die minder courant te vinden zijn op de hergebruikmarkt of waarvan slechts 1 of weinige partijen bereid waren informatie te delen, worden steeds aangeduid in de tekst[!]. Verzamelde data zijn steeds op zijn best een grove inschatting van de realiteit die sterk afhankelijk is van case tot case en moeten dus met de nodige voorzichtigheid worden behandeld.

[!] De data die op deze manier wordt aangeduid, dient steeds met de nodige voorzichtigheid behandeld te worden.

We raadpleegden de website van Opalis (www.opalis.eu) en het contactennetwerk van aannemers om een lijst met te contacteren bedrijven samen te stellen. Ook productiebedrijven en hun visie kwamen aan bod. Via interviews met betrokken werknemers van deze bedrijven, verkregen we de voor ons onderzoek relevante informatie m.b.t. de ontmanteling van de materialen. Gegevens die ons aangingen waren de methode van ontmantelen, moeilijkheden en aandachtspunten bij recuperatie of verwerking van de materialen, een inschatting van de duurtijd ervan en de methode waarop de verkoopprijs van de recuperatiematerialen wordt bepaald. Komende pagina's geven een overzicht van de gecontacteerde partijen en hun dagelijkse bezigheden.

01



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer

02



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer

03



Bouwbedrijf

04



Verwerkings-/recuperatiebedrijf

05



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer; verwerkings- en
recuperatiebedrijf; Bouwbedrijf

06



Productiebedrijf

07



Verwerkings-/recuperatiebedrijf

08



Transportbedrijf

09



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer

10



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer; verwerkings- en
recuperatiebedrijf

11



Productiebedrijf

12



Verwerkings-/recuperatiebedrijf

13



Bouwbedrijf

14



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer

15



Ontmantelingsaannemer/
sloopaannemer

16



Verwerkings-/recuperatiebedrijf

17



Productiebedrijf

18



Bouwbedrijf

19



Adviesbureau

20

Pascal de Roover

Verwerkings-/recuperatiebedrijf

21



Adviesbureau bio-based
bouwmaterialen

22



Material Mastery

Adviesbureau circulair design

01 ACLAGRO

Aclagro is een aannemer die werd opgericht in 1975 en is vandaag onderdeel van Square Group. Als aannemer zijn ze regelmatig betrokken bij ontmantelingswerken. Naast ontmantelingen is dit bedrijf ook gespecialiseerd in afbraak, asbestverwijdering, bodemsanering, waterzuivering, grondwerken, grondreiniging, infrastructuurwerken en rioleringswerken. Aclagro voert zowel private en publieke opdrachten uit. Momenteel zet dit bedrijf actief in op het verbreden van hun kennis en vakmanschap in de recuperatiewereld (Aclagro 2024; Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024).

<https://www.aclagro.be/nl>

02 DE MEUTER

De Meuter profileert zichzelf als expert in grond- en afbraakwerken. Naast deze activiteiten staan ze ook in voor ontmantelingen, asbestverwijdering, inzameling en recyclage en de uitvoering van totaalprojecten. Ontmanteling gebeuren bij de Meuter momenteel op vraag, de ontgonnen materialen op de werf gesorteerd en vervolgens afgevoerd naar verwerkingscentra. In de nabije toekomst zijn er plannen om een eigen loods te bouwen voor de stockage van recuperatiematerialen zodat ontmantelingen niet enkel op vraag hoeven te worden uitgevoerd (De Meuter 2024b; 2024a; De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024).

<https://www.demeuter.be/>

03 DEMOCO

Democo is een bouwbedrijf en algemeen aannemer dat deel is van de grotere Democo Groep. Het staat in voor het leveren van totaalprojecten voor zowel renovaties als nieuwbouwwoningen. Hun expertise ligt voornamelijk in woningbouw, retail, kantoor, industrie, zorg en publieke infrastructuur. Democo Group bestaat uit gespecialiseerde bouwbedrijven die samen hun kennis bundelen betreffende de aanneming, ontwikkeling, technieken en afwerking. Vandaag werkt Democo aan een afdeling die zich toespitst op de incorporatie van hergebruikmaterialen in hun nieuwe projecten (Democo 2024).

<https://democogroup.com/nl/democo>

04 FRANCK BRICKS

Franck Bricks is een familiebedrijf opgericht in 1973, dat voornamelijk expertise bezit in de recuperatie van gevelstenen, maar daarnaast ook in beperkte mate leistenen en muurdeksels verkoopt. Het bedrijf kuint de ontmantelde stenen, zal deze vervolgens stapelen en opnieuw inpakken om deze te verkopen. De demontage van de stenen gebeurt in sommige gevallen door het bedrijf zelf, in andere gevallen worden de stenen ontmanteld door een afbraakaannemer en aan hun geleverd voor de verwerking ervan. Recent is het bedrijf ook begonnen met de productie van nieuwe bakstenen om hun aanbod te vergroten (Opalis 2024a; Franck Bricks 2024; Franck Bricks, persoonlijke communicatie, 1 februari 2024).

<https://www.franck.be/>

05 HUISMUS

HuisMus is een schrijn- en timmerbedrijf met een sterke ecologische visie. Ook isolatie- en dakwerken kunnen door hen uitgevoerd worden om een woning van ruwbouw tot afwerkingsfase uit te werken. Om de hoeveelheid afval van de bouwsector zo veel mogelijk te reduceren creëerden ze een eigen platform genaamd TROVO waarop recuperatiebouwmaterialen te koop worden aangeboden. Ze staan in voor demontage, stockage, en verwerking van bouwmaterialen die ze vervolgens in hun eigen projecten verwerken of te koop aanbieden op TROVO (Huismus 2024; Opalis 2024c).

<https://www.huismus.be/>

06 PLOEGSTEERT

Ploegsteert is een Belgisch familiebedrijf dat de productie van snelbouwstenen, gevelstenen en gewelven uit gebakken aarde voorziet. Ploegsteert maakt deel uit van de grotere Ploegsteert Groep. Verder maken ook Prefaxis nv en Douterloigne beton nv deel uit van deze groep. Deze bedrijven staan respectievelijk in voor de productie van prefab oplossingen zoals holle betonwanden en keramische prefab muren en voor betonnen welfsels anderzijds (Steenbakkerijen van Ploegsteert 2024).

<https://www.ploegsteert.com/nl-be/>

07 MATERIELENBANK LEUVEN

Materialenbank Leuven is 1 van de 3 activiteiten waar de vzw Atelier Circuler zich mee bezig houdt. Hiervoor beheren ze een winkel van circulaire materialen die ze verkrijgen dankzij hun netwerk van contacten. Deze materialen hebben als oorsprong: de urban mine, b-stromen (afvalstomen) van bepaalde bedrijven en een klein percentiel is afkomstig van donaties van particulieren. Naast de materialenbank voorziet Atelier Circuler ook een open atelier, waar leden van de vzw machines voor hout en metaalbewerking kunnen benutten. Tot slot staan ze met hun projectwerking in voor de realisatie van totaalprojecten die (hoofdzakelijk) bestaan uit recuperatiematerialen. Materialenbank Leuven werkt samen met Wonen en Werken, een maatwerkbedrijf dat hun ondersteunt in alles van logistieke taken tot ontmantelingen op de werf (Atelier Circuler, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024).

<https://www.ateliercirculer.be/>

08 SHIPIT

Een Belgisch transportbedrijf, dat hoofdzakelijk gespecialiseerd is in het transport over water, maar daarnaast ook andere vormen van transport voorziet. Een andere activiteit die het bedrijf uitvoert is het voorzien van (bewaakte) opslag van goederen. Op vraag van de klant kan Shipit ook een verwerking van recuperatiematerialen aanbieden, waarvoor ze regelmatig samenwerken met het maatwerkbedrijf Travie. Shipit heeft vestigingen in Antwerpen, Brussel en Wielsbeke (Shipit 2024; Shipit, persoonlijke communicatie, 22 februari 2024).

<https://shipit.be/nl/home/>

09 BATITERRE

BatiTerre is hoofdzakelijk een verkoper van recuperatiematerialen. Naast de verkoop staan ze als bedrijf ook in voor het uitvoeren van tests en eventuele bewerkingen nodig voor de verkoop van bepaalde recuperatiematerialen. BatiTerre beschikt ook over een ontmantelingsteam dat bouwelementen zal demonteren voor hun klanten of om deze vervolgens zelf te verkopen. Deze materialen worden doorverkocht op hun website, in hun winkel of in die van partnerbedrijven (BatiTerre 2024; BatiTerre, persoonlijke communicatie, 26 februari 2024).

<https://batiterre.be/>

10 ROTOR DC

RotorDC is een Brusselse coöperatie die het hergebruik van bouwmaterialen organiseert. Het is een autonoom zijproject dat ontstond via Rotor, een non-profit organisatie dat hergebruik van bouwmaterialen promoot en faciliteert. RotorDC verhandelt bouwmaterialen die zowel door henzelf als door andere sloopaannemers ontmanteld werden. De aangeboden materialen zijn meestal bestemd voor afwerking en beschikken steeds over een hoogwaardige kwaliteit. Het assortiment gaat van standaard kwalitatieve producten tot materialen met een mooi verhaal tot stukken die bedacht zijn door gerenomeerde ontwerpers of ambachtelijk vervaardigd werden door vroeger vakmanschap (Rotor Deconstruction 2024).

<https://rotordc.com/>

11 KNAUF

Oorspronkelijk gestart als Duits familiebedrijf, groeide Knauf uit tot de multinational die het vandaag is. In 1974 huldigde Knauf zijn eerste Belgische vestiging in. Knauf is voornamelijk gekend om zijn productie van o.a. gips en minerale wol. Vandaag is het de derde grootste producent ter wereld wat minerale wol betreft (Knauf 2024).

<https://knauf.com/nl-NL>

12 MATERIALENBANK DOORNIK

Een bedrijf dat recuperatiematerialen zal verzamelen, verwerken en dit vervolgens verkopen. Het bedrijf verkrijgt deze materialen door ze zelf te gaan ontmantelen bij klanten of dankzij donaties. De verwerking gebeurt in samenwerking met het maatwerkbedrijf genaamd La Ressourcerie Le Carré (La Matériauthèque 2024, Materialenbank Doornik, persoonlijke communicatie, 27 maart 2024).

<https://lamateriauthèque.be/>

13 CIRCL

Een nieuwe aftakking van Vanhout, dat deel is van de grotere BESIX groep. Deze aftakking focust op circulaire en duurzame woningbouw. De woningen die CIRCL plaatst bestaan voor 70% uit bio based materials. Eén van hun focuspunten is het haalbaar en betaalbaar maken van duurzame woningen, op die manier trachten ze een groter publiek te kunnen overtuigen om milieubewust en circulair te bouwen (CIRCL 2024; CIRCL, persoonlijke communicatie, 19 maart 2024).

<https://circl.be/nl/>

14 OMGEKEERD BOUWEN

Omgekeerd bouwen is een aftakking van het Nederlandse bedrijf Kamphuis Sloopwerken dat instaat voor sloop en asbestsanering van gebouwen. 10 jaar geleden zijn ze begonnen met een circulaire hub, waarin enkele materialen van hun sloopwerven verzameld, eventueel verwerkt en vervolgens opnieuw verkocht worden. Per materiaal gaat het bedrijf afzonderlijk na of het best gerecycleerd, gerecupereerd of verkocht wordt en of ze dus de meer traditionele werking van Kamphuis Sloopwerken of demontage van Omgekeerd Bouwen inzetten (Kamphuis Sloopwerken 2024; Omgekeerd bouwen, persoonlijke communicatie, 14 maart 2024).

<https://www.kamphuisloopwerken.nl/omgekeerd-bouwen>

15 HOUTHANDEL RUITERKAMP

Houthandel Ruiterkamp is de circulaire afdeling van het grotere Nederlandse sloopbedrijf Boverhoff. Reeds sinds het begin van de jaren 90 biedt dit bedrijf een uitgebreid aanbod van recuperatiematerialen aan dat afkomstig is van lokale sloopwerken. Anders dan hun naam doet vermoeden wordt hun gamma aan recuperatiematerialen niet beperkt tot recuperatie van hout en verkopen ze ook isolatie, verlichtingsarmaturen, stalen trappen... Hun volledige gamma is te vinden op marktplaats (Houthandel Ruiterkamp 2024; Opalis 2024d).

<https://www.houthandelruiterkamp.nl/>

16 BUURMAN

Buurman Antwerpen biedt in hun circulaire bouwmarkt een ruim assortiment aan van gebruikte bouwmaterialen. Via hun winkel en werkplaats willen ze materialen een hoogwaardig nieuw leven geven. Ze focussen zich voornamelijk op hout en bieden dan ook workshops aan waarin je met hout aan de slag kunt. Hun werking gaat hand in hand met sociale economie voor zowel productie, ontmanteling en transport. Duurzaam, sociaal en lokaal zijn de kernwoorden waar rond circulaire economie draait voor Buurman (Buurman Antwerpen 2024).

<https://www.buurmanantwerpen.be/>

17 ISOPROC

ISOPROC is een bedrijf dat in samenwerking met aannemers instaat voor het aanbrengen van bouwmaterialen en totaaloplossingen voor de bouwschil van residentiële-, appartements- en tertiaire gebouwen. Deze bouwmaterialen worden door ISOPROC geleverd of geproduceerd. Naast deze activiteiten voorziet het bedrijf ook opleidingen, metingen en technisch advies voor geïnteresseerden. Duurzaamheid ligt het bedrijf nauw aan het hart en het zal dit bijgevolg betrekken in al hun bedrijvigheden. Sinds de jaren '90 plaatst ISOPROC cellulose isolatie in België. Ze zijn hiermee één van de eerste en ze bezitten bijgevolg een grote hoeveelheid aan kennis over dit materiaal (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

<https://www.isoproc.be/nl/>

18 TECTUM GROUP

Tectum Group is een Limburgs familiebedrijf dat meer als 600 werknemers telt. Ze werken als aannemer en leverancier van bouwmaterialen voor de bouwschil. Hierbinnen is hun core business het platte dak. Ze zetten binnen het bedrijf actief in op duurzaam- en circulair bouwen. En hebben binnen dit thema momenteel ook verschillende onderzoeken lopen. Als bedrijf zijn ze actief in België, Nederland en Polen (Tectum Group, persoonlijke communicatie, 11 april 2024).

<https://www.tectumgroup.be/>

19 BUILDWISE

Buildwise, vroeger het WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf), werd opgericht in 1959. Buildwise voorziet de ondersteuning van bouwprofessionals met als doel de kwaliteit, productiviteit en duurzaamheid van de bouwpraktijk te optimaliseren. Buildwise voert daarnaast zelf ook onderzoek naar de optimalisatie van de bouwsector. Binnen hun werking staat de bouwpraktijk centraal Technische Comités, waarin vertegenwoordigers uit de bouwsector zetelen, geven ze zelf aan als een essentieel onderdeel van hun werking (Buildwise 2024).

<https://www.buildwise.be/nl/>

20 PASCAL DE ROOVER

Pascale De Roover is een Lokerse handelaar in bouwmaterialen die zich onder meer toespitst op het recupereren van gevelmetselwerk. Hij verkoopt voornamelijk Papestenen, Boomse machinestenen en Klinkaerts die handmatig worden gekuist. Door zijn jarenlange ervaring verzekert hij kwalitatieve materialen af te leveren aan zijn klanten (De Roover, persoonlijke communicatie, 21 januari 2024).

Geen website

21 NATURA MATER

Natura Mater is een adviesbureau voor duurzame materialen. Hierbij zetten ze in op materialen die afkomstig zijn van de natuur, hergebruik of recyclage. Hun doel is om de ecologische transitie van de bouwsector te stimuleren door duurzame materialen van niche tot norm te maken. Dit willen ze realiseren door de knelpunten van professionals weg te nemen door hen te begeleiden bij de keuze, aankoop en de toepassing van duurzame materialen (Natura Mater 2024).

<https://nl.naturamater.eu/>

22 MATERIAL MASTERY

Material Mastery gaat op zoek naar kansen in de circulaire economie. Deze kansen zetten ze om in strategisch advies om zo bedrijven te helpen op hun route naar circulair leiderschap. Samen met bedrijven zoeken ze naar oplossingen voor circulaire uitdagingen zoals end-of-life-oplossingen, zijstroomvalorisatie, verpakkingsooplossingen... Door het bedrijfsmanagement en het personeel op te leiden in de circulaire wereld helpen ze bedrijven dit pad te bewandelen (Material Mastery 2024).

<https://www.materialmastery.com/>

Interpretatie

De data die werd verzameld tijdens het vooronderzoek kent onderling grote afwijkingen, volgende aannames werden gemaakt om een zo realistisch, doch eerder veilig en conservatieve berekening te verkrijgen:

1. Alle prijzen zijn exclusief BTW.
2. Gedateerde prijzen van bouwmaterialen werden geïndexeerd volgens de ABEX index.
3. Indien geen prijs voor een recuperatiemateriaal gevonden kon worden, werd de marktwaarde van het recuperatieproduct verondersteld als de nieuwprijs verminderd met 20%. Deze inschatting is gebaseerd op methodes uit de praktijk.
4. De arbeidskost van een arbeider bedraagt 47€/uur (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024).
5. Voor duurtijden en kosten werden gemiddelde waardes genomen, uitschieters worden buiten beschouwing gelaten om een correcter beeld te geven. Een overzicht van de gebruikte data kan worden gevonden in Tabel 1.
6. De kost van specifieke benodigdheden die door de aannemer zullen moeten worden gehuurd, wordt op dezelfde manier bepaald als de materiaalprijzen.
7. Voor de gegeven materiaalverliezen werd de meest conservatieve waarde genomen zodat hiermee rekening kan worden gehouden bij het zoeken van een nieuwe toepassing voor het lot.
8. Binnen de duurtijd van de ontmantelingen werd ook de tijd voor het stapelen van het materiaal op paletten of in containers gerekend.
9. De kost van paletten wordt meegenomen in de berekening, maar de kost van extra verpakkingsmateriaal wordt door gebrek aan informatie nergens in beschouwing genomen.
10. Ontmantelen en kuisen van de materialen worden als twee verschillende stappen beschouwd in het demontageproces. In het materiaalonderzoek wordt toegelicht wat dit voor elk materiaal precies inhoudt.
11. De analyse start bij het ontmantelen en eindigt bij de levering op de nieuwe werf. De invloed van hergebruik op de heropbouw zoals bijvoorbeeld de nood aan extra mortel en langere plaatsingstijden wordt niet in rekening gebracht.

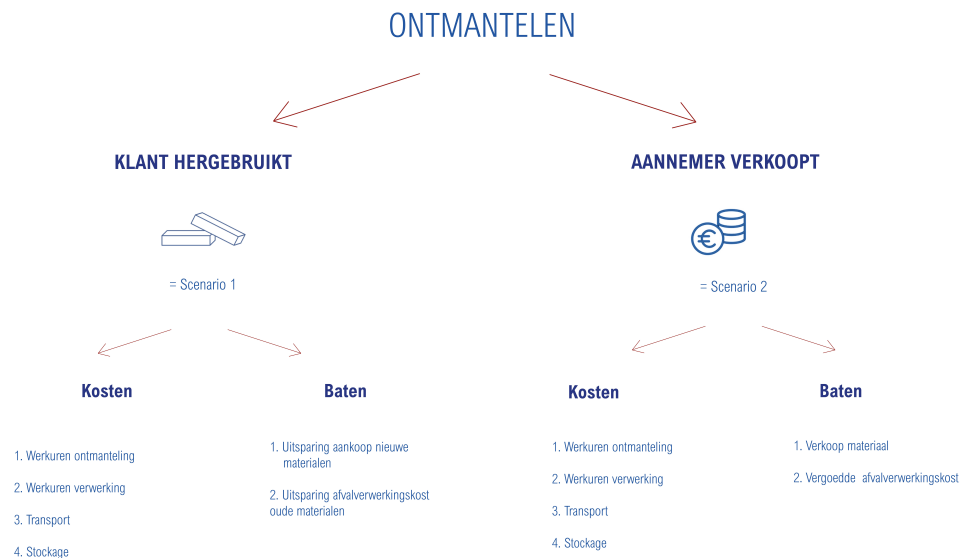
Met behulp van de verzamelde ontmantelings- en verwerkingstijden en de bijhorende verloning, wordt een inschatting gemaakt van de hergebruikskost per materiaal. De totale kost per resterende materiaaleenheid, rekening houdend met het materiaalverlies, wordt vervolgens vergeleken met de marktwaarde van het recuperatiemateriaal om zo conclusies te maken inzake rentabiliteit voor de aannemer of de klant. De waarde van het materiaal op de hergebruikmarkt, de waarde van hetzelfde materiaal als nieuw product, alsook de waarde van de benodigdheden, worden berekend aan de hand van data uit gesprekken en een online steekproef. De aangenomen waardes per materiaal voor de afvalverwerkingskost, de nieuwprijs, de hergebruikwaarde en de duurtijden zijn te vinden in Tabel 1.

Materiaal	Nieuwprijs	Hergebruikwaarde	Ontmantelingsduur	Verwerkingsduur	Afvalverwerkingskost
Betonnen lateien	€11,31 /st. (1m20)*	-20%-regel	0,125 m³/h	Aanname: zelfde als snelbouwstenen mortelvrij maken	€0/ton of €1/ton in positieve zin
Hout (CLS)	€758,83 /m³	€444,01 /m³	0,16 m³/h	8 min/st.	€45/ton
Hout (Glulam)	€1 209,40 /m³	€561,76 /m³	0,16 m³/h	10 min/st.	€45/ton
Snelbouwsteen	€0,90 /st.	-20%-regel	20,83 m²/h	166 st./h	€7/ton
Minerale wol	€67,26 /m³	€49,55 /m³	10 st./h	/	€180/ton
Cellulose	€0,92 /kg	-20% regel	2,67 m³/h	/	€280/ton
Gevelsteen	€0,76 /st.	€0,51 /st.	cementmortel: 42,5st./h kalkmortel: 183 st./h	102 st./h 270 st./h	€7/ton
Faience tegel	€34,52 /m²	€28,75 /m²	4,4 m²/h	7 m²/h	€220/ton
Polybeton	€43,23 /m³	-20%-regel	6,25 m²/h	/	€0/ton of €1/ton in positieve zin
Schrijnwerk	binnendeur: €180/st. raam: €1 094,32/st.* *Deze prijs is sterk afhankelijk van de afmetingen, voor meer detail verwijzen we door naar de bijlage	-20%-regel	binnendeur: 1h/st. (2p) raam: 2 st./h	/	- Glas: €5/ton of gratis in grote hoeveelheid - PVC: gratis - Hout: €45/ton - Aluminium: €1000/ton in positieve zin

Tabel 1: Overzicht aangenomen prijzen voor afvalverwerkingskost, nieuwprijs en hergebruikwaarde

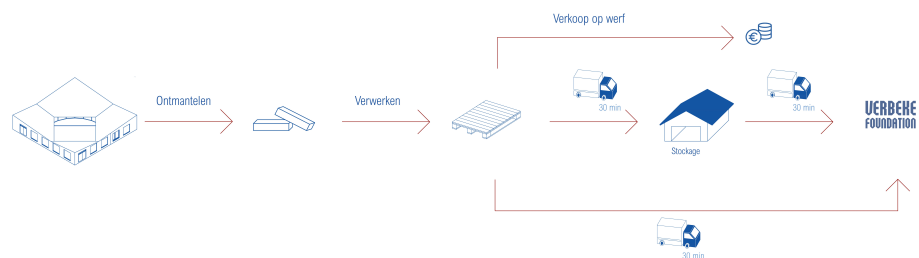
In dit onderzoek gingen we de (economische) kosten en baten na, zowel vanuit het perspectief van de aannemer als vanuit het standpunt van de eindklant. Hiervoor werden per materiaal 2 scenario's uitgewerkt: in het eerste scenario ontmantelt en verwerkt de aannemer het materiaal op de werf en verkoopt hij het product daarna als gerecupereerd bouw materiaal dat getransporteerd wordt tot zijn nieuwe toepassing. Kan een aannemer hier winst uit halen of zijn de gemaakte ontmantelingskosten te groot?

In het tweede scenario wordt het ontmantelde materiaal door de eindklant zelf hergebruikt in een ander gebouw. De klant is dus zowel eigenaar van het te ontmantelen gebouw als van de nieuwe werf. Hierbij moet de arbeidskost voor het ontmantelen en verwerken worden betaald, maar de kost voor nieuw materiaal en de afvalverwerkingskost van het oude worden uitgespaard. Voor welke materialen is het mogelijk om op deze manier goedkoper te bouwen?



Figuur 11: Schema kosten en baten van de aannemer t.o.v. de klant

Binnen deze 2 scenario's varieerden we de parameters van het transport en de stockage. Zoals eerder werd vermeld baseerden we ons op de case van de IbSN woning. Hierbij moet het transport van het huidige perceel naar de site van Verbeke foundation, een 20-tal kilometer verderop, worden voorzien. Er is ongeveer een halfuur nodig voor het transport en telkens een halfuur voor het laden en een halfuur voor het lossen. Om deze kost te verrekenen, werden de gemiddelde transportprijzen van een transportbedrijf gebruikt voor het aantal nodige vrachtwagens voor een bepaald type materiaal. In geval dat stockage nodig was, werd deze voorzien voor 6 maanden in een depot te Antwerpen waardoor de transportafstand verdubbeld. Er is namelijk een half uur transport naar de stockage plaats en een half uur van de stockage tot bij Verbeke Foundation nodig. Daarenboven zal ook het laden en lossen twee keer ingerekend dienen te worden.



Figuur 12: Algemene schematische voorstelling hergebruiksproces en de in rekening gebrachte parameters

Voor de berekening vertrokken we vanuit de veronderstelling dat zowel het transport als de stockage dienden voorzien te worden. Een extern transportbedrijf moet uiteraard zelf ook winst maken, dus zal dit transport duurder uitvallen dan voor een aannemer die zelf over transportmiddelen beschikt. Hetzelfde geldt voor een stockagebedrijf. Op deze veronderstelling werden bijgevolg enkele variaties gemaakt. In een eerste variatie, *excl. stockage*, werden wel transportkosten maar geen stockagekosten in rekening gebracht. Dit is bijvoorbeeld het geval indien transport door een externe firma wordt voorzien, maar er voldoende plaats is om het materiaal op het perceel of in een eigen opslag te stockeren. In een tweede variatie, *excl. transport*, maakten we een omgekeerde veronderstelling: transportkosten werden niet in rekening gebracht, stockagekosten wel. Dit is bijvoorbeeld het geval als de aannemer of klant zelf vrachtwagens bezit en er gestockeerd dient te worden in een tijdelijke externe opslagplaats. Een laatste variatie, *excl. transport en stockage*, is

toepasselijk op de IbSN woning, waarbij zowel de transportkosten als de stockagekosten buiten beschouwing werden gelaten. Verbeke Foundation bezit namelijk zelf over het nodige transportmateriaal en stockageruimte. Deze variatie is ook toepasselijk in de situatie dat het materiaal op dezelfde locatie wordt hergebruikt of indien het materiaal op de werf zelf verkocht wordt. Wanneer een aannemer of eindklant eigen transport of stockage voorziet, zorgt dit natuurlijk ook voor een extra kost. De kost die hiervoor wordt ingerekend zal variëren per klant of bedrijf waardoor deze in de analyse buiten beschouwing werd gelaten. De invloed van transport- en stockagekosten werden voor enkele materialen nagegaan in de materiaalstudie.

Vervolgens werd een analyse gemaakt op gebouwniveau.

De winsten en kosten voor hergebruik van de materialen waarvoor een kostenanalyse werd gemaakt, werden hiertoe opgeteld om na te gaan of hergebruik voor het geheel van deze materialen al dan niet rendabel zal worden. De aanzet voor deze berekening wordt dus gevormd door de eerdere berekeningen van de materiaalanalyses. Ook de onderzochte maatregelen, die volgend uit de materiaalanalyses de rentabiliteit kunnen verbeteren, worden in een zijonderzoek op gebouwniveau betrokken om de totale rentabiliteit te verhogen. In overeenstemming met de aanpak van de materiaalanalyses, werden verschillende scenario's onderzocht: excl. transport, excl. stockage, en excl. transport en stockage.

De kosten binnen deze berekening omvatten de ontmantelings-, verwerkings- en stockagekost, die voor alle onderzochte materialen worden opgeteld. De transportkosten worden bepaald op totaalniveau en worden bij deze som opgeteld. Deze werkwijze laat toe het transport van verschillende materialen te combineren en zodoende de totale transportkost te verminderen.

De winsten omvatten enerzijds de winst bij de verkoop van deze materialen op de hergebruikmarkt (aannemer) en de nieuwprijs die uitgespaard wordt door hergebruik (klant). Anderzijds worden ook de afvalverwerkingskosten van de verschillende materialen meegerekend als winst. Tot slot worden ook de sloopkosten, op basis van een offerte op gebouwniveau, in rekening genomen. De sloopkosten die worden vermeden door de geanalyseerde materialen te demonteren, worden bepaald aan de hand van een schatting van hun aandeel in de sloopkost.

Hiertoe worden de kosten voor de aankoop en installatie van deze materialen in de originele constructie geïdentificeerd. Deze kosten worden gedeeld door de totale constructiekosten om het percentage van de specifieke materiaalkosten te berekenen. Vervolgens worden deze percentages vermenigvuldigd met de geschatte totale sloopkosten¹ van de constructie om een inschatting te maken van de relatieve kosten voor het slopen van deze componenten. Door deze bedragen op te tellen, kan een grove schatting worden gemaakt van de sloopkosten die worden vermeden dankzij de demontage van deze materialen.

¹ Deze schatting is gebaseerd op een sloopofferte die op zijn beurt ook een grove inschatting is van de totale kost aangezien er geen plaatsbezoek kon plaatsvinden.

Na de interpretatie van de berekeningen wordt er op het einde van de thesis geconcludeerd voor welke materialen uit de IbSN woning demontage en hergebruik naast ecologisch, ook als economisch voordelig kunnen worden beschouwd. Dit wordt grafisch aan de hand van kleuren weergegeven aan de hand van een axonometrie van de woning. Verder bespreken we kort welke beleidsmaatregelen getroffen zouden kunnen worden om hergebruik voor een breder gamma aan materialen rendabel te maken. We kijken kort welke voorstellen reeds op tafel liggen en welke invloed deze zouden hebben.

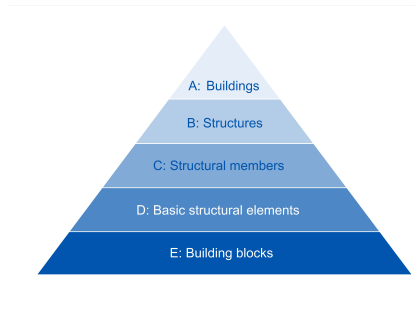
03

Material- onderzoek

In dit hoofdstuk worden verschillende bouwmaterialen aanwezig in de IbSN woning onderzocht. Deze worden opgesplitst in constructie-, isolatie- en afwerkingsmaterialen. Hierbij wordt gekeken naar wat het materiaal precies is, of hergebruik gangbaar is, op welke manier dit wordt uitgevoerd en wat de aandachtspunten hierbij zijn. Tot slot wordt onderzocht of dergelijke ontmantelingen economisch rendabel zijn.

1. Constructiematerialen

Sloopactiviteiten volgen over het algemeen niet uit structurele gebreken, maar eerder uit de noodzaak aan renovaties of de vraag naar nieuwe bouwgronden. De structuur zelf is dus doorgaans nog vaak volledig intact. Bovendien zit het meeste materiaal van een woning in de structuur en de fundering ervan en schuilt hier dus een grote bron aan intacte en dus herbruikbare materialen. Vandaag de dag ondervindt de praktijk hiervan echter nog verschillende hindernissen (Küpfer, Bastien-Masse, and Fivet 2023; Natura Mater, persoonlijke communicatie, 16 april 2024).



Figuur 13: Schematische opdeling structurele elementen voor hergebruik (Hradil, 2014)

In een onderzoek van Petr Hradil voor het VTT Technical research centre of Finland, deelde de auteur hergebruikbare structurele elementen op in 5 categorieën. Bovenaan staan volledige gebouwen of gebouwdelen. Deze categorie omvat onder andere modulaire huisjes uit houtskeletbouw en industriële hallen uit staal of beton. Onderaan staan de 'building blocks'. Elementen die tot deze categorie behoren zijn bijvoorbeeld bakstenen, blokken uit (cellen)beton, houten platen,

stalen profielen... Binnen deze onderverdeling haalt de auteur aan dat elementen uit een hogere categorie kunnen worden gescheiden tot elementen uit lagere categorieën. Zo kan een stalen industriehal onderverdeeld worden in verschillende liggers en bevestigingen. De bovenste categorie is typisch echter meer waard dan zijn afzonderlijke onderdelen samen. Nog steeds is het soms de moeite om deze opsplitsing te maken aangezien het soms moeilijk kan zijn een toepassing te vinden voor de grote gehelen. Dit soort overweging zal voor het te hergebruiken gebouw of gebouwonderdeel dienen te worden gemaakt. Afhankelijk van de categorie waaronder het materiaal valt, dienen andere ontmantelingsstrategieën te worden toegepast (Hradil, 2014; Hradil et al., 2014).

De complexiteit van ontmantelen wordt niet toegekend per categorie aangezien dit sterk afhankelijk is van de specifieke situatie. Elementen uit categorie E zijn dus niet noodzakelijk eenvoudiger te recupereren dan deze uit een hogere categorie. Zo kan bijvoorbeeld het dienen na te gaan van de initiële prestaties de opdracht bemoeilijken, wat volgens de auteur meer toe te kennen is aan kleinere onderdelen. Maar ook het manipuleren van elementen met een groter gewicht zullen de ontmanteling vertragen en bemoeilijken wat in het nadeel speelt bij grotere gehelen. Verder spelen ook de materiaalbewerkingen die nodig zijn, een rol (Hradil, 2014).

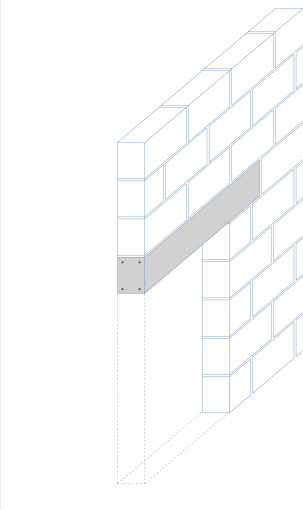
In de regelgeving ontbreken momenteel toepassingsregels voor de classificatie van hergebruikmaterialen. De technische prestaties zullen dus per ontgonnen partij moeten worden aangetoond aan de hand van proeven in gecertificeerde labo's, wat extra tijd en geld betekent. Indien deze tijd of dit budget er niet is, wordt er vaak gekozen om constructie elementen in te zetten voor een minderwaardige (structurele) toepassing. Het fenomeen waarbij bouwcomponenten worden ingezet voor steeds minder veeleisende toepassingen wordt 'cascadering' of 'downgrading' genoemd (FCRBE, 2022; Hradil et al., 2014).

Maar ook aan de prestatieverificatie via tests hangen de nodige moeilijkheden. Voor alle materialen, of ze nu nieuw zijn of hergebruikt, gelden wettelijke eisen waaraan deze moeten voldoen vooraleer ze kunnen worden toegepast. De organisatie van hoe zo een keuring verloopt, is echter niet zomaar over te nemen uit de klassieke bouwwereld. Hergebruikloten

zijn niet altijd homogeen aangezien ze niet uit een gecontroleerde industriële productielijn komen, uit verschillende gebouwen ontmanteld zijn, andere initiële prestaties hebben of anders verouderd zijn. Om de juiste testmethode te kiezen en een representatief lot te bepalen, is het belangrijk te weten wat de geschiedenis van een materiaal is. Hoe werd het geproduceerd, aan welke omstandigheden werd het blootgesteld, hoe lang het reeds gebruikt werd... (Poncelet & Vrijders, 2021c)

De potentiële CE-markering voor hergebruikmaterialen die op tafel ligt kan hiervoor, zoals vermeld in het onderdeel *Technisch kader als factor voor hergebruik*, een oplossing bieden. Bij nieuwe producten is het bezitten van dit soort markering een verplichting, maar er is nog geen consensus of dit ook zo moet zijn voor hergebruikproducten (Europese Unie 2024; FCRBE 2022).

1.1. Beton



<i>Plaats van voorkomen</i>	lateien, (fundering, raam- en deurdorpels)
<i>Afmetingen</i>	latei 1: 1,2 x 0,09 x 0,20 m latei 2: 1,2 x 0,14 x 0,20 m latei 3: 3,0 x 0,14 x 0,20 m
<i>Aanwezige volume</i>	0,66 m³
<i>Aanwezige massa</i>	1625 kg - 1,625 ton
<i>Soortelijk gewicht</i>	2450 kg/m³
<i>Bevestigingswijze</i>	cementmortel
<i>Nieuw prijs</i>	latei 1: 11,31 euro latei 2: 15,36 euro latei 3: 23,42 euro
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	latei 1: 9,05 euro latei 2: 12,29 euro latei 3: 18,74 euro
<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
<i>Ontmantelingsduur</i>	0,125 m³/uur
<i>Verwerkingsduur</i>	0,01 uur/steen

Aangezien enkel voor de betonnen lateien een kostenanalyse werd gemaakt, wordt in de materiaalfiche hierop de focus gelegd.

Aangezien over het kuisen van betonnen lateien geen data kon verzameld worden, werd dit verondersteld even snel te verlopen als voor metselwerk dat met cementmortel geplaatst werd.

Introductie en hergebruikpotentieel

Beton manifesteert zich als een prominent bouw materiaal en wordt gekenmerkt door zijn substantiële consumptie en productie. Jaarlijks wordt er gemiddeld 6 miljard kubieke meter beton geproduceerd wat gelijk staat met bijna 1m³ per inwoner wereldwijd. Dit maakt van beton wereldwijd het meest toegepaste bouw materiaal (FCRBE 2021c). Betonproductie heeft echter een aanzienlijke milieu-impact; 8% van de wereldwijde CO₂ uitstoot vindt zijn oorsprong in de betonproductie (Lehne & Preston, 2018). Het zijn voornamelijk de cementovens, die temperaturen van 1450°C moeten bereiken, die verantwoordelijk zijn voor deze uitstoot. Het cement is een essentieel bindmiddel van de aggregaten en bestaat voor het grootste deel uit kalk (FEBELCEM, 2024).



Afbeelding 1: CCB Gaubain (Schotte, 2024)

Omwille van het milieubelastende productieproces is hergebruik van beton van groot belang. Bovendien is in de stedelijke mijn een enorme hoeveelheid van dit materiaal beschikbaar en is het vrijwel op elke bouwlocatie aanwezig. Toch is er tot op heden geen commerciële markt voor het hergebruik van beton, mede door de goedkope nieuwprijs van het materiaal. In de uitzonderlijke gevallen dat het materiaal toch hergebruikt wordt, gebeurt dit op initiatief van ontwerpers en betreft dit vooral geprefabriceerde elementen. De connecties van deze elementen kunnen relatief makkelijk verwijderd worden aan de hand van verschillende technieken zoals: zagen, lokale impact of het simpelweg verwijderen van droge connecties in de vorm van staalplaatjes (Küpfer et al., 2023; Küpfer & Fivet, 2021). Deze componenten worden echter op maat ontworpen, wapening wordt bijvoorbeeld berekend voor een specifieke toepassing. Hierdoor zijn deze elementen na hergebruik onderhevig aan cascadering, waarbij de elementen in hun volgende levenscyclus voor niet-constructieve toepassingen worden ingezet of hun capaciteit niet ten volste wordt benut. Technisch gezien is hergebruik van prefab betonnen elementen zeker mogelijk, maar economische, wettelijke en mentale factoren zijn vandaag de dag doorslaggevend in de keuze tot sloop (Huuhka et al., 2015).

Het ter plaatse storten van beton introduceert daarentegen aanzienlijke complexiteit voor hergebruik in vergelijking met prefab elementen. Zeker wanneer het gaat over grote monolieten oppervlaktes. Bij demontage dienen dergelijke elementen te worden gezaagd, resulterend in het verlies van integriteit van de wapening. Bovendien zal voor deze operatie zware apparatuur nodig zijn. Toch wijst onderzoek uit dat dit mogelijk is. Door het verzagen van deze ter plaatse gestorte elementen worden deze omgevormd tot een soort prefab elementen voor een volgende werf. Mits een extra afwerkingslaag zijn de sporen van hun vorige levenscyclus volledig uitgewist. De grootste uitdaging blijkt opnieuw de regelgeving (certificaten, normen, codes) en het economisch nadeel te zijn (Strauss, 2021). Mogelijke pistes voor hergebruik in het geval van grote monolieten betonoppervlakken zijn betonbreuksteen en het verzagen van deze oppervlakken tot betontegels. Hierop zullen we verder gaan in het onderdeel *Polybeton* dat in de afwerkingsmaterialen wordt besproken.

Praktijk

Beton dat vandaag uit gebouwen gerecupereerd wordt, wordt gewoonlijk gerecycleerd. Deze fervente praktijk van recyclage wordt ook door de overheid in de hand gewerkt. Betonproducenten worden namelijk aangespoord om een bepaald percentage van nieuw geproduceerd beton te laten bestaan uit gerecycleerde aggregaten, waardoor sloopbedrijven zelfs worden gecompenseerd (1€/ton) voor het afstaan van beton aan productiebedrijven (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024).

Bij de recyclage van beton wordt dit materiaal tot puin verbrijzeld en gebruikt als fundering voor nieuwe wegen of als aggregaten voor nieuw beton. Dankzij recyclage zal de groei van de afvalberg gereduceerd worden. Echter zal dit het inherente energieverbruik nauwelijks verlagen. Beton verbrijzelen vereist namelijk heel veel energie. Bovendien moeten de gerecycleerde aggregaten nog steeds met cement gemengd worden als bindmiddel ter vervaardiging van nieuw beton. Laat dit nu net het product zijn dat verantwoordelijk is voor de grote CO₂-uitstoot (Strauss, 2021). Meer focus en onderzoek naar het ontmantelen en hergebruiken van beton is dus prioritair.

De wil om te ontmantelen is er, maar het ontbreken van een commerciële markt, weerhoudt aannemers het effectief uit te voeren. Sloopaannemer De Meuter ontmantelde voorheen al betonelementen, maar enkel wanneer er een specifieke vraag naar is. Het economische risico voor de sloopaannemers is te groot. Vanuit de praktijk is er vooral vraag naar het slimmer bouwen met betonnen elementen. Het verwijderen van bijvoorbeeld een welfsel, vraagt heel wat tijd en moeite. Eerst moeten er gaten geboord worden waar hijsbanden aan bevestigd kunnen worden om de welfsels uit de constructie te halen. Later moeten deze openingen opnieuw dicht gemaakt worden. Het integreren van dergelijke grijppunten zou bijvoorbeeld sterk de circulariteit bevorderen en zou de ontmantelingskost doen dalen. Door het implementeren van kleine ontwerpaanpassingen die hergebruik vergemakkelijken, zullen de hergebruikkosten beperkt worden waardoor het hopelijk meer zal worden toegepast (De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024).

Gebruik in IbSN woning

Beton kent in de IbSN woning verschillende toepassingen. Ten eerste als funderingsplaat, deze bestaat uit gewapend beton van 20 cm dik, voorzien van een vorstrand. Aangezien beton ecologisch een grote impact heeft en het hergebruik ervan de nodige complexiteit met zich meebrengt, kiest BLAF ervoor dit materiaal in de heropbouw van de woning te vervangen door een meer duurzaam en circulair alternatief, namelijk schelpen. Deze schelpen zijn een afvalstroom van baggerwerken en vormen een ideale vervanging voor een (lichte) betonnen fundering. Het materiaal heeft als voordeel niet capillair te zijn, grondwater zal dus niet worden opgezogen wat de toevoeging van een extra waterkerende laag overbodig maakt. Daarnaast is een schelpen laag dragend en heeft het thermisch isolerende eigenschappen. Schelpen worden doorgaans met een dikte van 35 cm geplaatst, maar aangezien BLAF wil voldoen aan passiefnormen, zullen ze deze voorgeschreven laagdikte verhogen tot 50 cm (BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 28 maart 2024; Natura Mater, persoonlijke communicatie, 16 april 2024). De schelpen zullen worden omkaderd door verzaagde elementen uit de polybetonnen plaat die momenteel de vloerafwerking van de woning vormt. Dit polybeton is meteen de tweede toepassing van beton in de IbSN woning. Deze verzaagde elementen zullen daarbij tegelijk dienen als plint van de woning. Hier wordt verder op ingegaan in het hoofdstuk Polybeton, dat onder de categorie afwerkingsmaterialen valt. De huidige fundering van de woning zal waarschijnlijk niet gerecupereerd worden (BLAF, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024).



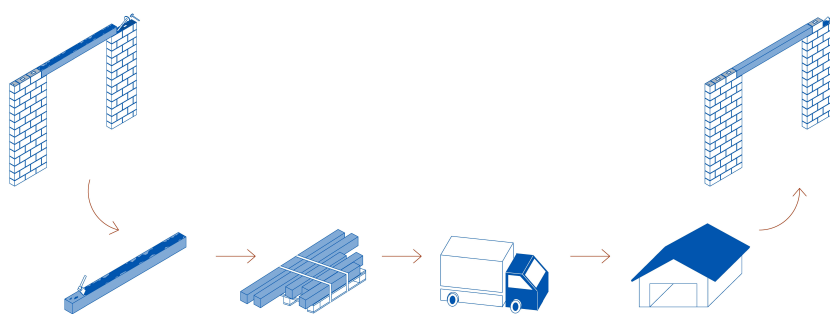
Afbeelding 2: Wapening van de betonnen fundering (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 3: Interieurbeeld van de woning (BLAF Architecten, 2015)

Een derde en vierde toepassing van beton in de woning zijn de gewapende betonnen lateien boven openingen in het metselwerk van snelbouwsteen en raam- en deurdorpels. Deze elementen werden net zoals het metselwerk geplaatst in cementmortel. Bijgevolg kunnen ze ook ontmanteld worden op een vergelijkbare manier: ofwel met hamer en beitel ofwel door het doorslijpen van de voegen. Het ontmantelen met hamer en beitel krijgt de voorkeur. Enerzijds omdat deze techniek minder arbeidsintensief is en anderzijds doordat het materiaal voldoende sterk is om deze techniek toe te passen. Ook het kuisen kan op een vergelijkbare manier worden gedaan als bij het metselwerk, waar verder op wordt ingegaan in het onderdeel *Gevelmetselwerk* dat onder de afwerkingsmaterialen valt. Het kuisen van de betonnen lateien zal noodzakelijk zijn aangezien de lateien in deze woning zichtbaar blijven. In gebouwen waar de lateien bedekt worden met pleisterwerk, kan dit eventueel achterwege worden gelaten. Een belangrijk verschil tussen gevelmetselwerk en lateien is dat deze laatsten ook een dragende functie bezitten. Door deze structurele functie worden lateien aan hogere eisen onderworpen en dienen ze in een meer realistische context eventueel getest te worden.

Dit schematische overzicht belicht het proces van hergebruik van betonnen lateien, een methode die vergelijkbaar is met die van bakstenen, waarvoor naar het onderdeel *Gevelmetselwerk* wordt verwezen. Aanvankelijk worden de lateien gedemonteerd met behulp van een hamer en beitel, gevolgd door een reinigingsfase. Daarna worden ze systematisch gestapeld op pallets voor transport en opslag.



Figuur 14: Schema hergebruik lateien

Kosten

Binnen de kostenberekening van beton richten we ons op het nagaan van de rentabiliteit van het hergebruik van betonnen lateien, evenals het verzagen van polybeton tot kleinere stukken die eventueel kunnen dienen als plint. Een gedetailleerde analyse van dit laatste is te vinden in het onderdeel *Polybeton* van het onderdeel afwerkingsmaterialen. Hieronder volgt een kostenanalyse van het hergebruik van betonnen lateien.

In de woning werden lateien voorzien met drie verschillende afmetingen, die hieronder kort worden opgelijst. Hoe meer volume de latei heeft hoe duurder ze is.

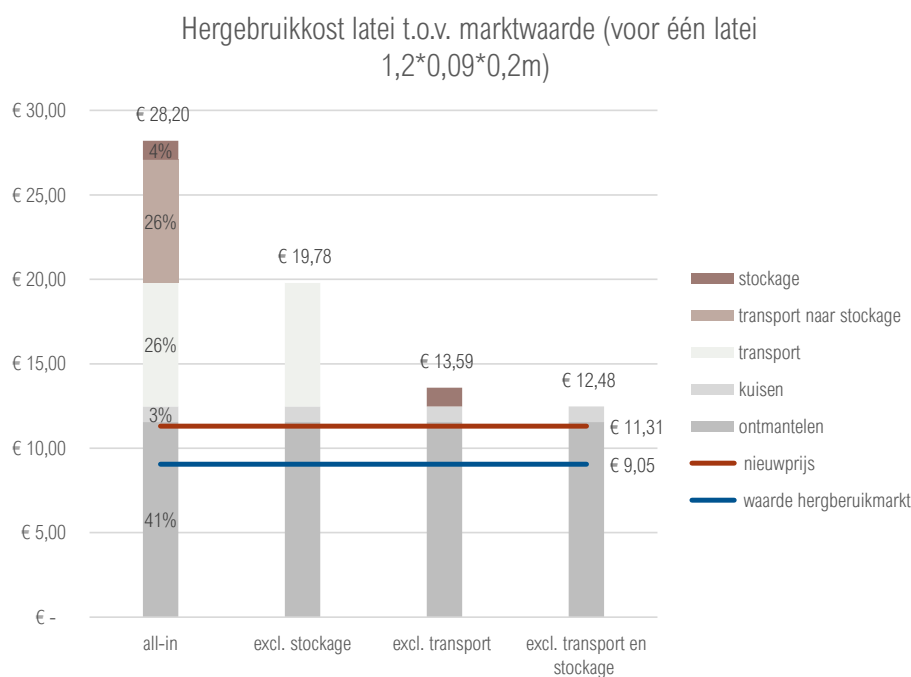
	Latei 1	Latei 2	Latei 3
<i>Afmetingen</i>	1,2 x 0,09 x 0,2 m	1,2 x 0,14 x 0,2 m	3,0 x 0,14 x 0,2 m
<i>Aantal</i>	1	9	4
<i>Toepassing</i>	Niet - dragende wand	Dragende wand	Dragende wand
<i>Nieuw prijs</i>	€ 11,31	€ 15,36	€ 23,42
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	€ 9,05	€ 12,28	€ 18,74

Tabel 2: Oplijsting aanwezige lateisoorten

De lateien worden gedemonteerd met hamer en beitels, hierbij wordt een ontmantelingssnelheid van ongeveer 1 m³/dag bereikt¹ (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024). In onderstaande grafiek (Figuur 15), waarin de hergebruikkosten voor één type latei vergeleken worden met de marktwaarde ervan, wordt duidelijk dat hergebruik van dit materiaal niet rendabel is. Dit geldt zowel voor de aannemer die het materiaal verkoopt op de hergebruikmarkt, als voor de klant die hiermee de aankoop van een nieuw product uitpaart. De ontmantelingskost is de grootste kost binnen het hergebruikproces, gevolgd door de transportkosten. De transportkost per latei zal ook aanzienlijk zijn gezien de bestelwagen niet volledig gevuld is met de beperkte hoeveelheid lateien die in de woning aanwezig zijn. Echter zal, ook indien deze kost volledig wegvalt, hergebruik niet economisch worden, noch voor de aannemer, noch voor de klant. Dit wordt geïllustreerd in het scenario *exl. transport* van onderstaande grafiek.

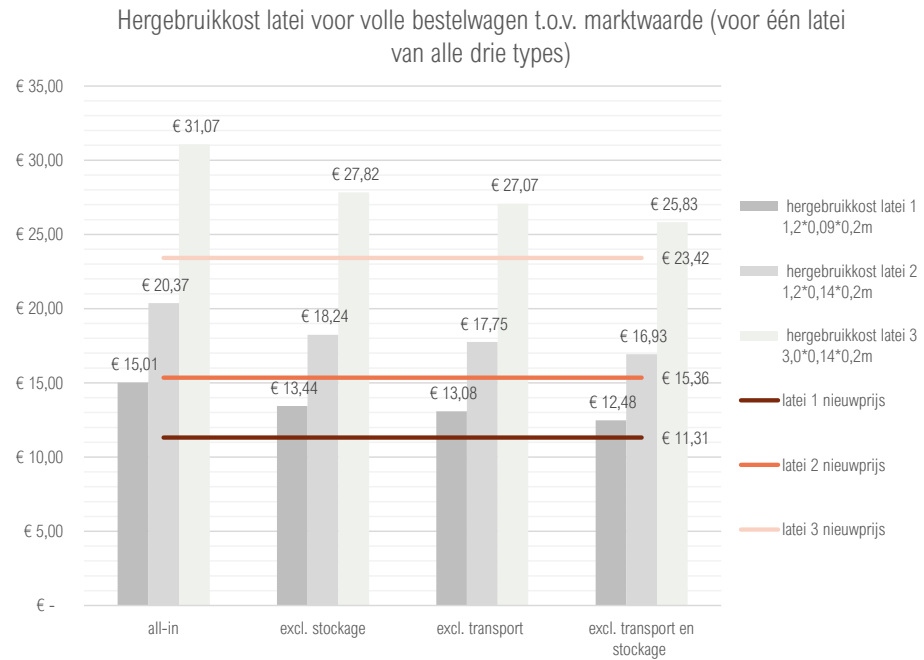
Aangezien dit materiaal niet beschikbaar is op de hergebruikmarkt, werd de marktwaarde bij hergebruik ingeschat op 80% van de nieuwprijs

¹ inschatting is gebaseerd op 1 bron en is bovendien zeer afhankelijk van de afmetingen. Deze waarde is op zijn best een grove inschatting en moet dus met een juiste blik bekeken worden



Figuur 15: Hergebruikkost latei t.o.v. marktwaarde (voor één latei 1.2 x 0.09 x 0.2 m)

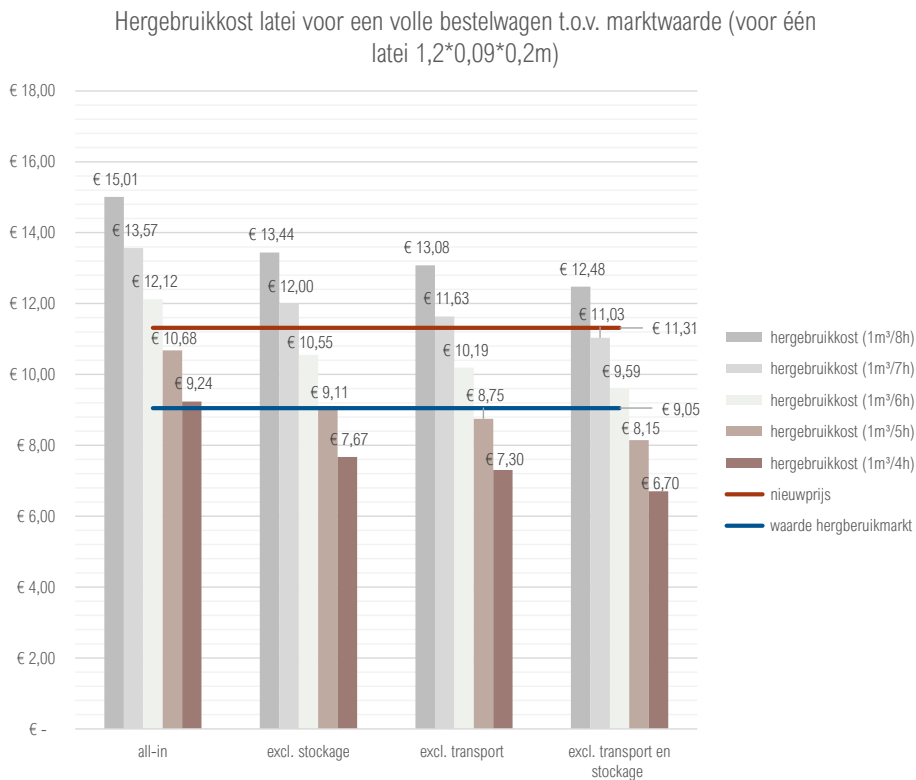
Toch wordt ook de invloed van het transport verder onderzocht. Wanneer de hoeveelheid gedemonteerd materiaal vergroot opdat de bestelwagen volledig beladen wordt, kan de invloed van het transport sterk gereduceerd worden. De aanwezige hoeveelheden lateien worden hiertoe met een factor 7 vermenigvuldigd, rekening houdend met de gewichtsbeperving van de bestelwagen (5 ton). In de onderstaande grafiek (Figuur 16) worden de hergebruikkosten vergeleken met de marktwaarde in de veronderstelling dat de vrachtwagen volgeladen is met lateien.



Figuur 16: Hergebruikkost latei voor volle bestelwagen t.o.v. marktwaarde (voor één latei van alle drie types)

Met deze assumptie liggen de hergebruikkosten en de marktwaarde van de verschillende types lateien reeds veel dicht bij elkaar. Maar zoals eerder al duidelijk was, is dit niet voldoende om het hergebruik van dit materiaal economisch rendabel te maken.

De invloed van de demontagesnelheid wordt eveneens nagegaan waarbij opnieuw een volle bestelwagen wordt verondersteld. De snelheid van dit type demontage werd geschat op 1 m³ per dag. Bovendien is, zoals eerder werd vermeld, voor de ontmantelingssnelheid van lateien slechts 1 inschatting beschikbaar uit onze gegevensverzameling. Het is mogelijk dat toekomstige geoptimaliseerde recuperatietechnieken en meer ervaring, leiden tot snellere demontage. Om de evolutie van de rentabiliteit van deze operatie te analyseren in relatie tot een toenemende demontagesnelheid, wordt m.b.t. deze snelheid een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarvoor naar Figuur 17 wordt verwezen.



Figuur 17: Hergebruikkost voor een volle bestelwagen t.o.v. marktwaarde (voor één latei 1,2 x 0,09 x 0,2 m)

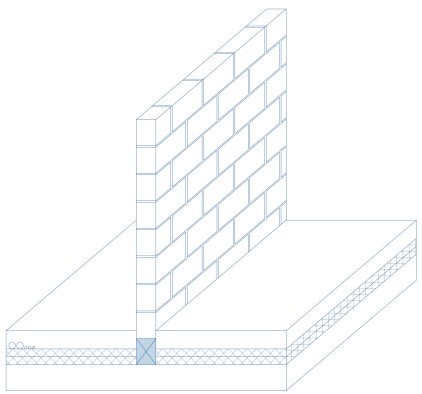
Door de optimalisatie van de demontagekosten, zal de aan- of afwezigheid van transport- en stockagekost plots wel een invloed hebben op de rentabiliteit van deze operatie. Volgens Figuur 17 wordt het ontmantelen en verkopen van betonnen lateien pas interessant voor een aannemer wanneer de ontmantelingssnelheid verdubbeld wordt (1m³/4h) en transport- of stockagekost wordt vermeden.

Conclusie

Uit bovenstaande analyse kan geconcludeerd worden dat hergebruik van betonnen lateien momenteel nog weinig interessant is. Binnen deze operatie is de demontagekost de voornaamste financiële hinderpaal. Indien men er in de toekomst in slaagt de ontmantelingssnelheid te verhogen, waardoor de demontagekost zal afnemen, kan dit eventueel wel economisch rendabel worden. Voor een opdrachtgever die deze materialen ter plaatse hergebruikt, wordt hergebruik reeds interessant bij een verbetering van de demontagesnelheid met 15%. Heeft de klant wel transport en opslag nodig, dan moet de snelheid tot 1m³/5h toenemen vooraleer dit een interessante operatie wordt. Voor een aannemer in dit laatste scenario, moet deze snelheid verdubbelen en de transport- of stockagekost achterwege kunnen worden gelaten, om rendabel hergebruik te garanderen. Deze snelheden zijn momenteel echter niet realistisch. Vanuit economisch perspectief wordt op dit moment dan ook afgeraden om dit materiaal te hergebruiken.

1.2. Cellenbeton

¹ Aangezien over (het hergebruik van) cellenbeton slechts een beperkte hoeveelheid literatuur gevonden werd, wordt er regelmatig naar eenzelfde bron verwezen. Deze bron is bovendien een materiaalproducent, hun marktgerichte visie moet dus in het achterhoofd gehouden worden.

	<i>Plaats van voorkomen</i>	kimlaag
	<i>Afmetingen</i>	60 x 9/14/15/17,5 x 20/25 cm
	<i>Aanwezige volume</i>	8,29 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	4 053,81 kg
	<i>Soortelijk gewicht</i>	489 kg/m ³
	<i>λ-waarde</i>	0,125W/mK
	<i>Bevestigingswijze</i>	met cementmortel op funderingsplaat
	<i>Nieuw prijs</i>	361,15 euro/m ³
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	ongekend
	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.

Introductie en hergebruikpotentieel¹

Water, kalk, zand en cement vormen de basisstoffen van cellenbeton. De toevoeging van aluminiumpoeder laat deze grondstoffen rijzen waardoor er gesloten luchtbellens ontstaan die het materiaal zijn typisch isolerende en brandwerende karakter geeft. Na het rijzen worden de gevormde blokken in de autoclaaf ondergebracht waar ze 8 tot 16u uitharden bij een temperatuur van 180°C (Nielsen et al., 2011). Er is een beduidend lagere temperatuur vereist tegenover de productie van andere constructie-elementen: 5 keer minder dan de productie van baksteen, 7 keer minder dan beton en 11 keer minder dan staal.

Cellenbeton wordt voornamelijk gebruikt als kimblok. Deze wordt toegepast in de aansluiting van de muur en de vloer en doet dus dienst als dragend én isolerend element. Ondanks hun kleinere draagcapaciteit ten opzichte van klassieke constructiematerialen, worden cellenbetonblokken naast hun functie als kimblok ook ingezet om dragende en niet-dragende (binnen)wanden op te trekken. Hierbij komt het isolerend vermogen van de stenen ook van pas: met λ-waardes tot 0,045 W/mK, isoleren cellenbetonnen binnenspouwbladen genoeg om de noodzaak voor extra spouwisolatie te elimineren (Xella 2024a; Livios 2022). Het feit dat de karakteristieken (zowel dragend als isolerend) levenslang behouden blijven, maakt het materiaal een ideale kandidaat voor recuperatie (Xella 2024b). Muren die worden opgetrokken uit cellenbeton hebben de bijkomende voordelige eigenschap dat deze CO₂ uit de omgeving opnemen en opslaan in het cellenbeton. Zo kan het materiaal 1/3^e van de uitgestoten CO₂ tijdens het productieproces terug opnemen tijdens zijn levensduur (Xella 2024b).

De kimblokken worden typisch in een cementmortellaag geplaatst op de fundering en daarna afgedekt met een waterkerende EPDM-folie. Indien hier bovenop verder een muur wordt opgetrokken uit cellenbeton, wordt hierbij meestal gebruik gemaakt van een lijm-mortel. Cellenbeton is vrij broos, dit in combinatie met de sterke hechting van lijm- of cementmortels bemoeilijkt het losmaken van de blokken. Het demonteren gaat dus gepaard met grote materiaalverliezen wat hergebruik economisch niet interessant maakt (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024; Klompers, 2022).

Cellenbeton leent zich, in tegenstelling tot hergebruik, wel goed tot recyclage. Gebruikte stenen worden opnieuw vermalen tot een poeder dat zand als originele grondstof kan vervangen. Zand vertegenwoordigd 70-75% van de massa en kan integraal worden vervangen wat betekent dat ¾ van een nieuw geproduceerde cellenbetonblok kan bestaan uit gerecycleerd materiaal. Het volledige productieproces moet hierbij wel opnieuw worden doorlopen wat de nodige impact met zich meebrengt (Xella 2024b). Hierbij is het belangrijk op te merken dat de gebruikte fracties voldoende zuiver moeten zijn om een goede afwerking en snijbaarheid te garanderen en sloopafval dus meestal niet geschikt is (Nielsen et al., 2011).



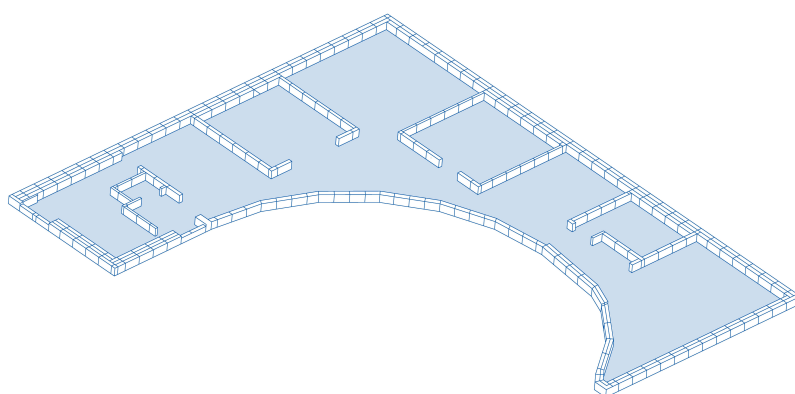
Afbeelding 4: cellenbetonafval dat wordt ingezet in de nieuwe productie (Xella, 2024)

Praktijk

Zoals eerder vermeld bemoeilijkt het gebruik van lijm- en cementmortels in combinatie met een poreus materiaal het hergebruik. Het losmaken van de blokken gaat door de sterke verbindingen gepaard met een groot materiaalverlies. De blokken die wel succesvol ontmanteld worden, dienen nog ontdaan te worden van mortelresten. Hoewel dit technisch gezien geen onmogelijke operatie is, zal het een tijdrovend en dus duur proces zijn dat geen garantie biedt op succes. Door de cellenstructuur zullen er altijd mortelresten op het materiaal achterblijven. Wat het effect hiervan is op de prestaties van het materiaal is onvoorspelbaar, wat maakt dat de huidige gevraagde prestatie-eisen niet kunnen worden gegarandeerd met recuperatiemateriaal (Van Wesemael Frances, 2023).

We zien in de praktijk weinig interesse in het hergebruiken van cellenbeton. Naast de hierboven aangehaalde redenen hiervoor, speelt ook de perceptie dat cellenbeton al circulair zou zijn door het gesloten productieproces vermoedelijk een rol. De onhaalbaarheid en desinteresse resulteren in de afwezigheid van kennis en cijfergegevens over de recuperatie van dit materiaal. Een kostenanalyse wordt bijgevolg achterwege gelaten.

Gebruik in IbSN woning



Afhankelijk van de bovenliggende constructie werd een enkele, dubbele of driedubbele laag cellenbetonblokken geplaatst.

Figuur 18: Positie van de cellenbetonblokken in de IbSN woning

Cellenbeton wordt enkel gebruikt in de kimlaag van de woning. Er wordt gebruik gemaakt van gehydrofobeerde Ytong blokken van de categorie C4. Deze categorie verwijst naar de druksterkte van de blokken die 4N/mm^2 is. Door de hydrofobering wordt een te snelle vochtname tijdens de ruwbouw fase vermeden (Xella, 2019). De Ytong-blokken zijn met een cementmortel met een additief Ytong-Add bevestigd aan de funderingsplaat. Dit additief zorgt voor een verbeterde hechting tussen het cellenbeton en de mortel. Vermits cellenbeton in deze case enkel gebruikt wordt voor het maken van de kimlaag, is er een beperkte oplage en lijkt de kans op een rendabel hergebruik nihil. Ontmantelingstesten zullen moeten uitwijzen of er al dan niet blokken zijn die de ontmanteling doorstaan. Door de onzekerheden van de technische prestaties, zal het hergebruik in een structurele of isolerende functie worden uitgesloten. Intacte stenen kunnen eventueel gebruikt worden voor scheidingsoppervlaktes of als afwerkingsmateriaal.

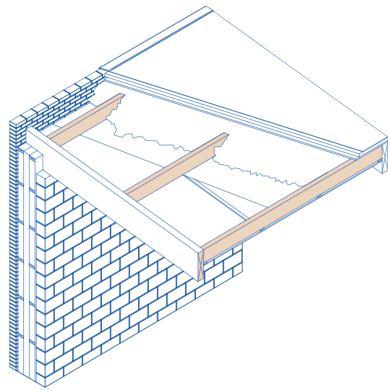


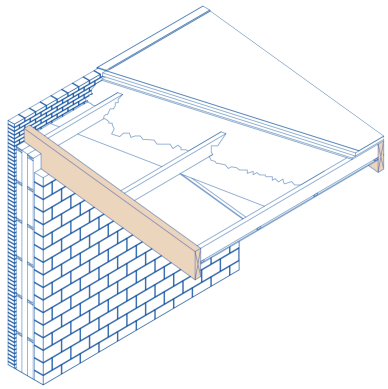
Afbeelding 5: Werffoto van de plaatsing van de kimlaag van de IbSN woning (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 6: Kimlaag wordt afgedekt met waterkerende EPDM folie (BLAF Architecten, 2015)

1.3. Hout

	<i>Plaats van voorkomen</i>	houtskeletwand, dakroosting
	<i>Afmetingen (sectie)</i>	roosting: 20 x 3,5 cm wanden: 9 x 3,5 cm
	<i>Aanwezig volume</i>	12,81 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	6 020,7 kg
	<i>Soortelijk gewicht</i>	470 kg/m ³
	<i>Bevestigingswijze</i>	spijkers, schroeven en bouten
	<i>Nieuwprijs</i>	758,83 euro/m ³
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	444,01 euro/m ³
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	0,16 m ³ /uur
	<i>Verwerkingsduur</i>	7,5 st./uur

	<i>Plaats van voorkomen</i>	dakbalken, kolommen
	<i>Afmetingen (sectie)</i>	balken: 36/50 x 7,5 cm kolommen: 35 x 7,5 cm
	<i>Aanwezig volume</i>	6,44 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	4 830 kg
	<i>Soortelijk gewicht</i>	750 kg/m ²
	<i>Bevestigingswijze</i>	bouten, opleggingen
	<i>Nieuwprijs</i>	1 209,40 euro/m ³
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	561,76 euro/m ³
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	0,16 m ³ /uur
	<i>Verwerkingsduur</i>	7,5 st./uur

Introductie en hergebruikpotentieel

Het hergebruik van hout is een vaak voorkomende praktijk voor verschillende soorten elementen: spanten, liggers, kepers, gelijmd gelamelleerd hout (Glulam), houten bekistingspanelen, schuurhout, schrijnwerk, parket, trappen... Het feit dat bomen CO₂ uit de atmosfeer onttrekken en opslaan in de vorm van koolstof, maakt hout ecologisch gezien een extra interessant product voor hergebruik. De opgeslagen biogene koolstof zal voor een lange tijd komen vast te zitten als hout gebruikt wordt als bouw materiaal. Pas wanneer het hout op het einde van zijn levensduur verwerkt wordt door bijvoorbeeld verbranding, komt deze opgeslagen koolstof vrij. Hoe vaker houten elementen kunnen worden hergebruikt, hoe langer de koolstof uit de atmosfeer onttrokken blijft (Kanselaar et al., 2022). De organische oorsprong van hout heeft ook nadelen, de levensduur van hout kan immers ongewenst sterk verkorten door de aantasting door vocht en organismen (Schoeters et al., 2005).

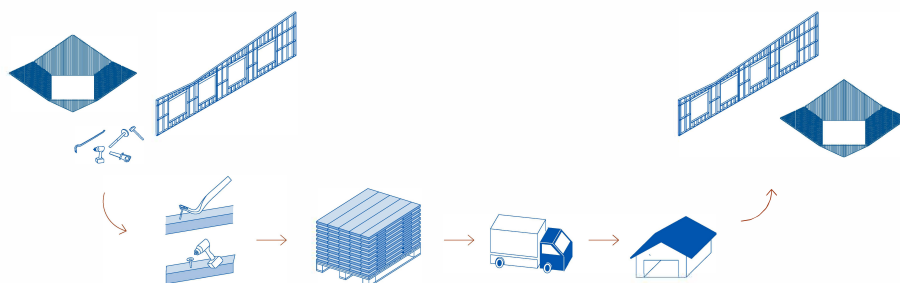


Afbeelding 7: breed gamma aan houten elementen in Materialenbank Leuven

Het demonteren van structureel hout moet zorgvuldig gebeuren zodat schade en vervormingen vermeden worden. Hierbij is een zorgvuldige coördinatie vereist om torsiespanningen te vermijden. Het gebruik van geschikte technische hulpmiddelen zoals snijgereedschap, hijsapparatuur, en hoogwerkers is van cruciaal belang om zowel de veiligheid van de arbeiders als de integriteit van de gerecupereerde elementen te waarborgen. Voor een nauwgezette demontage moeten de elementen eerst handmatig worden losgemaakt alvorens ze te verwijderen. Zware onderdelen worden opgetild met behulp van een kraan en brede riemen (FCRBE, 2021g, 2021e).

De ontgonnen materialen worden op de werf gesorteerd volgens oorspronkelijk gebruik, afmetingen, uitzicht... zodat de partijen als homogeen kunnen worden beschouwd. Het ontnagelen en verwijderen van schroeven of bouten kan ofwel ter plaatste worden uitgevoerd ofwel wordt dit uitbesteed en gebeurt dit op verplaatsing. Voor deze uitbesteding worden vaak maatwerkbedrijven ingeschakeld. Zij bieden werk en ondersteuning aan op maat voor mensen met arbeid gerelateerde uitdagingen (Vlaamse overheid, 2024). Vervolgens kunnen er verschillende oppervlaktebewerkingen worden uitgevoerd: reinigen, opschuren, zandstralen, schaven, kantrechten, verzagen, profielbewerking, impregneren.... Na de ontmanteling, verwerking en het eventueel bijkomend drogen, wordt het hout opgeslagen in een omgeving waar het gevrijwaard wordt van schommelingen in de luchtvochtigheid, bezonning en temperatuur (FCRBE, 2021g, 2021e).

Constructiehout wordt zorgvuldig ontmanteld met behulp van verschillende werktuigen: koevoet, hamer, beitel, zaag, boormachine... Vervolgens worden ze metaalvrij gemaakt en gestapeld. De stapeling gebeurt zo dat er nog lucht tussen het hout kan om deze voldoende te laten drogen. Tot slot kunnen ze getransporteerd worden naar hun tussenstockage of nieuwe toepassing waar de droging eventueel kan verdergaan.



Figuur 19: Schema ontmanteling constructiehout

Ook bij hout is het garanderen van technische prestaties een pijnpunt binnen het hergebruik. De prestaties van een partij constructiematerialen moeten op een economisch haalbare en voldoende veilige manier kunnen worden gegarandeerd. In landen als Finland die een rijke houtbouwgeschiedenis hebben, bestaat reeds een consistente praktijk van de omgang met

de technische prestaties. Daar gaan ze doorgaans, indien ze over de originele technische fiche van het constructiehout beschikken, de sterkteklasse van het materiaal met twee klassen verlagen voor constructiehout dat sterk belast is geweest, buiten werd toegepast of indien de belastingsgeschiedenis niet gekend is. In andere gevallen wordt de sterkteklasse met één klasse verlaagd (Hradil e.a. 2014).

Praktijk

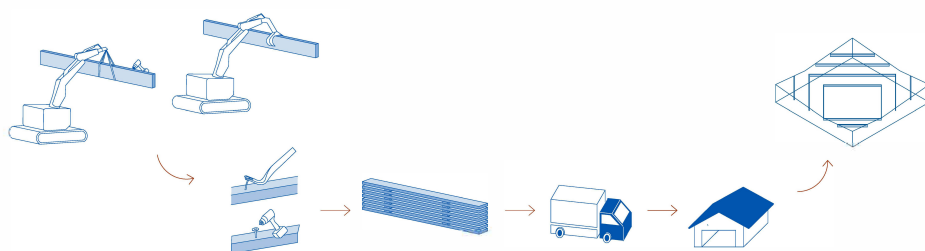
Voor inlichtingen over de praktijk van hergebruik van hout contacteerden we onder andere HuisMus, materialenbank Leuven en Houthandel Ruiterkamp. De materialen die zij ontginnen worden zoveel mogelijk toegepast in eenzelfde of vergelijkbare functie. Zij staan zelf in voor de ontmanteling van hun producten waardoor een eerste visuele controle, problemen als scheuren, barsten, ongedierte... kan elimineren. Bovendien zorgt de eigen ontmanteling ervoor dat de handelaars kennis hebben van de oorsprong van het houten element. Zo kan de belastingsweerstand of de vroegere blootstelling aan externe invloeden beter worden ingeschat en meegenomen in de toekomstige toepassing (HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024 ; Houthandel Ruiterkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024).

In België is er, anders dan in Finland, geen vaste methode opgelegd om de structurele capaciteit van hout vast te leggen (HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024). Normatieve struikelblokken beperken structureel hergebruik van hout. In theorie kunnen de sterkte en andere prestaties bepaald worden op basis van (belastings)proeven van de ontmantelde partijen, maar in realiteit wordt vaker beroep gedaan op vakkennis en ervaring om hiervan een inschatting te maken (Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie 15 februari 2024). Door bijvoorbeeld de hart-op-hart-afstand van de balken te verkleinen, wordt een extra veiligheid ingebouwd om de onzekerheid over de sterkteklasse te compenseren. Toch zou het handig zijn ook recuperatiemateriaal te kunnen verkopen met een duidelijke sterkteklasse. Bij Materialenbank Leuven zijn er in de nabije toekomst plannen om hun eigen structureel hout te certificeren om zo de volle capaciteit van de elementen te kunnen benutten. Hiervoor kan een opleiding worden gevolgd, maar binnen dit traject ervaren ze heel wat weerstand omdat zij op deze manier in het vaarwater van de reguliere houthandel terecht komen en meer rechtstreekse concurrentie kunnen bieden dan nu het geval is. Bovendien zijn er heel wat verschillende aspecten die gecertificeerd moeten worden en waarvoor aparte opleidingen nodig zijn, sterkte is hier slechts één van (Materialenbank Leuven, persoonlijke communicatie, 8 maart 2024).

De houtstructuur met de kraan lostrekken is veel sneller dan het manueel demonteren van de afzonderlijke delen. Door gebrek aan tijd of last minute vragen, zijn de theoretisch voorgeschreven ontmantelingen vaak onhaalbaar, waardoor alternatieven zoals het ontmantelen met de kraan onoverkomelijk zijn. Deze manier van ontmantelen duurt hooguit enkele minuten langer dan het slopen, maar levert vaak ongewenste schade op. Deze extra beschadigingen worden echter vaak weggesneden bij het op maat verzagen van de balken. Zolang er dankzij goede coördinatie geen torsiespanningen worden opgelopen, lijkt er volgens Renko Zwerver, bedrijfsleider van Houthandel Ruiterkamp, geen probleem te zijn. Een goede afweging tussen deze bijkomende materiaalverliezen en de tijdswinst is essentieel (houthandel Ruiterkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024). Bij een gemiddelde ontmanteling kan gerekend worden op een materiaalverlies van 20-30% (Van Wesemael Frances, 2023).



Afbeelding 8: Ontmanteling van een vloerplaat met houten balken als draagstructuur met behulp van een grijpkraan (Houthandel Ruiterkamp, 2024)



Figuur 20: Schema ontmanteling dakbalken

Zowel HuisMus als Houthandel Ruiterkamp voorzien qua verwerking standaard enkel het ontnagelen, het metaal vrij maken en het op maat verzagen van de elementen. Dit is steeds een arbeidsintensief proces, maar gaat afhankelijk van de bevestigingswijze iets sneller of trager. Vijzen kunnen mechanisch verwijderd worden, maar het ontnagelen gebeurt vaak volledig handmatig met behulp van een koevoet, nijptang en hamer. Het handmatig verwijderen van nagels neemt gemiddeld 5-10 minuten in beslag voor een dakbalk¹. De nailkicker kan dit proces verkorten. Het is een pneumatisch gereedschap dat nagels uit materialen kan trekken zonder ze te beschadigen (Devlieger & Gielen, 2014). Extra behandelingen worden meestal enkel op vraag van de klant aangeboden mits de nodige vergoeding (Houthandel Ruiterkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024; HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).

¹ Duurtijden voor het metaalvrij maken van hout zijn sterk afhankelijk van het type bevestigingen en het aantal



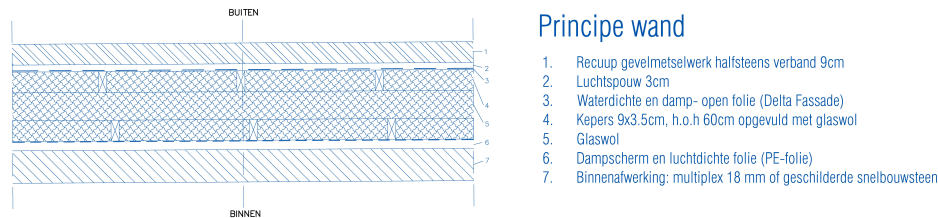
Afbeelding 9: Ontnagelen met behulp van de nail kicker (The ReStore, 2024)



Afbeelding 10: Ontnagelen met behulp van een koevoet (Hubo, 2024)

Gebruik in IbSN woning

Hout kent binnen de woning verschillende toepassingen, op uitzondering van de dragende kernen uit snelbouwsteen, is de volledige structuur van de woning opgebouwd uit hout.



Figuur 21: Principe wand

De wanden bestaan uit een dubbele laag keperwanden van 9 cm met een tussenafstand van 12 cm die later wordt opgevuld met isolatiemateriaal (Figuur 21). De binnen- en buitenafwerking zijn in functie van de positie in de woning ofwel uit steen ofwel uit hout vervaardigd. Voor de wandopbouw werd massief constructiehout gebruikt waarnaar verwezen wordt met CLS. Deze afkorting staat voor Canadian Lumber Sizes/Standards en wijst op het gebruik van standaardafmetingen die volgens de Canadese standaarden werden vastgelegd. De houtsoort zelf is meestal vuren, grenen, dennen of lariks dat wereldwijd kan worden ontgonnen (Eurabo, 2024). De verbindingen in de woning worden gemaakt aan de hand van nagels, schroeven en bouten, afhankelijk van de toepassing. Zo is een keperwand opgebouwd uit kaders (254,5 x 134 x 9 cm) die op de grond werden samengesteld met behulp van nagels. Deze rasten worden met boutverbindingen aan het onderstel bevestigd dat op zijn beurt rechtstreeks verbonden is met de kimblokken met behulp van boutverbindingen. Deze structuur is vrij eenvoudig en zonder al te veel schade te recupereren: boutverbindingen worden simpelweg losgedraaid en nagels kunnen uit de constructie worden getrokken, al duurt dit wat langer.



Afbeelding 11: Kaders houtskelet bevestigd met nagels en vervolgens aan de kimblokken (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 12: Opbouw houtskeletwanden IbSN woning (BLAF Architecten, 2015)

Een mogelijke piste om dit proces te versnellen is het ontmantelen in kaders. De op de werf geprefabriceerde rasten zouden integraal ontmanteld en vervoerd kunnen worden, zonder alle verbindingen los te maken. Zo kan het materiaalverlies beperkt worden en kunnen de kaders als modulaire elementen opnieuw worden toegepast, wat de ontmantelings-, ontnagelings- en plaatsingstijd verkort. Aangezien het hier niet gaat om prefab wandelementen en de kaders dus niet stijf zijn op zich, betekent dit dat er extra versteviging zal moeten worden aangebracht. Voor de binnenste keperwand kan hiervoor de op sommige plaatsen reeds aanwezige multiplex beplating gebruikt worden. Deze beplating zal na het

plaatsten alsnog verwijderd moeten worden zodat er een nieuw continu dampscherm kan worden aangebracht. Voor de andere kaders zal beplating moeten worden toegevoegd, die achteraf opnieuw verwijderd en hergebruikt kan worden voor de overige kaders. Het aanbrengen en opnieuw verwijderen van deze beplating kost tijd. De impact hiervan zal moeten worden onderzocht aan de hand van testen. De tijd die wordt geïnvesteerd in het aanbrengen en verwijderen van de beplating moet worden afgewogen ten opzichte van de tijdsbesparing door het ontmantelen en heropbouwen in kaders. Indien voor deze optie geopteerd wordt, kan er ook winst geboekt worden op andere materialen. Zo kan er bijvoorbeeld nagedacht worden om de kaders als een modulair element in te zetten waar de isolatie ook deel van uitmaakt door beplating langs beide zijden te voorzien. Of dit mogelijk is en wat dit concreet betekent, wordt uitgewerkt in het onderdeel 'Glaswol'.

Ook de dakstructuur wordt gevormd door een houtstructuur, opgebouwd uit primaire gelijmd gelamelleerde balken aangevuld met een dakroostering, bestaande uit hetzelfde massieve constructiehout als voor de keperwanden werd toegepast. De balkjes voor de roostering hebben een afmeting van 21 x 3,5 cm en worden ofwel opgelegd op de keperwanden ofwel vastgenageld aan de hoofdstructuur met behulp van houten plankjes die de onderlinge afstand en de hechting aan de hoofdbalk verzekeren. De roostering valt relatief makkelijk te demonteren door deze voorzichtig los te trekken van de primaire balken.



Afbeelding 13: Houten dakroostering wordt aan de ene kant opgelegd op de keperwand en aan de andere kant bevestigd aan de primaire draagstructuur (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 14: Roostering wordt met Figuur 33de glulam balken (BLAF Architecten, 2015)

De primaire balken worden opgelegd op glulam kolommen en op de houten keperwanden. Voor de demontage van deze balken zal een (hijs)kraan nodig zijn en een kleine verplaatsbare stelling of hoogwerker zodat de ontmanteling gecoördineerd kan gebeuren. Dit is essentieel om te vermijden dat torsiespanningen in de balken optreden. De balken zullen ook voorzien moeten worden van de nodige bescherming zodat de hijsbanden geen schade toebrengen.

Ook voor het dak ligt de optie op tafel om de ontmanteling van de roostering in grotere gehelen uit te voeren. Delen tussen de hoofdbalken worden in dat geval samengehouden om zo te besparen op arbeid. Dit brengt echter de nodige complexiteit met zich mee. Het dakpakket in zijn volledige hoogte ontmantelen is onmogelijk gezien het dampscherm en de waterkering die in de opbouw zitten en een continu geheel moeten vormen. Daarnaast blijven de constructieve balken best volledig, dus zal die structuur zichtbaar moeten zijn vooraleer aan de ontmanteling kan begonnen worden. De dakroostering zal dus allereerst van de onder- en bovenliggende lagen moeten worden ontdaan.

Zo zal eerst moeten gekeken worden hoeveel moeite het kost om de vijzen terug te vinden in de gipsplaten en of de werknemers van Verbeke het haalbaar zien dit te doen voor een dak met een oppervlak van meer dan 100m². De vrijgemaakte roostering moet nadien met dwarsbalken verstevigd worden om op die manier de stijfheid van de kaders te verzekeren.

Bovenop de roostering ligt respectievelijk, een OSB-beplating, het Alutrix dampscherm, een PIR-isolatieplaat en een EPDM-dakbedekking. De ontmanteling van de PIR beplating en de EPDM wordt in het onderdeel 'PIR' beschreven. Gezien het dampscherm verkleefd werd op de OSB-beplating is het praktisch onmogelijk dit materiaal te recupereren zonder het te beschadigen. Aangezien het essentieel is dat dit materiaal een doorlopend geheel vormt, is het hergebruik ervan uitgesloten. Om de OSB-beplating wel te recupereren, zou er kunnen worden geopteerd om het dampscherm op maat van de beplating te snijden en deze als een geheel te beschouwen. Het plakken van een nieuw, continu dampscherm op het oude zou geen probleem mogen vormen. De OSB-beplating zelf kan op de roostering bevestigd blijven, gezien de structuur van de roosters langs onder duidelijk is. Deze beplating kan er zo voor zorgen dat de kaders langs boven dicht blijven. Het dampscherm doet onderaan hetzelfde waardoor ook de cellulose in de kaders gehouden kan worden (zie onderdeel 'cellulose'). De OSB platen op de scheidingslijnen van twee kaders zullen wel losgemaakt dienen te worden. Nu het dakpakket is ontdaan van de bovenliggende lagen, kunnen de gehele losgemaakt worden van hun steunpunten en horizontaal in de vrachtwagen geplaatst worden.



Afbeelding 15: OSB beplating wordt op de dakroostering geplaatst (BLAF Architecten, 2015)

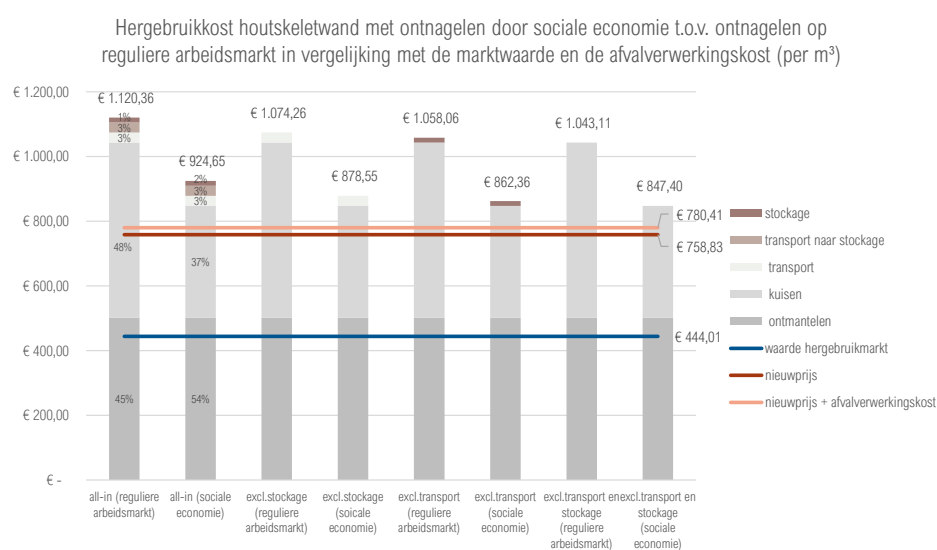
Gezien de arbeidsintensiviteit van deze operatie lijkt de meest plausibele ontmantelingsstrategie het demonteren van elk afzonderlijk onderdeel. Het efficiënt verzamelen en inventariseren van de onderdelen zal hierbij essentieel zijn voor een vlotte heropbouw. Of de andere opties haalbaar zijn, zullen testen en praktische overwegingen moeten uitwijzen.

Kosten

Het recupereren van een houtskeletwand gaat gepaard met een arbeidsintensief ontmantelings- en kuisproces. Zoals Figuur 22 toont, gaat een kleine 50% van de kost integraal naar het metaalvrij maken van het hout, de andere helft gaat bijna volledig naar het manueel ontmantelen. Met de aanname dat er per arbeider 0,16 m³ hout per uur kan worden ontmanteld en dat elk stuk hout dat aan 2 zijden vernageld is 8 min. nodig heeft om gekuist te worden, zien we dat de gemaakte kosten ver uitsteken boven de marktwaarde op de hergebruikmarkt¹. Deze ligt 41,5% lager dan de nieuwprijs van het product wat duidelijk

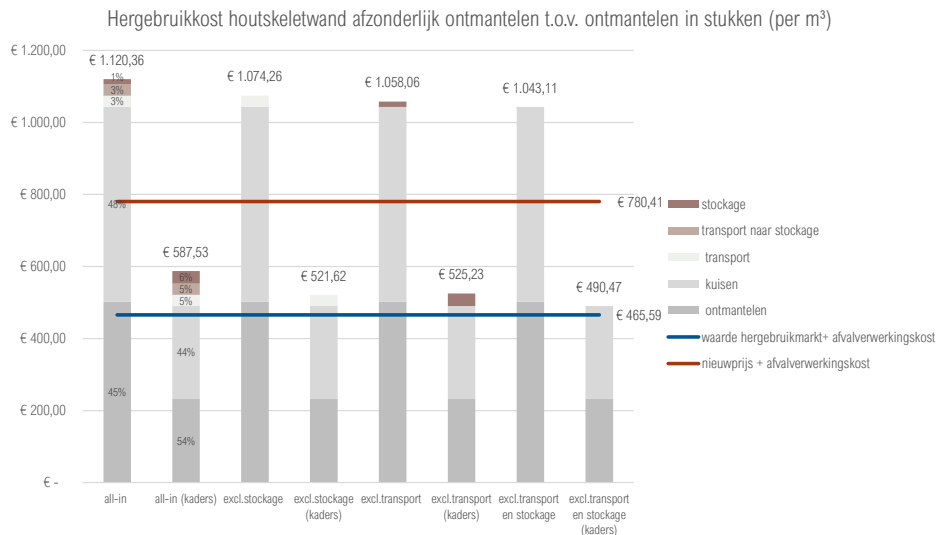
¹ Dit is een inschatting die gemaakt wordt op basis van gesprekken met aannemers. De realiteit is sterk verschillend per case, het gaat hier dus om een aanname.

maakt dat het moeilijk is om winst te maken op het recupereren van hout. Het in rekening brengen van de afvalverwerkingskost zal zowel voor klant als aannemer weinig verschil maken aangezien deze slechts €45/ton bedraagt. Dit ligt in lijn met de moeilijkheid om winst te maken op recuperatiehout die aannemers aankaarten in de interviews. Aangezien de grootste kost de verwerking, meer bepaald het ontnagelen van het hout is, wordt gekeken wat de invloed is van het uitbesteden van het ontnagelingsproces aan maatwerkbedrijven. Eerder werd vermeld dat dit een gangbare piste is bij hout. In dit geval wordt een arbeidskost van €10/uur aangenomen, maar wordt de duurtijd ook twee tot drie keer langer (Material Mastery, persoonlijke communicatie, 16 april 2024). In Figuur 22 wordt deze besparing van 17,5% vergeleken met de originele kost. We zien dat het inschakelen van maatwerkbedrijven (die 3x trager werken) voor de ontnageling de hergebruikkost niet kan laten dalen onder de marktwaarde.



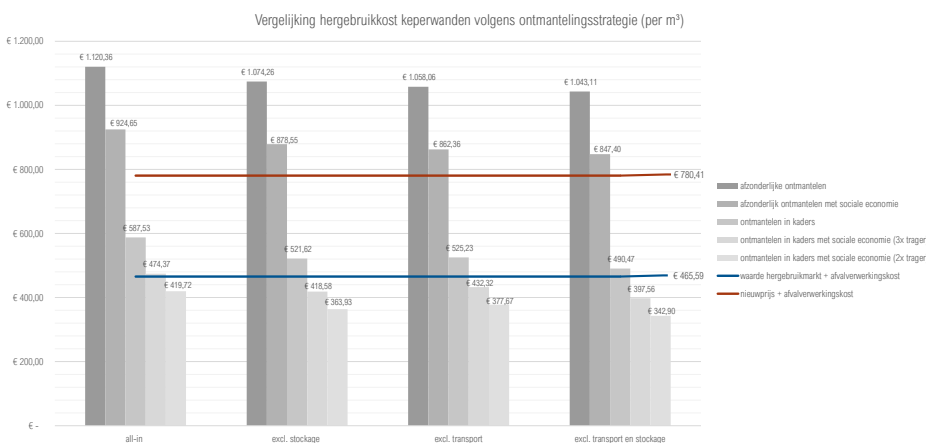
Figuur 22: Hergebruikkost houtskeletwand met ontnagelen door sociale economie t.o.v. ontnagelen op de reguliere arbeidsmarkt in vergelijking met de marktwaarde en de afvalverwerkingskost (per m³)

Het ontmantelings- en verwerkingsproces kan verder geoptimaliseerd worden door het ontmantelen van de wand in kaders. Beide opties worden in Figuur 23 vergeleken. Het ontmantelen in kaders kan een besparing van 47% opleveren waardoor het een financieel interessante zaak wordt voor de eindklant. Zowel de ontmantelings- als de verwerkingsduur wordt aanzienlijk verlaagd. Het is belangrijk om hierbij te benadrukken dat dit een plausibele piste is omdat de woning één op één heropgebouwd wordt. Op maat gemaakte kaders zijn in andere gevallen veel minder waard op de hergebruikmarkt aangezien de klant in dat geval afhankelijk is van specifieke afmetingen.



Figuur 23: Hergebruikkost houtskeletwand afzonderlijk ontmantelen t.o.v. ontmantelen in stukken (per m³)

Wanneer we nu het ontmantelen in kaders en het ontnagelen door maatwerkbedrijven samen in rekening brengen, zien we dat het recupereren van de keperwanden ook voor de aannemer voordelig kan zijn. Wanneer de maatwerkbedrijven slechts twee keer trager werken, is het zowel voor de aannemer als de klant voordelig indien ook de afvalverwerkingskost in beschouwing wordt genomen. Als de arbeiders drie keer trager werken, dan wordt het voor de aannemer pas voordelig wanneer ofwel transport ofwel stockage niet in rekening wordt gebracht (Figuur 24). De uiterste gevallen liggen 62,5% uit elkaar. Deze winsten zullen deels tenietgedaan worden door de extra handelingen die nodig zijn voor het verstevigen van deze kaders, maar tegelijk zal ook de constructietijd aanzienlijk inkorten. Deze parameters worden binnen de thesis buiten beschouwing gelaten, maar spelen in dit geval logischerwijs een belangrijke rol. Kosten en baten moeten hier zoals eerder beschreven zorgvuldig tegenover elkaar worden geplaatst vooraleer een beslissing kan gemaakt worden.

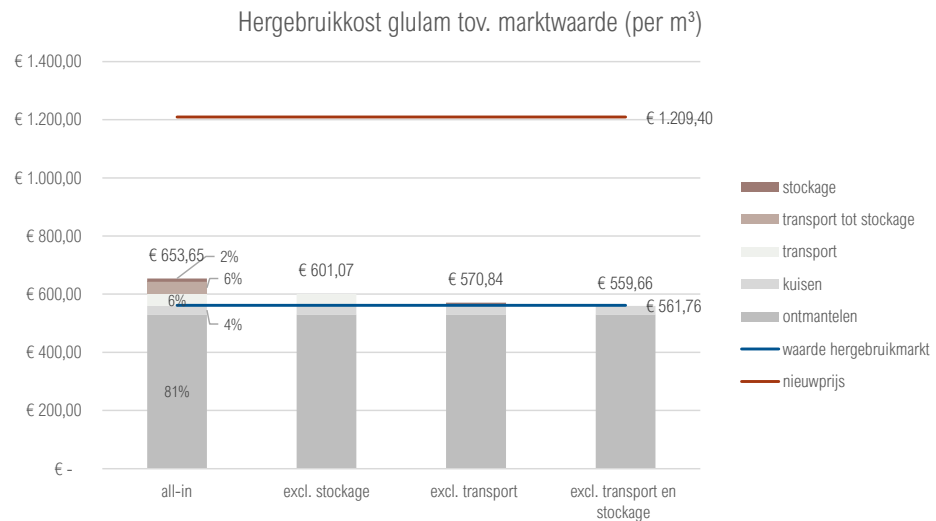


Figuur 24: Vergelijking hergebruikkost keperwanden volgens ontmantelingsstrategie (per m³)

Een gelijklopende analyse kan gemaakt worden voor het dak en wordt weergegeven in Figuur 25. De gebruikte glulam balken hebben een zeer hoge marktwaarde. Nieuw worden deze balken aangekocht voor €1.209,40/m³ (excl. BTW), dus voor een balk van 10,6 m uit deze case wordt €346,13 geteld[!]. Het vermijden van deze aankoop levert de klant een aanzienlijke besparing op. Voor de aannemer is het echter minder snel voordelig aangezien de marktwaarde als recuperatieproduct meer dan de helft (53,6%) lager ligt[!]. Ook na het in rekening brengen van de afvalverwerkingskost en ontnageling door maatwerkbedrijven, wordt

[!] Deze prijzen zijn gebaseerd op gemiddelde waarden van handelaren. Voor een exacte berekening wordt verwezen naar Bijlage C

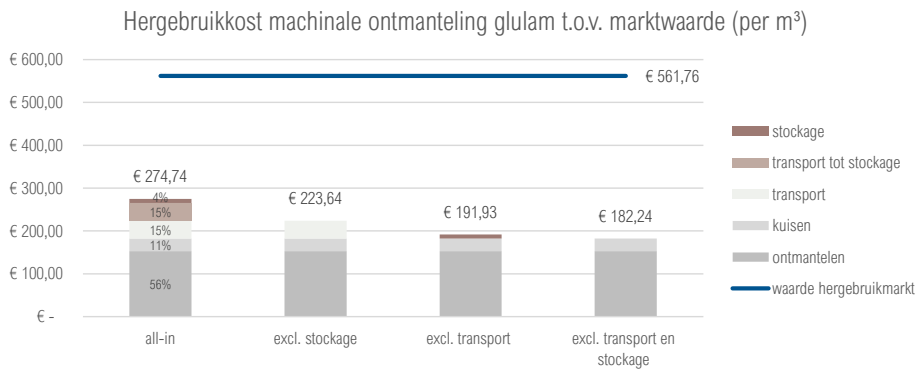
de hergebruikkost pas lager wanneer transport en/of stockage buiten beschouwing wordt gelaten. Dit komt doordat het overgrote deel van de kost te wijten is aan de demontage. In het geval van de balken zijn er veel minder bevestigingen dan bij de keperwanden waardoor ontnageling percentueel een kleinere kost vormt.



Figuur 25: Hergebruikkost glulam t.o.v. marktwaarde (per m³)

In deze case moet exact dezelfde hoeveelheid materiaal kunnen worden hergebruikt, wat betekent dat het verliespercentage aan materiaal, opnieuw zal moeten worden aangekocht als nieuw materiaal of als recuperatiemateriaal van een andere site. Uitgaande van het meest conservatieve scenario worden er nieuwe glulam balken aangekocht. Ook na aankoop van 6 nieuwe balken, is het voor de eindklant voordelig om beroep te doen op de hergebruikpraktijk (Figuur in Bijlage C). Dit betekent met andere woorden dat ook de investering die de klant moet maken door de langere ontmantelingsduur en de aankoop van enkele nieuwe balken, niet opweegt tegen de besparing die kan worden bereikt.

Om de recuperatie van balken voordelig te maken voor de aannemer, is er dus een snellere ontmantelingsstrategie nodig. Eerder werd vermeld dat ontmanteling met behulp van een grijpkraan een vaak gekozen alternatief is. Onderstaande grafiek (Figuur 26) toont dat dit inderdaad financieel een betere keuze is voor de aannemer. In deze analyse wordt een ontmantelingssnelheid van 15min/ balk verondersteld (Houthandel Ruitkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024; Aclagro, persoonlijke communicatie, 26 april 2024). Ook het extra materiaalverlies (35%) en het huren van een kraan met sorteergrijpers kunnen het financiële voordeel van de machinale ontmanteling niet omkeren. Op deze manier kan 57% van de totaalkost bespaard worden. Hoewel de keuze vanuit economisch standpunt snel gemaakt lijkt te zijn, is deze optie enkel een valabele keuze indien dit wordt uitgevoerd door bekwame vakmensen.



Figuur 26: Hergebruikkost machinale ontmanteling glulam t.o.v. marktwaarde (per m³)

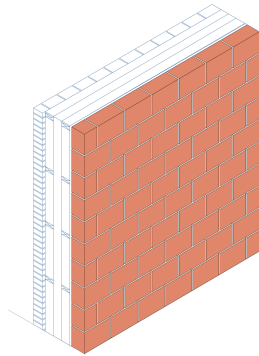
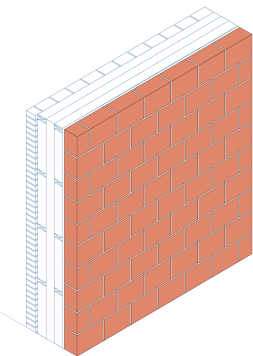
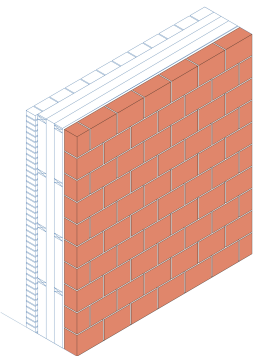
Ook de roostering dient ontmanteld te worden. Aangezien de ontmanteling in kaders praktisch te complex wordt en hier dus niet voor gekozen zal worden, wordt hier enkel de afzonderlijke ontmanteling onderzocht. Hiervoor wordt eenzelfde werkwijze en snelheid aangenomen als bij de ontmanteling van de keperwanden (0,16 m³/h) waardoor er voor de bekomen inzichten verwezen kan worden naar het eerste deel van deze kostenanalyse en Bijlage C.

Conclusie

Het recupereren van hout is een arbeidsintensief proces waardoor het vooral voor de aannemer moeilijk is om (grote) winstmarges te realiseren. Het recupereren van constructiehout in wanden of roosteringen vraagt door het grote aantal elementen meer tijd dan het ontmantelen van een primaire draagstructuur en levert bovendien op de hergebruikmarkt minder op. Indien keperwanden toch worden gerecupereerd, moet de piste van het ontmantelen in kaders goed bekeken worden. Het vergelijken van tijdswinst, de nodige extra handelingen en de consequenties van vaste afmetingen moet duidelijk maken of de voordelen opwegen tegen de nadelen. Indien dit niet het geval is, zal dergelijke ontmanteling zowel voor aannemer als klant financieel nadelig zijn.

Gelijmd gelamelleerde balken daarentegen zijn vanwege hun hoge marktwaarde en lagere verwerkingskost uiterst interessant voor hergebruik voor de klant. Ook voor de aannemer is dit een aantrekkelijk materiaal, al zal de winstmarge hier toch eerder beperkt zijn wanneer er voor de manuele ontmantelingswijze wordt gekozen. Machinaal ontmantelen reduceert de kosten, maar brengt een groter materiaalverlies met zich mee. Vanuit de visie om zoveel mogelijk materiaal van de afvalberg te redden is dit dus in eerste instantie geen optie. Echter, vaak zal vanuit financiële- en tijdsoverwegingen de keuze gemaakt moeten worden tussen machinaal ontmantelen of volledige sloop.

1.4. Snelbouwsteen

	<i>Plaats van voorkomen</i>	dragende kernen
	<i>Afmetingen</i>	288 x 188 x 138 mm
	<i>Aanwezige volume</i>	11,89 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	14862 kg - 14,86 ton
	<i>Soortelijk gewicht</i>	1250 kg/m ³
	<i>Bevestigingswijze</i>	cementmortel
	<i>Nieuw prijs</i>	0.90 euro/steen
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.
	<i>Plaats van voorkomen</i>	niet- dragende binnenwanden
	<i>Afmetingen</i>	288 x 188 x 88 mm
	<i>Aanwezige volume</i>	3,89 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	3891 kg - 3,89 ton
	<i>Soortelijk gewicht</i>	1000 kg/m ³
	<i>Bevestigingswijze</i>	cementmortel
	<i>Nieuw prijs</i>	0.90 euro /steen
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	10 stenen/uur
	<i>Verwerkingsduur</i>	167 stenen/uur

De verwerkingsduur van dit materiaal betreft het kuisen van de stenen. Bij gebrek aan gegevens over deze data, aangezien dit in de praktijk niet gebeurt werd de waarde van het kuisen van cementmortel van een gewone baksteen aangenomen om een schatting vormen van de werkelijke snelheid.

Introductie en hergebruikpotentieel

Snelbouwsteen is een keramisch product vervaardigd uit gebakken klei. De ontgonnen klei wordt eerst gemengd met additieven en vervolgens de juiste vorm gegeven. Deze steen is, zoals de naam aangeeft, geoptimaliseerd voor de snelle constructie van muren. De vorm en het gewicht zijn essentieel voor het gebruiksgemak. Snelbouwsteen is groter dan volle keramische steen, wat het bouwproces versnelt op voorwaarde dat de arbeider de steen met 1 hand kan optillen. Om het gewicht derhalve te beperken, worden perforaties in de stenen aangebracht. Deze identieke stenen worden vervaardigd met behulp van een strengpers, waarbij een langgerekt profiel wordt geëxtrudeerd uit kleimassa die vervolgens op gelijke afstanden wordt versneden. Na het droogproces worden de stenen gebakken volgens een specifieke bakcurve (afhankelijk van de kleisamenstelling). De temperatuur van de oven wordt hiertoe geleidelijk opgedreven tot 1000 à 2000 °C. Tegenwoordig blijft de oven gedurende dit proces continu branden. De stenen worden van de opwarm- naar de afkoelzone doorgeschoven zodat het proces efficiënt verloopt. Dit efficiënte en continue proces levert een constante productie van nieuwe snelbouwstenen, wat een stabiele afzetmarkt noodzakelijk maakt (Ploegsteert, persoonlijke communicatie, 22 februari 2024; Belgische baksteenfederatie 2024a).



Afbeelding 16: Stockage klei Ploegsteert



Afbeelding 17: Bezoek steenbakkerijen Ploegsteert

De energie nodig voor het bakken en drogen van keramische materialen wordt gehaald uit brandstofverbranding. Bij dit proces komt onvermijdelijk heel wat CO₂ vrij. Hoewel het energieverbruik de afgelopen 40 jaar met 40% verminderd is, blijft dit een belangrijk aandachtspunt voor de toepassing van keramisch materiaal waarbij hergebruik een belangrijke rol kan spelen (Belgische baksteenfederatie, 2024b). Door het sluiten van de cirkel zijn er geen nieuwe grondstoffen of brandstoffen nodig voor het productieproces (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024).

Praktijk



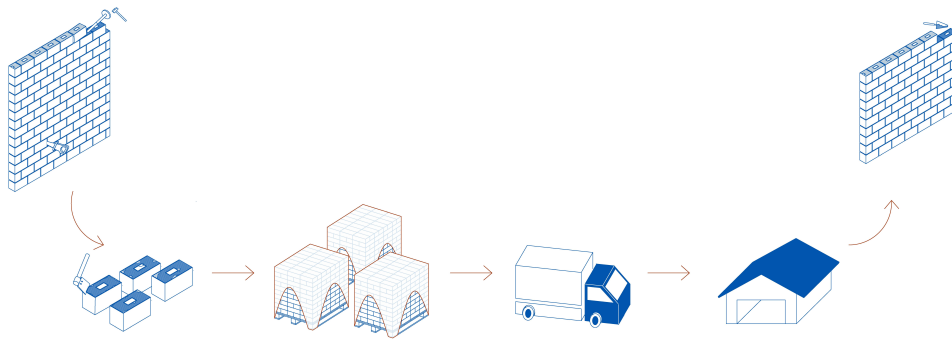
De initiële stap in de ontmanteling van snelbouwsteen is het verwijderen van de oppervlaktebekleding van de muur, met als doel de locatie van de voegen te bepalen. Tijdens de proefontmantelingen die uitgevoerd werden in de sociale woningen van de Canteclaerwijk te Deinze, werd echter vastgesteld dat het verwijderen van de oppervlaktebekleding, in dit geval pleisterwerk, een langzaam en arbeidsintensief proces was. Hiermee dient rekening te worden gehouden in geval van hergebruik.

Afbeelding 18: Ontmanteling Canteclaerwijk Deinze

Mortel die op het geperforeerde onder- of bovenvlak van een snelbouwsteen wordt aangebracht, zal deels in deze holtes dringen. Op die manier wordt een extra hechting tussen verticaal aansluitende stenen gerealiseerd. Het type mortel dat doorgaans gebruikt wordt bij snelbouwstenen is cementmortel. Cementmortel kan relatief eenvoudig verwijderd worden van een steen van voldoende sterkte en kwaliteit (Pascal de Roover, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024). De hoge sterkte van de cementmortel tegenover de brozere snelbouwstenen kan ervoor zorgen dat de stenen beschadigd raken bij het losmaken van de mortelvoegen.

Een eerste mogelijke ontmantelingswijze die overwogen kan worden voor snelbouwsteen, is het losmaken van de cementvoegen d.m.v. een hamer en een beitel. Deze techniek wordt ook toegepast bij volle keramische steen. Op deze manier is het risico op beschadiging van de stenen echter zeer groot en dient met een verliespercentage van meer dan 50% rekening te worden gehouden (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024).

Een andere optie voor de ontmanteling van snelbouwsteen is het doorslijpen van de cementmortelvoegen. Deze aanpak is echter zeer arbeidsintensief aangezien uit praktische redenen niet in 1 keer door de muur kan geslepen worden, maar langs weerszijden zaagsneden zult moeten aanbrengen. Bijgevolg zullen de kosten sterk oplopen (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024). De mortel die nog op de stenen achterblijft, is tevens zeer moeilijk te verwijderen, met als gevolg dat de hechting van de gerecupereerde stenen in hun tweede toepassing lager is. Aangezien het materiaal echter op druk belast wordt, zou dit in de praktijk voor weinig problemen mogen zorgen (Ploegsteert, persoonlijke communicatie, 22 februari 2024).



Een schema dat weergeeft hoe bakstenen theoretisch zouden ontmanteld worden. Eerst worden de stenen losgemaakt met een zaag of hamer en beitel, vervolgens worden de ontmantelde stenen gekuist, waarna ze op paletten worden gestapeld en omwikkeld met PE-folie voor transport en opslag. In praktijk wordt dit materiaal echter nooit ontmanteld.

Figuur 27: schema hergebruik snelbouwsteen

Naast deze praktische obstakels bij ontmanteling van snelbouwsteen zijn er nog andere factoren die het hergebruik vandaag belemmeren:

Ten eerste is de aankoop prijs van nieuwe snelbouwsteen bijzonder laag. Afhankelijk van de afmetingen, kan een baksteen minder dan een € 0,50 kosten, een prijs waarmee de hergebruikmarkt moeilijk kan concurreren.

Een tweede reden zijn de strenge normen voor structurele elementen, waaraan dit recuperatiemateriaal momenteel niet kan voldoen (FCRBE, 2021k). Mortel in de perforaties is, zoals reeds aangehaald, moeilijk tot onmogelijk te vermijden. Ondanks dat dit weinig invloed heeft op de hechting, is er nog geen onderzoek uitgevoerd naar de invloed hiervan op de druksterkte, de structurele integriteit, de buig- en schuifsterkte... (Ploegsteert, persoonlijke communicatie, 22 februari 2024). Om hergebruik mogelijk te maken worden momenteel slechts lichte sporen van oppervlaktemortel getolereerd (FCRBE, 2021k).

Gevelmetselwerk wordt wel couranter hergebruikt, over het reinigingsproces en de ontmantelingsstappen van dat materiaal wordt ingegaan in het gelijknamige onderdeel.

Gebruik in IbSN woning

De snelbouwstenen worden enerzijds gebruikt voor het realiseren van de dragende kernen van de woning, anderzijds worden ze ingezet voor de uitvoering van scheidende binnenwanden. Hiervoor worden stenen gebruikt met afmetingen van respectievelijk 288x188x138 mm en 288x188x88 mm. De verbindingen werden gemaakt met cementmortel en vormen een voeg van 12mm die in combinatie met de stenen ronde afmetingen vormen. De afwerking van deze wanden die in de woning het meest courant wordt toegepast is een eenvoudig laagje verf. Dit betekent dat de eerste stap van het ontmantelingsproces, het verwijderen van oppervlaktebekleding, kan worden overgeslagen. Dit zal de ontmanteling vereenvoudigen.



Afbeelding 19: Interieurbeeld IbSN woning: de verf als afwerkingslaag staat toe de voegen van het metselwerk te onderscheiden (BLAF Architecten, 2015)

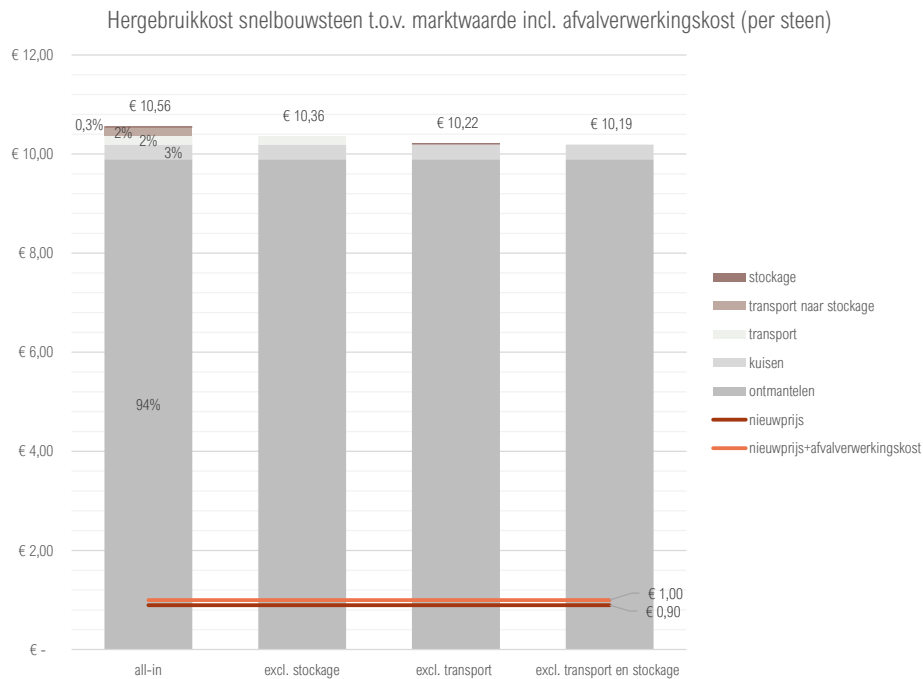
Oorspronkelijk werd overwogen de voegen door te slijpen. Echter bleek, na overleg met verscheidene aannemers, dit een duurdere optie in vergelijking met het ontmantelen op een gelijkaardige manier als het gevelmetselwerk. Daarom lijkt de beste optie om de binnenwanden in de IbSN woning met hamer en beitel te ontmantelen. Resultaten van de kostenanalyse zullen uitwijzen of de ontmanteling van snelbouwsteen op deze manier enigszins economisch rendabel kan zijn. Mocht dat niet het geval zijn, dan beschikt Geert Verbeke over een voldoende groot lot recuperatiestenen, die eventueel gebruikt kunnen worden ter vervanging van de snelbouwstenen.

Kosten

Gezien snelbouwstenen met cementmortel worden bevestigd en de stenen zelf relatief bros zijn, werd de snelheid van een ontmanteling ingeschat op 10 stenen/uur.¹ Hierbij dient rekening te worden gehouden met een verlies van de helft van de stenen (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024). De ontmantelingskost stelt 94% van de hergebruikkost voor en is bij uitstek de grootste kost in deze operatie. Voor de kost van het kuisen konden geen gegevens verzameld worden, bijgevolg wordt verondersteld dat dit even snel verloopt als het verwijderen van cementmortel van een volle keramische steen.¹

¹ Gezien snelbouwstenen in de praktijk niet ontmanteld worden, is dit een inschatting. Deze werd echter gebaseerd op de ontmantelingssnelheid van gevelmetselwerk dat bevestigd is met cementmortel.

¹ De aangenomen verwerkingsduur zal een onderschatting vormen van de werkelijkheid. Echter, aangezien de ontmantelingskost veel groter is dan de kost van het kuisen, heeft deze onderschatting weinig invloed op de uiteindelijke resultaten en besloten we deze veronderstelling te maken.

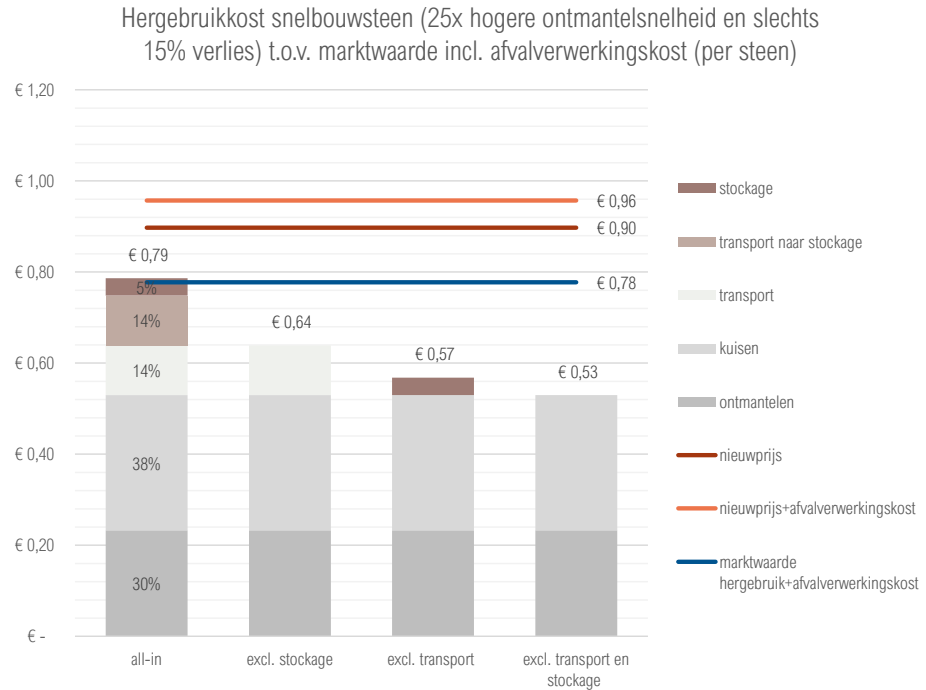


Figuur 28: Hergebruikkost snelbouwsteen t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per steen)

Zoals uit Figuur 28 blijkt, is door de arbeidsintensiviteit en de lage nieuwprijs van het product, de hergebruikkost vele malen groter dan de winst die gemaakt kan worden. Ook wanneer de afvalverwerkingskosten (€6/ton) van het materiaal gefinancierd worden, blijkt dit onvoldoende te zijn om hergebruik economisch rendabel te maken.

Uit de analyse van de kostenverdeling die te zien is in Figuur 28, blijkt dat om recuperatie van snelbouwstenen economisch interessant te maken, ontmantelingskosten aanzienlijk moeten verminderen. Dit kan worden bereikt door het reduceren van het verliespercentage en het verhogen van de ontmantelingssnelheid. In onderstaande grafiek (Figuur 29) wordt duidelijk dat, indien hypothetische toekomstige ontwikkelingen kunnen leiden tot een 25-voudige toename van de ontmantelingssnelheid en het verliespercentage kan worden teruggebracht tot 15%, de hergebruikkost kleiner zal zijn dan de nieuwprijs van het materiaal. Dit biedt voordeel aan de klant, die door hergebruik bespaart op de aankoop van nieuwe materialen. Indien de afvalverwerkingskosten worden gefinancierd, dient de aannemer het gerecupereerde materiaal te verkopen tegen 80% van de nieuwprijs¹ om de gemaakte kosten te dekken. Het bereiken van dermate hoge snelheden en kleine verliespercentages is momenteel echter onrealistisch.

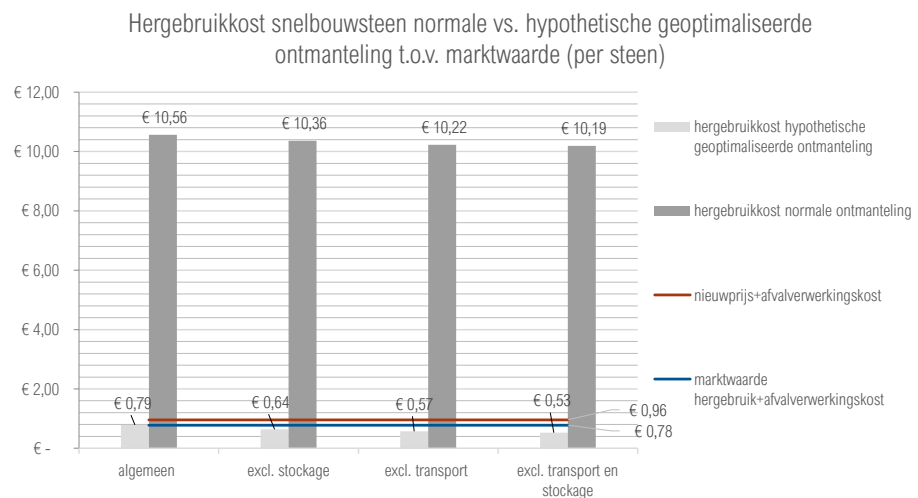
¹ De waarde van materialen die niet worden teruggevonden op de markt voor hergebruik, wordt geschat op 80% van hun nieuwprijs. Deze inschatting kan echter variëren in nauwkeurigheid, afhankelijk van het specifieke materiaal. In het geval van snelbouwstenen zou deze benadering mogelijk een overschatting kunnen zijn van hun werkelijke waarde.



Figuur 29: Hergebruikkost snelbouwsteen (25x hogere ontmantelingssnelheid en slechts 15% verlies) t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per steen)

Conclusie

Momenteel is het hergebruik van snelbouwsteen economisch niet interessant. Dit omwille van de hele hoge ontmantelingskosten (€9,89/steen) en de lage prijs van het nieuwe product. Echter, bij hypothetische optimalisatiescenario's waarin de demontagesnelheid met een factor 25 zou kunnen toenemen en het verliespercentage tot 15% zou kunnen worden teruggebracht, merken we dat de operatie interessant wordt vanuit het perspectief van de klant. Wanneer bovendien de kosten voor afvalverwerking gefinancierd worden, zou een aannemer net uit te kosten komen wanneer hij afhankelijk is van extern transport en externe stockage. Indien een van deze twee kosten niet gemaakt worden, kan de winst substantieel toenemen. Momenteel blijft het echter onrealistisch om deze versnelde demontagesnelheid en het geringe verliespercentage te realiseren, waardoor het hergebruik van snelbouwsteen niet rendabel is.



Figuur 30: Hergebruikkost snelbouwsteen normale vs. hypothetisch geoptimaliseerde ontmanteling t.o.v. marktwaarde (per steen)

2. Isolatiematerialen

Indien we rekening houden met de materiaalstromen die in de toekomst rijkelijk zullen vrijkomen, is het belangrijk aandacht te vestigen op isolatiemateriaal. Door een toename van de energieprestatievereisten van gebouwen zal de hoeveelheid isolatiematerialen in woningen alleen maar stijgen (Debacker et al., 2021).

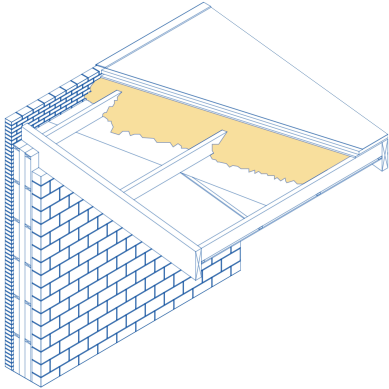
Belangrijk bij de toepassing van isolatiemateriaal is om te voldoen aan de wettelijk vastgelegde maxima van thermische transmissiecoëfficiënt. In geval van recyclage zal de producent instaan voor de prestaties van het materiaal. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de recyclageprocessen vandaag voornamelijk afgestemd zijn op snijresten, een propere afvalstroom. Isolatiemateriaal uit sloopafval is momenteel niet geschikt voor recyclage, deze processen vragen bovendien grote hoeveelheden energie. Hergebruik zal dus ecologisch gezien altijd een beter alternatief zijn (Poncelet, Engelborghs, and Ghyoot 2023b; 2023a; Acar, 2023; Debacker et al. 2021).

Het documenteren van de geschiedenis van isolatiemateriaal bevat belangrijke info om de thermische prestaties correct in te schatten. Deze prestaties zouden na ontmanteling nauwkeurig kunnen worden bepaald aan de hand van laboproeven. Deze zijn echter zeer prijzig en zullen enkel worden gedaan voor voldoende grote en homogene partijen isolatie. Anderzijds kan, indien men over originele technische documenten van het materiaal beschikt waarin de thermische geleidbaarheid en eventueel ook de maatvastheid zijn opgenomen, de oorspronkelijke waarde van de thermische geleidbaarheid opnieuw worden onderbouwd, op voorwaarde dat de staat van het product en de toepassing ervan zorgvuldig worden gecontroleerd. Ook het type isolatiemateriaal speelt hierin een belangrijke rol, zo wordt tijdens het vervaardigen van sommige types isolatie een blaasmiddel gebruikt dat zich tijdens de levensduur kan verspreiden. Dit effect kan verhinderd worden door de structuur van de panelen en de eventuele aanwezigheid van een coating. Gecoate platen zullen zich bijgevolg beter tot hergebruik lenen aangezien de originele technische prestaties van het materiaal beter behouden worden. In de initiële verklaringen van de technische prestaties wordt echter al rekening gehouden met effecten van veroudering. Bij hergebruik zou eventueel een extra correctiefactor kunnen toegepast worden op de aangegeven waarden. Tot slot wordt in de praktijk vaak, indien geen technische documentatie voor handen is, de prestaties van het materiaal bepaald aan de hand van de specifieke toepassing waarin het materiaal wordt voorzien. Er kan aangenomen worden dat het materiaal voldeed aan de toen geldende eisen binnen deze toepassing en dat het materiaal dus minstens deze eisen behaalt. Verder kan de gerecupereerde isolatie ook preventief in grotere diktes worden aangebracht (Poncelet et al., 2023a, 2023b; HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).

2.1. Cellenbeton

Zoals reeds vermeld in het onderdeel 'Constructiematerialen', heeft cellenbeton zowel een dragende als isolerende functie. Aangezien dit materiaal voordien al uitvoerig werd besproken, wordt het hier enkel ter volledigheid aangehaald.

2.2. Cellulose

	<table><tr><td><i>Plaats van voorkomen</i></td><td>dak</td></tr><tr><td><i>Afmetingen</i></td><td>21 cm (hoogte)</td></tr><tr><td><i>Aanwezige volume</i></td><td>32,5 m³</td></tr><tr><td><i>Aanwezige massa</i></td><td>1625 kg - 1,625 ton</td></tr><tr><td><i>Soortelijk gewicht</i></td><td>50 kg/m³</td></tr><tr><td><i>λ-waarde</i></td><td>0,036 - 0,040 W/mK</td></tr><tr><td><i>Bevestigingswijze</i></td><td>ingebleden in de holtes tussen de roostering van het dak</td></tr><tr><td><i>Nieuw prijs</i></td><td>0,92 euro/kg</td></tr><tr><td><i>Waarde hergebruikmarkt</i></td><td>nvt.</td></tr><tr><td><i>Levensduur in TOTEM</i></td><td>60 jaar</td></tr><tr><td><i>Ontmantelingsduur</i></td><td>2,67 m³/uur</td></tr><tr><td><i>Verwerkingsduur</i></td><td>nvt.</td></tr></table>	<i>Plaats van voorkomen</i>	dak	<i>Afmetingen</i>	21 cm (hoogte)	<i>Aanwezige volume</i>	32,5 m ³	<i>Aanwezige massa</i>	1625 kg - 1,625 ton	<i>Soortelijk gewicht</i>	50 kg/m ³	<i>λ-waarde</i>	0,036 - 0,040 W/mK	<i>Bevestigingswijze</i>	ingebleden in de holtes tussen de roostering van het dak	<i>Nieuw prijs</i>	0,92 euro/kg	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar	<i>Ontmantelingsduur</i>	2,67 m ³ /uur	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.
<i>Plaats van voorkomen</i>	dak																								
<i>Afmetingen</i>	21 cm (hoogte)																								
<i>Aanwezige volume</i>	32,5 m ³																								
<i>Aanwezige massa</i>	1625 kg - 1,625 ton																								
<i>Soortelijk gewicht</i>	50 kg/m ³																								
<i>λ-waarde</i>	0,036 - 0,040 W/mK																								
<i>Bevestigingswijze</i>	ingebleden in de holtes tussen de roostering van het dak																								
<i>Nieuw prijs</i>	0,92 euro/kg																								
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.																								
<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar																								
<i>Ontmantelingsduur</i>	2,67 m ³ /uur																								
<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.																								

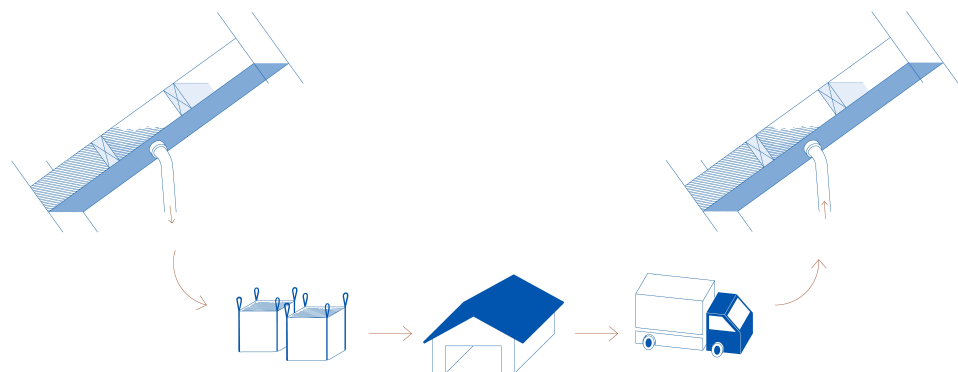
Introductie en hergebruikpotentieel

Cellulose is een natuurlijk en duurzaam isolatiemateriaal dat sinds omstreeks 1990 in ons land wordt toegepast. Het materiaal wordt vervaardigd uit gerecycleerd krantenpapier en is zowel akoestisch als thermisch performant in vergelijking met andere courant gebruikte isolatiematerialen. Daarnaast is cellulose ook vochtregulerend, wat resulteert in een stabiel vochtgehalte in de binnenomgeving. Door deze vochtregulerende eigenschap is het materiaal echter intrinsiek gevoelig voor schimmeligroei. Om schimmeligroei, houtworm of andere insecten te vermijden worden additieven toegevoegd zoals boorzuren en -zouten, die er ook voor zorgen dat de brandweerstand van het materiaal verhoogd wordt (Lopez Hurtado et al., 2016).

Het isolatiemateriaal komt voor in vlokken en plaatmateriaal. Plaatmateriaal wordt vervaardigd door vlokken samen te binden door gebruik te maken van polyester of een ander bindmiddel. Cellulosevlokken worden gecompacteerd, verpakt in zakken en naar de site gebracht. Door deze vervolgens uit de zakken te halen en in de structuur te blazen, zullen de vlokken decompacteren. Op deze manier wordt een naadloze isolatielaag gerealiseerd (Lopez Hurtado e.a. 2016; ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

Theoretisch kan cellulose meermaals hergebruikt worden. Indien men cellulose vlokken toepast, zijn er twee mogelijkheden om deze te recupereren. Ofwel haalt men ze handmatig uit de structuur, door de structuur die de vlokken op hun plaats houdt weg te nemen. Verder kan men de vlokken ook opzuigen aan de hand van een industriële stofzuiger of door gebruik te maken van de machine waarmee cellulosevlokken worden ingeblazen door enkele buizen anders te koppelen (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

Het schema illustreert het proces van cellulose recuperatie door middel van een industriële stofzuiger of een inblaasmachine. Na het wegzuigen van de cellulose door de inblaasmachine, wordt het materiaal verzameld in een ingebouwde opslagtank waarin een big bag is geplaatst. Deze big bags worden vervolgens ook gebruikt om het materiaal te transporteren en te stockeren. (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).



Figuur 31: Schema hergebruik van cellulose

Een eerste aandachtspunt bij het hergebruik van cellulose is dat het gerecupereerde materiaal voldoende zuiver dient te blijven om dienst te kunnen doen in dezelfde toepassing. De zuiverheid van cellulose is eenvoudiger te garanderen bij de recuperatie met behulp van een industriële stofzuiger, aangezien zware fragmenten niet worden opgezogen. Deze fragmenten zouden bovendien voor beschadiging van de inblaasmachine kunnen zorgen. Een ander belangrijk aandachtspunt is de vochtigheid van het materiaal. Indien de isolatie te vochtig is, bijvoorbeeld ten gevolge van waterinfiltratie, zal de isolatiecapaciteit sterk reduceren. Indien de cellulose na uitdrogen klontert, kan het beter niet meer als thermische isolatie worden gebruikt. Eventueel kan het materiaal nog dienst doen als akoestische isolatie (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

Bij cellulose is de warmtegeleiding sterk afhankelijk van de papiersoort die bij de productie gebruikt is. Specifiek bij de toepassing van vlokken is de mate waarin het materiaal decompacteert bij de plaatsing ervan, van groot belang. Bij hergebruik van deze vlokken zal het materiaal opnieuw worden ingeblazen waardoor de vezels beter uitrafelen en de densiteit van het materiaal met 10% afneemt. Dit wordt verondersteld de isolatiecapaciteit ten goede te komen, deze veronderstelling kan momenteel echter nog niet gestaafd worden door concrete onderzoeksresultaten. Ook de invloed van de ouderdom op de isolatiewaarde is nog onbekend. Cellulosevlokken zullen doorheen de tijd zetten ten gevolge van de zwaartekracht en andere invloeden van zijn omgeving zoals de vochtigheid. Er dient onderzoek te worden gevoerd om na te gaan of de oorspronkelijke zettingszekerheid desondanks stabiel blijft doorheen de jaren of dat er mogelijks toch kieren ontstaan (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

Praktijk

Om inzichten te verkrijgen in de praktijk van het hergebruik van cellulose, werd contact opgenomen met het bedrijf dat de cellulose in de IbSN case plaatste, namelijk ISOPROC.¹ Zij plaatsten sinds 1988 cellulose isolatie in België, dit is meteen ook de eerste toepassing ervan in ons land. Cellulose is dus een recent materiaal, dat weinig zal voorkomen in de gebouwen die vandaag doorgaans worden ontmanteld. ISOPROC heeft bijgevolg zelf weinig ervaring met het recupereren en verwerken van cellulose. Ze wisten echter wel te vermelden dat indien een fabrikant cellulose terugwint, de vlokken doorgaans gerecycleerd worden. In het recyclageproces worden nieuwe vlokken en toeslagstoffen toegevoegd, om vervolgens het materiaal opnieuw compacter te verpakken. De toevoeging van nieuw materiaal en extra toeslagstoffen is volgens ISOPROC echter niet noodzakelijk. Het wordt gedaan omdat het anders praktisch niet haalbaar is om de relatief kleine hoeveelheden cellulose die vrijkomen bij recuperatie apart te verpakken en hiervoor de hele productielijn om te schakelen en volgt dus uit louter economische overwegingen.² ISOPROC zal met die reden doorgaans geen cellulose recupereren. Ze staan echter wel in voor het leveren van expertise aan aannemers die deze cellulose zullen hergebruiken door deze rechtstreeks in een andere toepassing zullen implementeren, zonder dat het materiaal langs de fabriek moet.

Vanaf de eerste implementatie van cellulose door ISOPROC, werd hun cellulose isolatie naar hun weten in 7 cases hergebruikt. Eén van de grootste volumes materiaal werd gerecupereerd in een cluster van sociale woningen. De cellulose was reeds ingeblazen in de zolder van deze gebouwen, toen de toenmalige architect besloot dat een dampscherm toch noodzakelijk was. De cellulose kon gerecupereerd worden met dezelfde machine als deze waarmee ze werd ingeblazen. Op die manier werd de isolatie dezelfde dag nog opnieuw ingeblazen. Dit is een voorbeeld van een heel korte keten. Een ander voorbeeld is een voorval waar cellulose in het hellend dak gebruikt werd. Enkele jaren na de oplevering, besloot de bouwheer zijn woning met een verdiep te verhogen, waarbij de cellulose gerecupereerd werd en opnieuw werd ingeblazen.

¹ Vanwege de beperkte beschikbaarheid van literatuur met betrekking tot cellulose, en in het bijzonder het hergebruik ervan, wordt er veel verwezen naar eenzelfde bron en volgen enkele anekdotes uit hun praktijk.

² Op deze manier kan een producent natuurlijk ook een extra verwerkingskost aanrekenen.

Opvallend bij de meeste cases dat tijdens het gesprek werden aangehaald is dat de tijdspanne tussen de eerste plaatsing en het hergebruik van het materiaal zeer kort is. Een daarop aansluitende bedenking werd door Meneer Eykens van ISOPROC aangehaald; 'indien cellulose een levensduur heeft van 60 jaar, hoeveel is de cellulose die nu 30 jaar oud is en gerecupereerd wordt nog waard?'

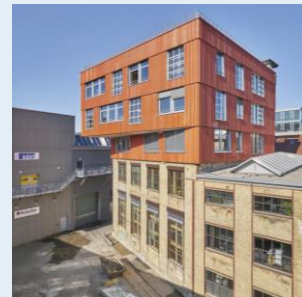
Hier kwam recentelijk verandering in toen ISOPROC door een aannemer gecontacteerd werd voor hun expertise betreffende cellulose. Deze aannemer werd namelijk gevraagd door zijn cliënt om cellulose die op dat moment 20 jaar oud was te recupereren en toe te passen in een nieuwbouwwoning. De aannemer diende een verklaring op te maken voor de technische prestaties van het materiaal, maar was onzeker over de λ -waarde van het verouderde product. De desbetreffende cellulose werd niet door ISOPROC zelf geïmporteerd en ze beschikten bijgevolg over weinig achtergrondinformatie van het materiaal. Cellulose isolatie doorging in de geschiedenis verschillende optimalisaties, vooral op het vlak van isolatiewaarde. Het was dus zeer moeilijk in te schatten over welke λ -waarde dit gerecupereerde materiaal beschikte. De test die wordt uitgevoerd om deze waarde te achterhalen duurt een 2-tal dagen en is vrij duur ($\pm 1\ 000\text{€}$ voor test die typisch verloopt op een staal van 60x60 cm (Tectum Group, persoonlijke communicatie, 10 april 2024)). Het is economisch niet rendabel om deze test voor een dergelijke kleine cellulosepartij uit te voeren en men besliste om de isolatie in de nieuwbouwwoning uit te voeren met nieuwe cellulose. De gerecupereerde cellulose werd door de aannemer aangewend op een andere werf als akoestische isolatie, waarvoor de λ -waarde niet relevant is. In bovenstaand geval verhinderde de te grote onzekerheden m.b.t. de prestaties van het materiaal de recuperatie ervan, ondanks dat alle partijen voorstander waren van recuperatie en het product er zich toe leende. Voor de EPB wetgeving zal echter een officiële verklaring van de technische prestaties noodzakelijk zijn.

Naast de λ -waarden kenden ook andere materiaalparameters een evolutie doorheen de jaren evenals de normeringregels, waardoor moderne cellulose een hogere kwaliteit heeft. Het proces van het uiteenrafelen van papier gebeurt nu veel efficiënter dan vroeger en het eindmateriaal beschikt ook over een grotere zettingszekerheid. Daarenboven werd in de jaren '90 8% boorzuur en 12% boorzout als toeslagstof aan de cellulose toegevoegd. Gebruik van dit product is nu omwille van het hoge boorgehalte niet meer toegelaten (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

K118 – Baubüro in situ



Afbeelding 20: Plaatsing cellulosevlokken vloer K118 (Opalis, 2024)

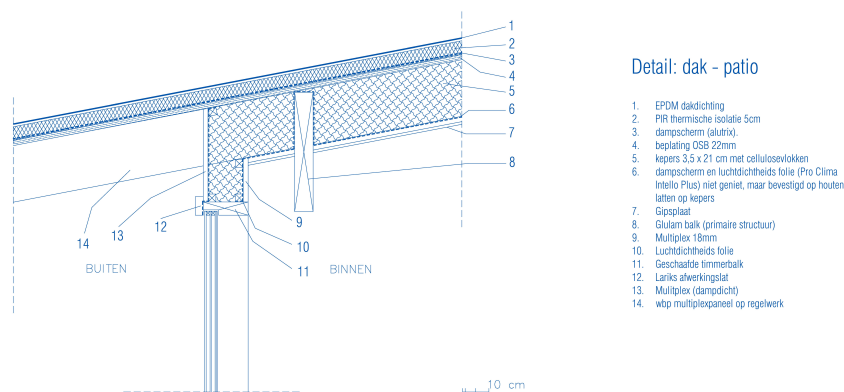


Afbeelding 21: Gevelbeeld K118 (Zeller, 2021)

Binnen het project K118 van Baubüro in situ slaagde men er alsnog in van ex-situ gerecupereerde cellulosevlokken te hergebruiken. Het project was een verticale uitbreiding van een industrieel pand in de stad Winterthur in Zwitserland. Grote hoeveelheden recuperatiemateriaal werden gebruikt, waaronder 3069kg cellulosevlokken. Deze werden zowel in de vloer als in de wandopbouw toegepast en vervullen de rol van thermische isolatie (Baubüro in situ 2024; Opalis 2024f; Pfäffli 2022).

Gebruik in IbSN woning

Binnen de IbSN woning werden cellulosevlokken ingeblazen tussen de roostering van het dak. Verschillende strategieën zijn mogelijk om het isolatiemateriaal te recupereren. Een eerste optie is de meest arbeidsintensieve waarbij de cellulose uit de dakstructuur wordt gezogen om deze later opnieuw in te blazen. Zoals eerder vermeld, biedt deze oplossing het voordeel dat zwaardere fragmenten verontreiniging niet mee opgezogen worden en het risico op schade aan de inblaasmachine bijgevolg beperkt blijft. Een tweede optie is het dampscherm opensnijden en de cellulose vervolgens van de grond te rapen. Het nadeel aan dit systeem is dat er meer aandacht dient te worden besteed aan het recuperatiemateriaal zuiver te houden. Een laatste optie is het dak in cassetten ontmantelen en die horizontaal transporteren naar de Verbeke Foundation. Dit is qua materiaalgebruik het meest zinvol, echter loopt men hier het risico dat ten gevolge van transport de vlokken zullen verdichten met een luchtruimte langs de bovenkant als resultaat. Een injectie van 20% extra cellulosevlokken kan in dat geval een oplossing vormen. Doordat de afwerkingslagen boven en onder de celluloselaag bij deze ontmantelingsstrategie aanwezig blijven, is het moeilijk te meten waar de luchtruimtes ontstaan. Men zal uit voorzorg injecties van cellulose voorzien met een tussenafstand van 2m langs de volledige lengte tussen twee roosteringsbalken (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024). Deze optie brengt meerdere praktische moeilijkheden met zich mee waar verder wordt op ingegaan in het onderdeel Hout.



Figuur 32: Detail: dak - patio

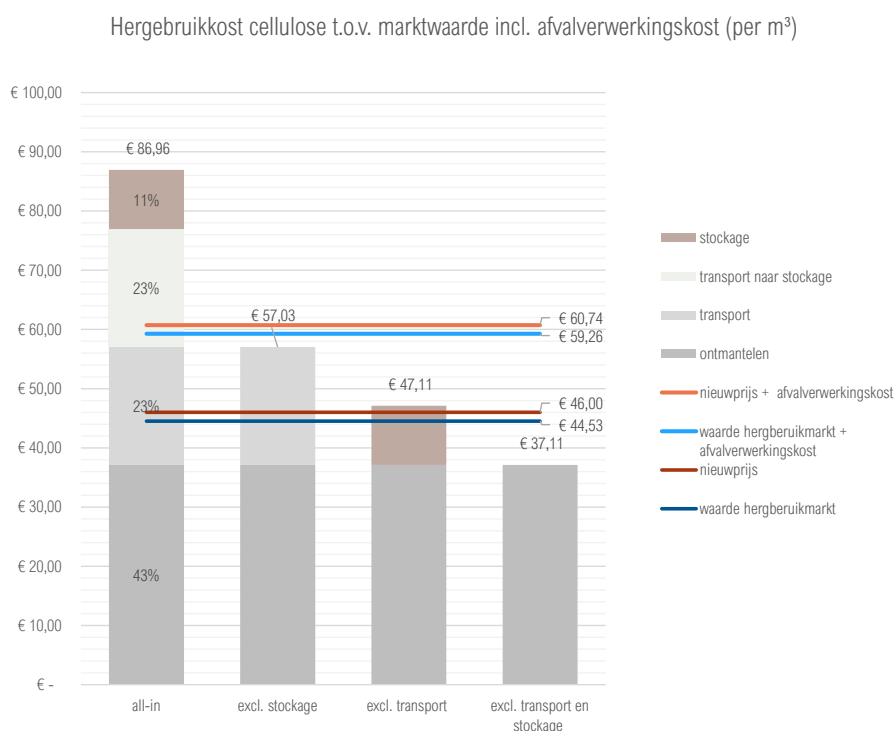
Kosten

De kostenanalyse voor cellulose wordt gemaakt veronderstellende dat cellulose werd toegepast in de vorm van vlokken, zoals het geval is in de IbSN case. Deze vlokken worden verondersteld uit de structuur gezogen te worden. Aangezien dit de meest arbeidsintensieve werkwijze is brengt dit de hoogste kosten met zich mee, maar op deze manier kan de zuiverheid van het materiaal eenvoudiger gegarandeerd worden. De recuperatiesnelheid van cellulose ligt ongeveer 3 keer lager dan de inblaassnelheid, 2 arbeiders zullen bij benadering 2.7m³ cellulose per uur kunnen recupereren (ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024). Nadat het materiaal uit de structuur is gezogen, wordt het in big bags verzameld voor transport en eventuele stockage. Verwerking op het materiaal wordt niet in rekening genomen, aangezien dit niet noodzakelijk is.

Zoals onderstaande grafiek (Figuur 33) aantoont, is bij hergebruik van cellulose, de kost die gemaakt wordt voor de recuperatie van het materiaal de voornaamste (43% van de totaalkosten). Aangezien de ontmantelingskosten van dit materiaal relatief hoog zijn tegenover de nieuwprijs, blijkt hergebruik van cellulosevlokken enkel interessant indien zowel kosten voor extern transport als externe stockage buiten beschouwing worden gelaten. Dit geldt voor de eindklant, die door hergebruik van cellulose de kost van een nieuw materiaal uitspaart. Om na te gaan of dit ook rendabel is voor een aannemer die dit materiaal verkoopt op de recuperatiemarkt, moet een inschatting worden gemaakt van de waarde van het

¹ De overeenkomst van deze aanname met de realiteit kan variëren afhankelijk van het specifieke materiaal in kwestie. Voor dit materiaal is deze veronderstelling zeer aannemelijk aangezien de cellulose nieuw is tegenover zijn lange levensduur. De prestatie van dit materiaal zal dus in lijn liggen met die van nieuwe cellulosevlokken.

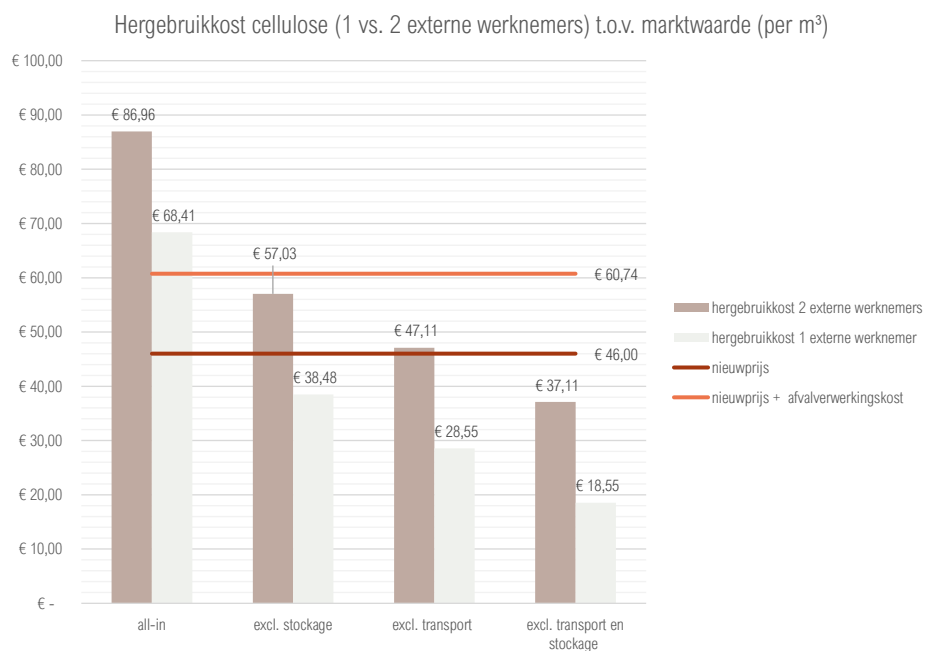
materiaal na recuperatie. De waarde hiervan werd ingeschat door 20% van de nieuwprijs af te trekken, zoals werd aangehaald in de methodologie.¹ Indien de ontmantelingskosten exclusief stockage en exclusief transport met deze prijs vergeleken worden, dan blijkt hergebruik ook voor de aannemer interessant. Sterker nog, aangezien hij een winstmarge heeft van $\pm \text{€}7,40/\text{m}^3$, is dit rendabel voor de aannemer zo lang hij het materiaal voor minimum 2/3 van de nieuwprijs kan verkopen. De situatie waarin zowel transport als stockage buiten rekening kan worden gehouden, is echter vrij specifiek. Zelfs wanneer een aannemer eigen transport en eigen stockage voorziet zal de kost hiervoor nooit volledig wegvallen. Dit geldt wel indien de aannemer het materiaal rechtstreeks kan verkopen op de werf, of indien een klant het materiaal op dezelfde site hergebruikt.



Figuur 33: Hergebruikkost cellulose t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m^3)

Cellulose wordt op het einde van zijn levensduur gecategoriseerd onder grofvuil en wordt verbrand (Ecowerf, 2024). Dit impliceert dat de afvalverwerkingskost van dit materiaal relatief hoog is (280€/ton). Indien we deze afvalverwerkingskosten mee in rekening nemen, toont Figuur 33 dat de operatie veel interessanter zal worden, zowel voor de klant als voor de aannemer. Enkel indien beroep wordt gedaan op externe stockage in combinatie met extern transport is deze operatie niet winstgevend.

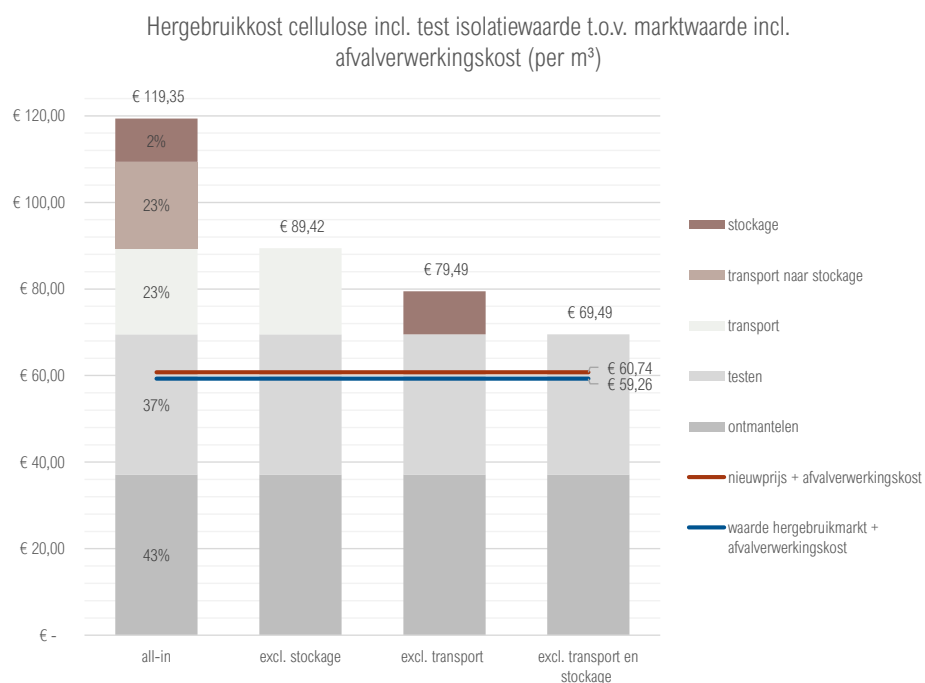
Een belangrijk aspect om in overweging te nemen is de veronderstelling dat er twee ervaren arbeiders nodig zijn voor de ontmanteling. Er werd ons echter meegedeeld dat hiervoor slechts 1 ervaren werkmans nodig is, bijgestaan door een tweede (onervaren) persoon. Indien de klant bijvoorbeeld zelf bereid is assistentie te verlenen, zullen de ontmantelingskosten gereduceerd worden. Zoals in onderstaande grafiek duidelijk wordt, is dit echter onvoldoende om de operatie interessant te maken indien zowel beroep wordt gedaan op externe stockage als op extern transport. Toch zal in de andere scenario's nog meer winst kunnen worden gemaakt, ook indien de afvalverwerkingskosten niet in rekening worden genomen.



Figuur 34: Hergebruikkost cellulose (1 vs. 2 externe werknemers) t.o.v. marktwaarde (per m³)

Zoals aangehaald in *Hoofdstuk 01*, zal de verkoper van een hergebruikmateriaal doorgaans garant dienen te staan voor de technische prestaties ervan. Om de prestaties van isolatiematerialen precies vast te leggen, dient o.a. de isolatiewaarde getest te worden.¹ Zoals geïllustreerd in Figuur 35 zal, indien deze test uitgevoerd wordt, de kost in ieder scenario te groot zijn om hergebruik economisch rendabel te maken.

¹ Deze test kost €1000 voor een staal van 60x60 cm (Tectum Group, persoonlijke communicatie, 10 april 2024).



Figuur 35: Hergebruikkost cellulose incl. test isolatiewaarde t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m³)

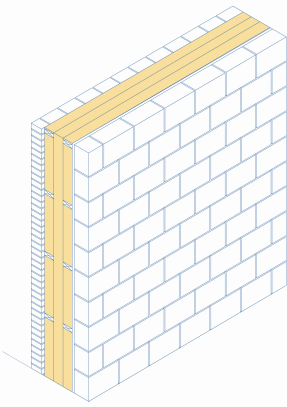
Conclusie

Momenteel is het hergebruik van cellulosevlokken pas interessant voor klant en aannemer indien er geen stockage- en transportkosten in rekeningen dienen genomen te worden en de aannemer de cellulose kan verkopen aan 2/3 van de nieuwprijs. Dit is bijvoorbeeld van toepassing wanneer het materiaal op de werf zelf verkocht kan worden of hergebruikt kan worden op dezelfde site. Echter, wanneer er rekening gehouden wordt met de relatief grote afvalverwerkingskost, dan is hergebruik reeds interessant van zodra externe stockage buiten beschouwing kan worden gelaten. Over het algemeen kan worden geconcludeerd dat externe stockage dient vermeden te worden indien het objectief is om winst te maken.

De totaalkosten van het hergebruik bestaat voor 43% uit ontmantelingskosten, wat meteen ook de grootste kost binnen deze operatie is. Indien de klant bereid is zelf een handje toe te steken met de recuperatie van de cellulosevlokken, kan deze ontmantelingskost gereduceerd worden met €18.5/m³.

De economische rentabiliteit van het hergebruik wordt echter teniet gedaan door de kosten van isolatiewaardetesten. Bijgevolg is het noodzakelijk om de initiële prestaties van het materiaal, zoals gespecificeerd in de initiële documentatie, te achterhalen. Als dit niet mogelijk is of indien de EPB-verslaggever hier niet aan tegemoet kan komen, is het noodzakelijk dergelijke testen uit te voeren. Dit zal resulteren in het verlies van de economische rentabiliteit van het hergebruik van cellulose.

2.3. Glaswol

	<table><tr><td><i>Plaats van voorkomen</i></td><td>buitenwanden</td></tr><tr><td><i>Afmetingen</i></td><td>9 of 12 cm (dikte)</td></tr><tr><td><i>Aanwezige volume</i></td><td>33,19 m³</td></tr><tr><td><i>Aanwezige massa</i></td><td>1 333 kg</td></tr><tr><td><i>Soortelijk gewicht</i></td><td>40 kg/m³</td></tr><tr><td><i>λ-waarde</i></td><td>0,035 W/mK</td></tr><tr><td><i>Bevestigingswijze</i></td><td>tussen keperstructuur geplaatst</td></tr><tr><td><i>Nieuwprijs</i></td><td>67,26 euro/kg</td></tr><tr><td><i>Waarde hergebruikmarkt</i></td><td>49,55 euro/kg</td></tr><tr><td><i>Levensduur in TOTEM</i></td><td>60 jaar</td></tr><tr><td><i>Ontmantelingsduur</i></td><td>21 m²/uur</td></tr><tr><td><i>Verwerkingsduur</i></td><td>nvt.</td></tr></table>	<i>Plaats van voorkomen</i>	buitenwanden	<i>Afmetingen</i>	9 of 12 cm (dikte)	<i>Aanwezige volume</i>	33,19 m ³	<i>Aanwezige massa</i>	1 333 kg	<i>Soortelijk gewicht</i>	40 kg/m ³	<i>λ-waarde</i>	0,035 W/mK	<i>Bevestigingswijze</i>	tussen keperstructuur geplaatst	<i>Nieuwprijs</i>	67,26 euro/kg	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	49,55 euro/kg	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar	<i>Ontmantelingsduur</i>	21 m ² /uur	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.
<i>Plaats van voorkomen</i>	buitenwanden																								
<i>Afmetingen</i>	9 of 12 cm (dikte)																								
<i>Aanwezige volume</i>	33,19 m ³																								
<i>Aanwezige massa</i>	1 333 kg																								
<i>Soortelijk gewicht</i>	40 kg/m ³																								
<i>λ-waarde</i>	0,035 W/mK																								
<i>Bevestigingswijze</i>	tussen keperstructuur geplaatst																								
<i>Nieuwprijs</i>	67,26 euro/kg																								
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	49,55 euro/kg																								
<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar																								
<i>Ontmantelingsduur</i>	21 m ² /uur																								
<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.																								

Glaswol is een soort minerale wol dat wordt gekenmerkt door zijn samenstelling uit korte glasvezels die samengevoegd werden tot een gelaagde structuur. Dit materiaal wordt vervaardigd door gerecycleerd glas te versmelten tot een temperatuur van 1450°C, waarna het gesmolten glas met behulp van een spinnenwiel tot draden wordt gesponnen. Door deze draden te bundelen ontstaan dekens of platen, de toepassingsvormen van minerale wol, die zowel thermische als akoestische isolatiecapaciteiten bezitten. Door de hoge temperaturen die nodig zijn voor het versmelten van het glas, is de productie van dit materiaal echter vrij intensief in vergelijking met de productie van andere isolatiematerialen (Debacker et al. 2021, Knauf, persoonlijke communicatie, 18 maart 2024).

Theoretisch gezien heeft dit materiaal een lange levensduur, volgens TOTEM is deze 60 jaar, wat dit materiaal zeer geschikt maakt voor hergebruik. Bovendien is er geen verdere verwerking van dit materiaal nodig wat de hergebruikkost kan beperken (Acar, 2023b). Om de eenvoud van de ontmanteling in te schatten, kan eventueel beroep worden gedaan op de

losmaakbaarheidsindex. Dit is een theoretische benadering die helpt om de haalbaarheid van een recuperatieopdracht in te schatten door een indicatie te geven van de demonteerbaarheid van objecten. De waarde hiervan wordt bepaald in functie van de losmaakbaarheid van zowel de connectie van het element als van de samenstelling ervan. De losmaakbaarheidsindex van de connectie wordt bepaald door het type verbinding en de bereikbaarheid. Deze van de samenstelling van het element wordt op zijn beurt bepaald door de doorkruisingen en de opbouw. Voor verschillende soorten verbindingen, hun bereikbaarheid, samenstellingen en doorkruisingen kan een score uit een tabel worden gehaald, op basis waarvan de uiteindelijke losmaakbaarheid kan worden bepaald (van Vliet et al., 2019).

Praktijk

Bij de ontmanteling van minerale wol zijn echter in de praktijk enkele aandachtspunten. De theoretische losmaakbaarheidsindex die goed is voor een eerste schatting van de ontmantelingsduur, blijkt in de praktijk soms te vereenvoudigd in vergelijking met de werkelijke condities. Zo zal, indien het materiaal ten gevolge van slechte detaillering is blootgesteld aan vocht en dus meer schade kan oplopen, het minder voor de hand liggend zijn om dit te recupereren. Ook verwijdering van verlijmde afwerkingslagen zorgt voor onvermijdelijke beschadiging. Hiermee wordt echter geen rekening gehouden in de berekening van de losmaakbaarheidsindex (Acar 2023). De materialen dienen dus een controle op de keten te ondergaan om homogeniteit en voldoende kwaliteit van het gerecupereerde materiaal te garanderen. Isolatie dat sterker verouderd is dan andere, wordt uit het lot gehaald. Op deze manier blijven enkel nog de betrouwbare elementen over (Poncelet & Vrijders, 2021a).

Voor isolatiemateriaal is het essentieel om de technische prestaties van het materiaal te kunnen garanderen. Gentiel Acar voerde aan de Universiteit van Gent onderzoek naar de behaalde technische prestaties van gerecupereerde minerale wol uit platte Industriedaken. Na analyse van verscheidene gerecupereerde stalen blijkt dat de thermische isolatiecapaciteit van het materiaal niet significant degradeert na maximaal 28 jaar op voorwaarde dat het materiaal afgeschermd werd van externe weersinvloeden en vocht. De dichtheid van het materiaal blijft ook constant, echter zal de waterabsorptie van het materiaal toenemen (Acar, 2023b). De bevindingen van dit onderzoek maakt bijvoorbeeld van rotswol uit scheidingswanden van kantoorgebouwen een ideale partij voor hergebruik. Door de grote en stabiele toestroom wordt dit materiaal volgens Nicolas Meersschant van HuisMus ook een economisch interessante piste voor recuperatie (HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).



Afbeelding 22: Ontmantelde glaswol uit binnenwanden (HuisMus, 2024)



Afbeelding 23: Ontmantelde rotswol uit plat dak (Acar, 2023)

Dit onderzoek biedt ondersteuning voor de implementatie van hergebruik, echter blijft een officiële verklaring van de technische prestaties van het materiaal nodig voor de EPB-wetgeving. Isolatiemateriaal dat hier niet over beschikt, wordt uit veiligheid verondersteld de default prestaties te behalen. Deze waarde onderschat doorgaans de werkelijke prestaties met dikkere isolatiepakketten tot gevolg (BLAF, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024). De uitvoering van metingen in een gecertificeerd labo kunnen de oplossing vormen voor het aanvullen van de ontbrekende gegevens over de technische prestaties. Echter, de test om de isolatiewaarde van isolatiematerialen te bepalen is tijdrovend en kost al snel €1.000 per proefstuk van 60x60cm. Voor grotere projecten volstaat één proefstuk niet en zullen er meerdere stalen worden getest (Tectum, persoonlijke communicatie, 11 april 2024).

In de praktijk bestaat hier een vereenvoudigde oplossing voor die economisch minder belastend zal zijn: als de technische specificaties van het materiaal onbekend zijn, omdat er bijvoorbeeld geen technische fiche van het materiaal meer voor handen is, wordt het materiaal verondersteld de technische prestaties te bezitten die minimaal vereist zijn voor de toepassing waarin het aangewend werd. Dit is een eenvoudige manier om de technische prestaties te kunnen garanderen zonder afhankelijk te zijn van dure testen. De EPB-verslaggever moet bovendien voldoende meedenkend zijn, als dit niet zo is, ben je als aannemer of verkoper toch gebonden aan deze dure testen of aan het hanteren van de eerder aangehaalde default-waarde voor de technische prestaties van het materiaal. Momenteel voert de UGent, vakgroep bouwfysica, verder onderzoek uit naar een snelle en goedkopere testmethode (HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).

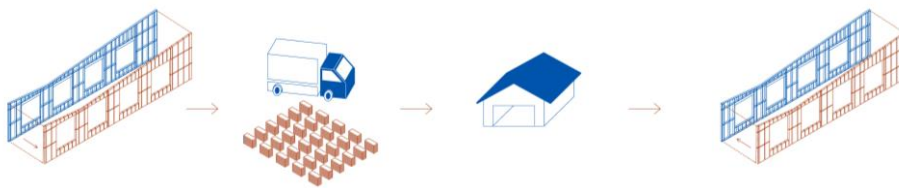
Na een conversatie met productiebedrijf Knauf, blijkt dat zij in hun strategie naar een meer duurzame bouwpraktijk voornamelijk focussen op recyclage van dit materiaal. Volgens hen zal het materiaal hierdoor enerzijds beter tegemoetkomen aan de huidige eisen (bv. gezondheidsregelgeving) en anderzijds betere technische prestaties bezitten dan gerecupereerd materiaal¹. Voor dit recyclageproces wordt het materiaal versneden en vervolgens gesmolten tot glaskijkers die opnieuw in het oorspronkelijke productieproces kunnen worden gevoegd. Dit kan echter enkel voor voldoende zuiver materiaal en beperkt zich momenteel tot snijresten van nieuwe isolatieplaten. Indien de grondstoffen namelijk onzuiverheden bevatten, kan dit verstoppingen veroorzaken in de bushes of spuitkoppen van de machine, met als gevolg dat de machine die normaal gedurende 12 jaar volcontinu werkt, zal stilvallen. Het glasbad zal beginnen stollen en zal onbruikbaar worden, met alle economische consequenties vandien (BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024; Knauf, persoonlijke communicatie, 18 maart 2024; Acar, 2023).

Vanuit ecologisch perspectief is het echter snel duidelijk dat de voorkeur zou moeten uitgaan naar hergebruik. Hergebruik biedt tegenover recyclage het voordeel dat er geen nieuwe productieprocessen op gang moeten komen, bovendien beperkt de recyclage zoals aangehaald zich tot voldoende zuivere reststomen. Knauf hoopt echter ook bij hergebruik nog een rol te kunnen spelen, door bijvoorbeeld hun expertise in te zetten bij de bepaling van materiaalprestaties of een rol te spelen in het herverpakkingsproces. Door het materiaal met specifieke apparatuur een nieuwe verpakking te geven, kunnen zij de dichtheid van het isolatiemateriaal vergroten van 25 kg/m³ naar 220 kg/m³. Het materiaal neemt na het transport opnieuw zijn gebruikelijke volume aan zonder verlies van prestaties, maar op deze manier kan er aanzienlijk bespaard worden op de transportkosten; er kan immers 10 keer meer isolatiemateriaal in een vrachtwagen dan zonder herverpakking. Uiteraard kan dit enkel bij grote volumes en afstanden een significante economische en ecologische rol spelen (Knauf, persoonlijke communicatie, 18 maart 2024).

¹ Vanuit een marktgericht perspectief lijkt dit standpunt logisch aangezien producenten zo een groter aandeel behouden in het proces.

Rotswol

Glaswol en rotswol vallen samen onder de algemene term minerale wol. Ze onderscheiden zich door hun basismateriaal: rotswol wordt uit vulkanisch gesteente geproduceerd, glaswol uit glasvezels. Bij de productie van rotswol wordt vulkanisch materiaal in kleine hoogovens gesmolten tot een soort lava. Die wordt, vergelijkbaar met glaswol, op een spinnenwiel geleid waarbij vezels gemaakt worden door hier een sterke luchtstroom aan toe te voegen. Het toepassingsgebied van beide materialen is vrij gelijkaardig. Rotswol ligt echter beter in de markt, dankzij zijn betere akoestische isolatiewaarde, hogere densiteit en zijn hogere brandweerstand (Ecobouwers 2022, HuisMus, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).



Figuur 36: Schema hergebruik glaswol

Na de ontmanteling van glaswol, zijn de isolatiematten, mits stapeling, meteen klaar voor transport naar hun tussenstockage of nieuwe toepassing

Woning Dirk & Sally – EA+ Architecten



Afbeelding 24: Hergebruikte minerale wol tussen houten kepers (Ecobouwers, 2024b)

Deze gezinswoning werd circulair opgebouwd met zoveel mogelijk recuperatiematerialen die later dus ook makkelijk opnieuw ontmanteld kunnen worden. Onder deze materialen vinden we onder andere rotswol voor de buitenwandisolatie, hergebruikt hout (220 x 35 mm) voor de dragende buitenwanden en gerecupereerde gelamelleerde balken (420 x 90 mm) voor de hoofddraagbalken. De woning werd ontworpen en geplaatst door een nauwe samenwerking tussen opdrachtgevers Dirk & Sally, HuisMus als aannemer en EA+Architecten.

De recuperatiematerialen werden door HuisMus voorzien vanuit hun Trovo-initiatief. Op de isolatiematerialen werden geen voorafgaande testen uitgevoerd. De behaalde EPB-prestaties werden onderzocht door de EPB-verslaggever van BeGreen@Home (Ecobouwers, 2024b; Dirk Smet, persoonlijke communicatie, 10 april 2024).

(Her)gebruik in IbSN woning

In de woning gerealiseerd door BLAF architecten wordt de minerale wol toegepast tussen en in een dubbele houten keperstructuur. In de houten kaders zitten op maat

gesneden glaswoldekens met een dikte van 9 cm. De 2 houtskeletwanden worden op 12cm afstand geplaatst, deze spouw wordt volledig opgevuld met glaswoldekens

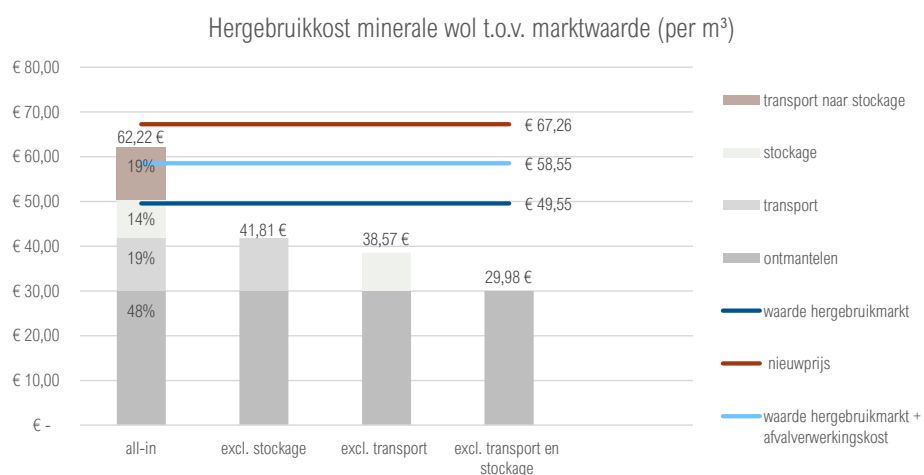
met eenzelfde dikte. Bij recuperatie kunnen deze dekens eenvoudig tussen deze structuur uit worden gehaald vermits deze op geen enkele manier bevestigd zijn. Aangezien de glaswoldekens die in de houten kaders zitten op maat gesneden zijn, wordt het een uitdaging om na recuperatie ieder kader opnieuw correct in te vullen. Het nummeren en consistent stapelen van de isolatiedekens zal belangrijk zijn om dit proces efficiënt te laten verlopen.

Daarom wordt ook de mogelijkheid van het ontmantelen in kaders geëvalueerd. Hierbij zou de isolatie in de wand kunnen blijven zodat modulaire kaders worden gevormd. Voor deze aanpak is het bevestiging van een stijve beplating op deze kaders noodzakelijk. Deze

beplating vervult een dubbele functie: enerzijds dient het voor de stijfheid van deze kaders de verzekeren, anderzijds zorgt het ervoor dat de isolatie ter plaatse wordt gehouden. Hier zijn opnieuw extra handelingen en materiaal voor nodig. Ook hier zullen de haalbaarheid en kosten en baten goed moeten worden afgewogen (persoonlijke communicatie BLAF, 6 maart 2024; Van Wesemael 2023).

Kosten

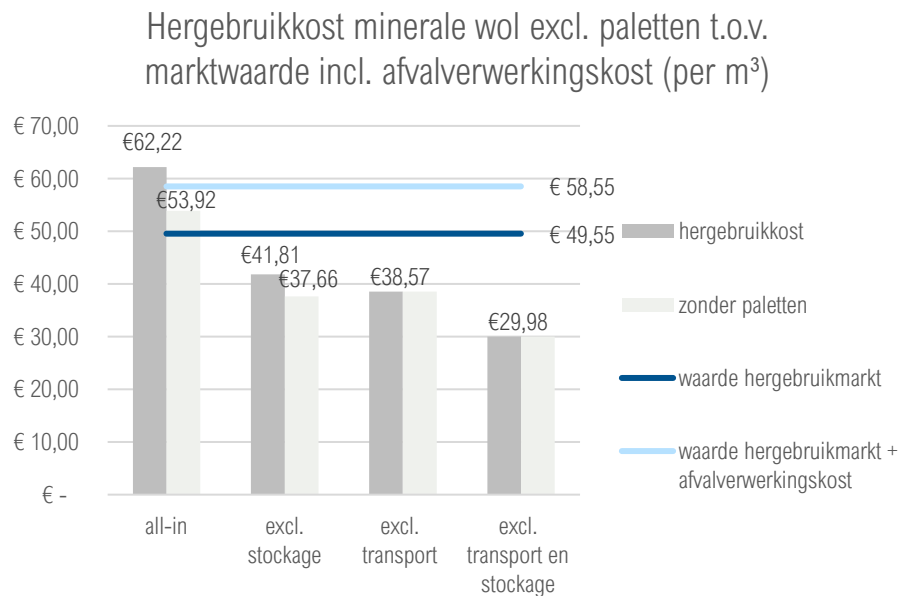
Minerale wol kan zonder verwerking hergebruikt worden, waardoor de ontmantelingskosten enkel bestaan uit het effectieve ontmantelen en eventueel transport of opslag. Gemiddeld ontmantelt een ploeg van 3 arbeiders een 500-tal m² minerale wol, onafhankelijk van de dikte van de isolatie (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024). Deze werktijd omvat tevens het verzamelen en stapelen van de isolatie. De minerale wol wordt horizontaal gestapeld en verpakt met behulp van plastic krimpfolie of omsnoeringsbanden met hoeveelheden tot 1,5m³ per pallet. Onderstaande grafiek (Figuur 37) geeft weer dat het ontmantelen zelf de grootste kost is bij de recuperatie van minerale wol, toch is de transportkost ook niet te verwaarlozen. Glaswol is een licht materiaal dat een aanzienlijk volume inneemt waardoor de transportkosten kunnen oplopen.



Figuur 37: Hergebruikkost minerale wol t.o.v. marktwaarde (per m³)

Bij het ontmantelen wordt een verliespercentage van 20% aangenomen, dit betreft isolatiedekens die vochtig of beschadigd zijn of die door eventuele bevestigingen moeilijk of niet los te maken zijn. Hiermee rekening houdend kan de hergebruikkost geschat worden op €62,22/m³. Deze hergebruikkost is lager dan de nieuwprijs van het materiaal (Figuur 37). Als nieuw materiaal kost glaswol €67,26/m³, op de hergebruikmarkt is dit gemiddeld 26,3% lager. Voor de klant is het hergebruiken van glaswol dus kostenbesparend, ook wanneer er een stockage- en transportkost is. Voor de aannemer die de materialen aan hergebruikprijs doorverkoopt, wordt de recuperatie positief van zodra de stockage- en/of de transportkost buiten beschouwing blijft. Het in rekening brengen van de afvalverwerkingskost voor de aannemer heeft een relatief beperkte invloed. Voor de afvalverwerking van isolatie wordt in dit geval gerekend op €180/ton. Dit is eigenlijk de prijs voor het ophalen van minerale wol die gesorteerd is voor recyclage. Wanneer de isolatie bij het gemengd afval wordt gerekend, loopt de kost op tot €220/ton. Door het lage gewicht van de isolatie heeft deze afvalverwerkingskost slechts een kleine impact per m³ en kan dit de hergebruikkost niet doen dalen tot onder de waarde op de hergebruikmarkt.

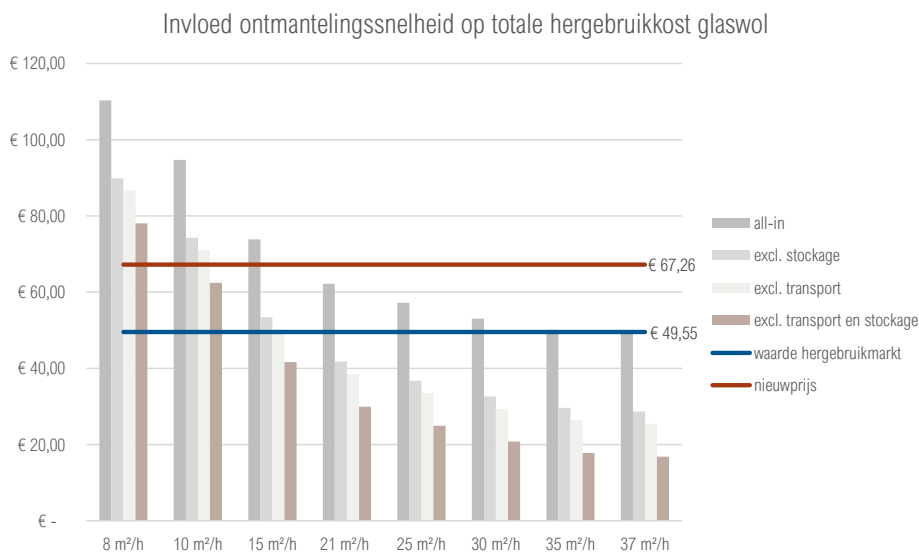
Een factor die wel van grotere invloed is, is de kost van de paletten waarop het materiaal wordt gestapeld voor stockage en transport. Door de kost van de paletten buiten beschouwing te laten, aangezien het een éénmalige investering betreft, is ook voor de aannemer in elk van de door ons onderzochte scenario's financieel interessant (Figuur 38). In dit scenario kan de aannemer een winst realiseren van €4,63/ m³. Voor de klant loopt dit op tot €22,35/ m³.



Figuur 38: Hergebruikkost minerale wol excl. paletten t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m³)

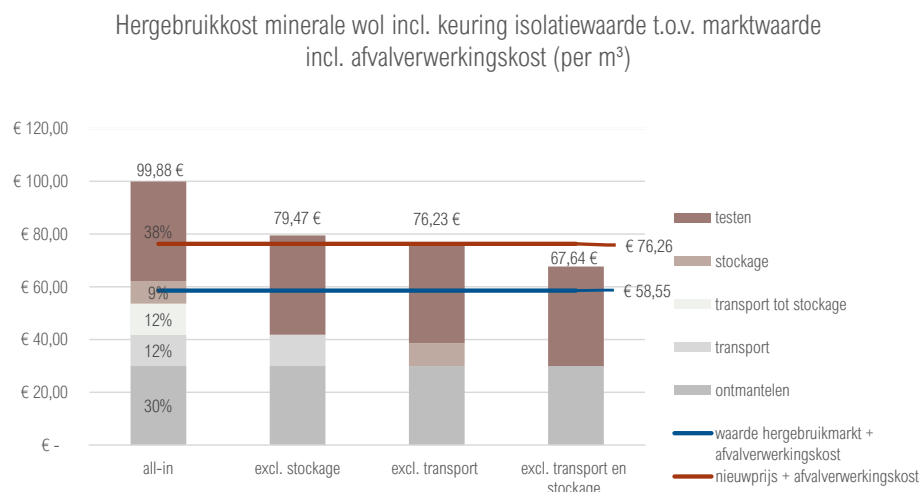
Aangezien de ontmantelingssnelheid de grootste invloed heeft op de totaalkost, wordt de impact van verschillende snelheden op de totaalkost onderzocht. Hierbij wordt de kost van de paletten opnieuw mee in rekening gebracht. Figuur 39 toont een range van snelheden waarvan 8m²/ uur de traagste is en zowel voor klant als aannemer in geen enkel geval voordelig kan zijn. Bij de snelste ontmanteling wordt 37m² minerale wol per uur ontmanteld wat voor zowel de klant als de aannemer in elk geval een positieve situatie oplevert. Alle snelheden die tussen de twee uitersten te vinden zijn, kunnen voor klant en/ of aannemer voordelig worden.

¹ In voorgaande en komende analyses wordt gewerkt met een bereik van 21m²/h, maar aangezien weinig concrete data kon worden verzameld hierover, gaat dit op zijn best over een grove inschatting die met de nodige voorzichtigheid moet worden behandeld.



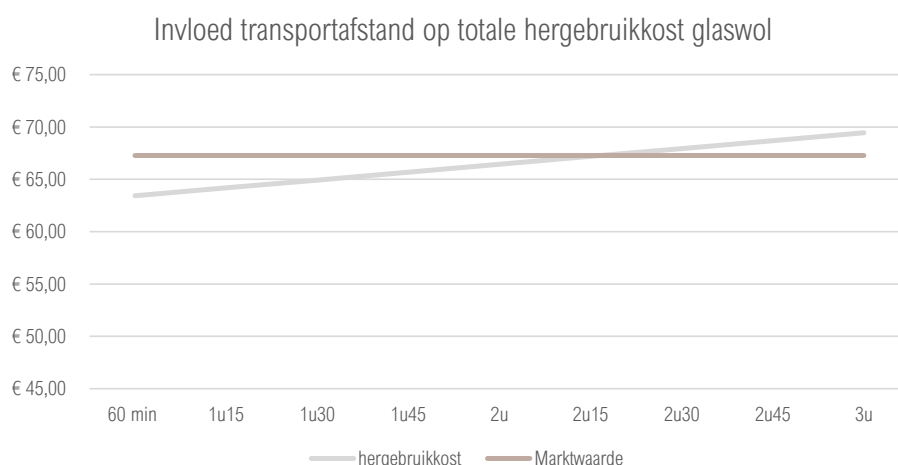
Figuur 39: Hergebruikkost minerale wol excl. paletten t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m³)

Zoals Figuur 40 aantoont, worden deze positieve scenario's echter meteen ontkracht wanneer de λ -waarde van het ontmantelde materiaal wordt getest. Zowel voor de aannemer als de eindklant is de hergebruikkost hier telkens groter dan de marktwaarde. Wanneer de afvalverwerkingskost in rekening wordt gebracht, kan er voor de eindklant wel voordeel worden gemaakt wanneer we de transportkost buiten beschouwing laten.



Figuur 40: Hergebruikkost minerale wol incl. keuring isolatiewaarde t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkingskost

Aangezien het volume minerale wol grotendeels uit lucht bestaat, onderzoeken we de invloed die de transportkost heeft op de economische rentabiliteit van hergebruik. Het variëren van deze afstand toont dat het recupereren van minerale wol economisch voordelig is voor de klant indien de transporttijd maximaal 2u30 bedraagt (Figuur 41). Deze tijd is inclusief een halfuur laden en een halfuur lossen, wat betekent dat de werven slechts 1u30 of zo'n 105 km van elkaar verwijderd mogen zijn (indien de gemiddelde snelheid 70 km/h bedraagt). Aangezien het hier gaat over een materiaal dat vaak vrijkomt, lijkt deze afstandslimiet in praktijk geen probleem te vormen.



Figuur 41: Invloed transportafstand op totale hergebruikkost

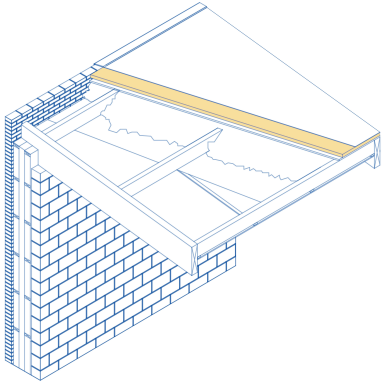
Conclusie

Het recupereren van glaswol is voor de eindklant steeds kostenbesparend. Doordat er geen verwerking nodig is van het materiaal, wordt de prijs voornamelijk bepaald door de ontmantelingsduurtijd. Deze moet steeds groter zijn dan 8m²/h per arbeider om een rendabele ontmanteling te bereiken. Grotere transportafstanden als 1u30 rijden kunnen de

voordelige situatie doen keren en moeten dus vermeden worden, zowel vanuit economisch als ecologisch standpunt. Voor de aannemer wordt het pas winstgevend als minstens 1 factor achterwege kan worden gelaten. Zo kan bijvoorbeeld het hergebruik van paletten er voor zorgen dat recuperatie financieel interessant verhaal is voor de aannemer, maar ook indien de kost van stockage of transport vermeden kan worden, wordt dit uit zijn perspectief voordelig.

Het omgekeerde resultaat wordt echter bekomen indien er een keuring van de isolatiecapaciteit wordt uitgevoerd. Deze kost is te groot om de recuperatie van glaswol financieel interessant te maken. Enkel voor de eindklant kan dit, exclusief transport, een financieel status quo opleveren. Dit is het grootste struikelblok om hergebruik van minerale wol te commercialiseren. De dure isolatiewaardetesten worden vaak opgelegd door de EPB-verslaggever, maar duwen de eindklant zo richting nieuw materiaal dat wel over de nodige certificaten beschikt. Het gebruik van thermische isolatie als akoestische isolatie in tussenwanden is daarom een meer voorkomende piste.

2.4. PIR

	<i>Plaats van voorkomen</i>	dak
	<i>Afmetingen</i>	120 x 60 x 4 cm (l x b x h)
	<i>Aanwezige volume</i>	12,36 m ³
	<i>Aanwezige massa</i>	495 kg - 0,495 ton
	<i>Soortelijk gewicht</i>	40 kg/m ³
	<i>λ-waarde</i>	0,020 - 0,024 W/mK
	<i>Bevestigingswijze</i>	partiële verkleving op het onderliggende dampscherm
	<i>Nieuwprijs</i>	14,27 euro/plaat
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	5-10 euro/plaat
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	ongekend
	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.

Introductie en hergebruikpotentieel

PIR is een hardschuimisolatiemateriaal dat bekend staat om zijn zeer goede isolerende capaciteiten, zelfs bij geringe diktes kan het de wettelijk vereiste λ-waardes behalen. Daarnaast bezit dit isolatiemateriaal een hoge drukvastheid en een goede brandweerstand. PIR kan worden aangebracht in platen, al dan niet voorzien van een aluminium- of minerale afwerkingslaag of cachering (Isolteam, 2024a).

De lange levensduur, de gestandaardiseerde afmetingen en het overbodig zijn van verwerking op dit materiaal na recuperatie, maken van PIR een ideale kandidaat voor hergebruik. Hergebruik van dit materiaal biedt nog andere voordelen. Ten eerste vereist de productie van dit materiaal veel energie. Door het verlengen van de levensduur, wordt deze ingebedde energie over een langere termijn verspreid. Daarnaast is dit materiaal moeilijk te recycleren, dankzij hergebruik worden deze grondstoffen zo lang mogelijk in de omloop gehouden. Tot slot komen bij uitharden van dit materiaal toxische gassen vrij. In een afvalverwerkingsfaciliteit wordt dit materiaal zelfs gecategoriseerd onder 'chemisch afval', een extra stimulans om dit materiaal te hergebruiken (Ecobouwers, 2024a; Van Wesemael, 2023).

Een belangrijke voorwaarde om dit materiaal te kunnen hergebruiken is dat het voldoende zuiver blijft na recuperatie. Wanneer dit niet gegarandeerd kan worden, is er weinig zekerheid over de technische prestaties die het achteraf behaalt. Een controle van de keten dient

uitgevoerd te worden om te verzekeren dat de partij zo homogeen mogelijk verkocht kan worden (Opalis, 2024d; Poncelet & Vrijders, 2021a).

PIR wordt vrij courant teruggevonden op de hergebruikmarkt. Om de isolerende prestaties van het materiaal te garanderen na de recuperatie ervan kan een test worden gedaan op de λ -waarde. Deze test is echter zeer duur. Als men de kost hiervoor wil vermijden kan men ook meer isolatie voorzien dan strikt gezien nodig is. Dit impliceert uiteraard meer plaats en meer materiaalgebruik. Momenteel voert Gentiel Acar aan de vakgroep bouwfysica van Universiteit van Gent onderzoek uit naar de technische prestaties van hardschuimisolatiematerialen na hergebruik ervan (Opalis 2024e; ISOPROC, persoonlijke communicatie, 24 januari 2024).

Gebruik in IbSN woning

In de IbSN woning wordt een doorlopende isolatielaag PIR platen, van 4 cm dikte, in het dak toegepast. Deze platen worden partieel verkleefd aan het daaronder liggende Alutrix damp scherm. Op deze platen komt een laag EPDM folie als dakafdichting. De dakafdichting wordt partieel verkleefd op de PIR-isolatie en bedekt het volledige dakoppervlak inclusief de dakopstand en de dakgoten.



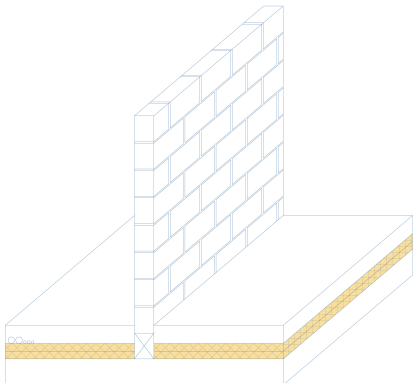
Afbeelding 25: PIR- isolatie wordt afgedekt met een zeil en ballast (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 26: Dak wordt afgewerkt met een EPDM dakdichting (BLAF Architecten, 2015)

Bij het ontmantelen van het dakpakket, wordt best van bovenaf gestart. Het eerste materiaal dat verwijderd dient te worden is de EPDM laag. Theoretisch gezien kan deze in stukken worden versneden en losgetrokken van de onderliggende PIR platen. Aangezien de EPDM en de PIR platen puntsgewijs verlijmd zijn, is er kans dat de schade door het lostrekken relatief beperkt blijft. Aangezien de dakafdichting een continue laag dient te vormen, en dit materiaal niet in 1 stuk ontmanteld zal worden, zal dit waarschijnlijk niet worden gerecupereerd. Indien voor de PIR-platen ontmantelingstesten uitwijzen dat de verlijming relatief gemakkelijk loskomt zonder al te veel schade te veroorzaken, kunnen deze platen verzameld worden om opnieuw aan te brengen. Het daaronder liggende Alutrix damp scherm is zelfklevend. Dit materiaal kan niet gerecupereerd worden omdat beschadiging tijdens het ontmantelen niet te vermijden is en het ook voor het damp scherm essentieel is dat dit een continue laag vormt. Om de OSB-beplating wel te recupereren, zou er kunnen worden geopteerd om het damp scherm op maat van de beplating te snijden en deze als een geheel te verwerken. Het plakken van een nieuw, continu damp scherm op het oude zou geen probleem mogen vormen.

2.5. Resol

	Plaats van voorkomen	vloer op volle grond
	Afmetingen	2 x 6 cm (dikte)
	Aanwezige volume	16,68 m ³
	Aanwezige massa	583,8 kg
	Soortelijk gewicht	35 kg/m ³
	λ -waarde	0,021 W/mK
	Bevestigingswijze	losliggend, ter plaatse gehouden door bovenliggende polybeton
	Nieuwprijs	34,54 euro/m ³
	Waarde hergebruikmarkt	27,64 euro/m ³
	Levensduur in TOTEM	60 jaar
	Ontmantelingsduur	onbekend
	Verwerkingsduur	nvt.

Introductie en hergebruikpotentieel

Resol is een hardschuimisolatiemateriaal dat vervaardigd wordt uit de chemische reactie van bakeliet en fenolharsen. Dit materiaal beschikt over de laagste λ -waarde van alle kunststofisolatiematerialen (0,018 - 0,021 W/mK). Zo kan met geringe diktes reeds een voldoende hoge isolatiewaarde worden gehaald. Het materiaal is bovendien drukvast en heeft een hoge brandbestendigheid. Omwille van deze performante eisen, is het materiaal duur in vergelijking met andere isolatiematerialen. Resol isolatie wordt toegepast in de vorm van isolatieplaten met vaste afmetingen die aan beide zijden voorzien zijn van een dampopen aluminiumfolie (Isolteam, 2024b; Sleiderink, 2024a).

Toepassing IbSN woning

In de IbSN woning worden Resol Kooltherm isolatieplaten toegepast als drukvaste isolatie in het vloerpakket. Er werden 2 lagen van 6 cm tussen de funderingsplaat en de polybeton geplaatst in een halfsteensverband met niet-doorgaande naden. De isolatie en het beton worden gescheiden door een PE-folie die waterinfiltratie in de isolatielaag vermindert. Deze scheiding zorgt ervoor dat de schade aan de isolatie door het recupereren van het polybeton binnen beperken kan blijven, al kan dit niet verzekerd worden bij het gebruik van een diamantzaag. Indien de bovenste plaat toch beschadigd geraakt, zou de onderste nog steeds kunnen worden gerecupereerd.

In de heropbouw van de woning wordt met deze recuperatie echter geen rekening gehouden vermits de volledige vloeropbouw zal wijzigen. De betonnen fundering en de vloerisolatie worden vervangen door zeeschelpen. Deze worden toegepast in een 50cm dikke laag en vervullen zowel de dragende als de isolerende functie. De vloerafwerking uit polybeton zal hiervoor als bekisting gebruikt worden, dit wordt verder verklaard in het onderdeel polybeton dat onder de afwerkingsmaterialen valt.



Afbeelding 27: werffoto van de IbSN woning waarop de PE-folie op de resolplaten wordt geplaatst (BLAF Architecten, 2015)

3. Afwerkingsmaterialen

Afwerkingsmaterialen vertegenwoordigen proportioneel slechts een gering deel van de totale massa. Desalniettemin behoren zij tot de meest frequent gerecupereerde elementen. Materialen zoals natuurstenen tegels, venstertabletten, tegels, kantoormeubilair, schoorstenen en afwerkingshout worden frequent aangetroffen op de hergebruikmarkt. Het succes van deze materialen op de hergebruikmarkt kan worden toegeschreven aan verschillende factoren (Ghyoot et al., 2017; Verhaert, 2020).

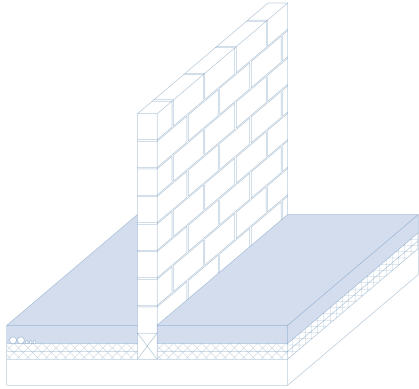
Bij de meeste gebouwen bestaat het grootste deel van de bouwkost uit de koop en plaatsing van afwerkingsmaterialen, wat helemaal niet in verhouding is met de gewichtsfractie van dit materiaal. Deze ongelijkheid benadrukt het belang van het hergebruiken van deze kostbare materialen om verlies ervan te voorkomen. Anders dan bij eerder besproken materialen, zal de aanwezigheid van gebruikssporen in sommige gevallen de waarde van het materiaal alleen maar doen toenemen (Michaël Ghyoot, Devlieger, Billiet, and Warnier 2017; Rotor, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024).

De technische haalbaarheid van de ontmanteling van deze materialen is aanzienlijk hoog. Deze materialen zijn over het algemeen gemakkelijk toegankelijk en daardoor relatief eenvoudig te demonteren, op voorwaarde dat ze niet op een onomkeerbare wijze zijn bevestigd, zoals bijvoorbeeld een betonnen gietvloer (Ghyoot, Devlieger, Billiet, en Warnier et al. 2017).

Bovendien verschillen de prestatiecriteria voor afwerkingsmaterialen aanzienlijk van die voor isolatie- of structurele materialen. Terwijl de laatstgenoemden doorgaans moeten voldoen aan strikte technische specificaties, worden afwerkingsmaterialen in hoofdzaak beoordeeld op esthetische kwaliteiten die kunnen worden geëvalueerd aan de hand van visuele inspecties. Er zal dus geen kost moeten gemaakt worden om de technische prestaties van de materialen te verifiëren aan de hand van laboproeven, aangezien er weinig tot geen risico is op technisch falen van dit materiaal (Verhaert, 2020; Ghyoot, Devlieger, Billiet, en Warnier et al. 2017).

Niettemin dient bij de demontage van sommige afwerkingsmaterialen speciale aandacht te worden besteed aan de potentiële aanwezigheid van asbest. Zowel bepaalde materialen zelf als de gebruikte lijmen voor hun bevestiging kunnen asbest bevatten (Boret & Steukers 2023; Rotor, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024).

3.1. Polybeton

	<table><tr><td><i>Plaats van voorkomen</i></td><td>vloerafwerking</td></tr><tr><td><i>Afmetingen</i></td><td>14 cm (hoogte)</td></tr><tr><td><i>Aanwezige volume</i></td><td>19,60 m³</td></tr><tr><td><i>Aanwezige massa</i></td><td>45080 kg - 45,08 ton</td></tr><tr><td><i>Soortelijk gewicht</i></td><td>2300 kg/m³</td></tr><tr><td><i>Bevestigingswijze</i></td><td>ter plaatse gestort</td></tr><tr><td><i>Nieuw prijs</i></td><td>43,23 euro/m²</td></tr><tr><td><i>Waarde hergebruikmarkt</i></td><td>nvt.</td></tr><tr><td><i>Levensduur in TOTEM</i></td><td>60 jaar</td></tr><tr><td><i>Ontmantelingsduur</i></td><td>6,25 m³/uur</td></tr><tr><td><i>Verwerkingsduur</i></td><td>nvt.</td></tr></table>	<i>Plaats van voorkomen</i>	vloerafwerking	<i>Afmetingen</i>	14 cm (hoogte)	<i>Aanwezige volume</i>	19,60 m ³	<i>Aanwezige massa</i>	45080 kg - 45,08 ton	<i>Soortelijk gewicht</i>	2300 kg/m ³	<i>Bevestigingswijze</i>	ter plaatse gestort	<i>Nieuw prijs</i>	43,23 euro/m ²	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar	<i>Ontmantelingsduur</i>	6,25 m ³ /uur	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.
<i>Plaats van voorkomen</i>	vloerafwerking																						
<i>Afmetingen</i>	14 cm (hoogte)																						
<i>Aanwezige volume</i>	19,60 m ³																						
<i>Aanwezige massa</i>	45080 kg - 45,08 ton																						
<i>Soortelijk gewicht</i>	2300 kg/m ³																						
<i>Bevestigingswijze</i>	ter plaatse gestort																						
<i>Nieuw prijs</i>	43,23 euro/m ²																						
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	nvt.																						
<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar																						
<i>Ontmantelingsduur</i>	6,25 m ³ /uur																						
<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.																						

Introductie en hergebruikpotentieel

Polybeton, ook wel gepolierd beton, is in essentie een massieve gewapende betonplaat die, na het proces van polijsten met een vlindermachine, een uniforme en glanzende afwerking vertoont. Dit materiaal wordt toegepast als vloerafwerking die rechtstreeks op de fundering kan worden gestort. Het elimineert de noodzaak voor chape, aangezien alle aanwezige leidingen in dit materiaal kunnen worden geïntegreerd (Livios, 2023).



Afbeelding 28: plaatsen van gepolierd beton (Arna, 2020)

Na het storten van beton treedt een chemische reactie op die het materiaal doet uitdrogen. Deze fase is van bijzonder belang bij polybeton. Een te snelle droging van de vloer kan leiden tot krimp scheuren in het oppervlak, wat uiteraard onwenselijk is aangezien er geen afwerking meer voorzien wordt op dit materiaal. Om dit te voorkomen, wordt er na het plaatsen een tijdelijke dampdichte film op het oppervlak aangebracht. Ook het zagen van zaagsneden is essentieel, zij vangen het werken van beton op (Livios, 2023).

De productie van beton is echter zeer milieuonvriendelijk (Lehne en Preston, 2018). Bovendien vergt het proces van het polijsten van beton een aanzienlijke energie-input. In een evaluatie met behulp van de TOTEM-tool, waarbij de milieueffecten van een 10 cm dikke conventionele gewapende betonvloer worden vergeleken met die van een gepolijste

betonvloer met dezelfde dikte, blijkt dat de eerstgenoemde een milieu-impact van 4.48 Pt/FE heeft, terwijl de laatstgenoemde een aanzienlijk hogere impact van 6.05 Pt/FE vertoont (+26%). Gezien de substantiële ecologische belasting van de productie van beton en het bijkomende energetisch belastende polijstproces, is hergebruik van polybeton zeer waardevol.

Praktijk

Aangezien polybeton een gewapend betonnen plaat is en een groot monoliet geheel vormt, zal hergebruik van dit materiaal bemoeilijkt worden. (Strauss, 2021). Een mogelijke hergebruiktoepassing van monolieten oppervlaktes is deze verzagen tot betontegels, die voornamelijk benut worden als buitenvloerbekleding. Mits enkele randbewerkingen en eventuele oppervlaktebehandelingen is dit een toegankelijke herbestemming voor beton. Als er wapeningsstaal aanwezig is, dient dit in de mate van het mogelijke verwijderd te worden. Wanneer niet alle wapening verwijderd kan worden, dienen voorzorgsmaatregelen getroffen te worden. Ten eerste dient de wapening indien mogelijk, evenwijdig met het legvlak te worden geplaatst. Daarnaast moet nagegaan worden of er nog voldoende betondekking aanwezig is om corrosie te vermijden. Tot slot dient de voorkeur uit te gaan naar een droge plaatsing, om te vermijden dat eventuele corrosie die toch nog zou optreden spanningen in de voeg of in het beton zou veroorzaken (FCRBE 2021c). Voor het verzagen van gewapend beton wordt een diamantzaag gebruikt bovendien kan ook een kraan nodig zijn voor het tillen van de potentieel zware tegels. Aangezien deze operatie zeer arbeidsintensief is en de nieuwprijs van dit materiaal heel klein is, wordt hergebruik van beton zoals eerder aangehaald in praktijk weinig toegepast (Aclagro, persoonlijke communicatie, 14 februari 2024).

Een alternatieve benadering bij hergebruik is de omvorming van diverse betonelementen tot betonbreuksteen. Een scala aan betonelementen kan potentieel worden gebruikt, met de voorkeur voor elementen die al gebroken zijn en liefst een minimale hoeveelheid wapening bevatten. Deze fragmenten fungeren als niet-uniforme bouwstenen voor het construeren van kleine muren of ommuringen, een praktijk die doorgaans wordt geassocieerd met natuursteen. Commerciële beschikbaarheid van betonbreuksteen is momenteel nog onbestaande, ondanks overvloedige aanwezigheid op slooplocaties (FCRBE 2021a). Bovenstaande toepassingen zijn echter beide een voorbeeld van cascadering.

La fabrique du Clos – Bellastock



Afbeelding 29: Verzagen van betonnen wanden tot niet dragende wandstukken (Leclercq, 2018)

De eerder uitzonderlijke recuperatie van beton wordt doorgaans geïnitieerd door ontwerpers en opdrachtgevers. Een voorbeeld hiervan is La fabrique du Clos dat uitgevoerd werd in opdracht van Seine-Saint-Denis Habitat naar een ontwerp van het coöperatief Bellastock. Het project kaderde zich binnen het grotere Nouveau Programme National du Renouvellement Urbain (NPNRU). Bellastock zelf is een ontwerpbureau met een specifieke expertise betreffende hergebruik van bouwmaterialen.

Binnen deze opdracht stond Bellastock allereerst in voor het leveren van expertise bij verschillende sloopwerven van hoogbouwblokken in Wijk Clos Saint-Lazare in Stains te Frankrijk. De vrijgekomen ruimte na sloop werd ingezet voor buurtontwikkeling en ingericht met materialen afkomstig van de gesloopte hoogbouwblokken.

Concreet werden betonnen muren gedemonteerd, ter plaatse verzaagd en hergebruikt als niet-dragende wanden voor een multifunctioneel paviljoen. De buitenruimte rond het paviljoen werd bekleed met gerecupereerde betonplaten, ook wanden uit betonbreuksteen werden opgetrokken. Hierbij werden twee verschillende plaatsingsmethoden toegepast als onderzoeksproject. In een eerste toepassing werd een wand opgebouwd zonder mortel, waarna de aannemer zelfverdichtend beton aanbracht op hun niet zichtbare zijde, als een soort pleisterlaag, om de stenen vast te mesten. In de tweede toepassing werd rondom de wand volledig een bekisting geplaatst, die vervolgens werd opgevuld met zelfverdichtend beton, waarna het oppervlak bewerkt werd tot de betonbreukstenen zichtbaar werden (Bellastock, 2024b, 2024a; FCRBE, 2021b, 2021a). Het aanbrengen van beton als mortel kan echter vragen oproepen inzake duurzaamheid en circulariteit.



Afbeelding 30: La fabrique du clos Bellastock (Leclercq, 2018)



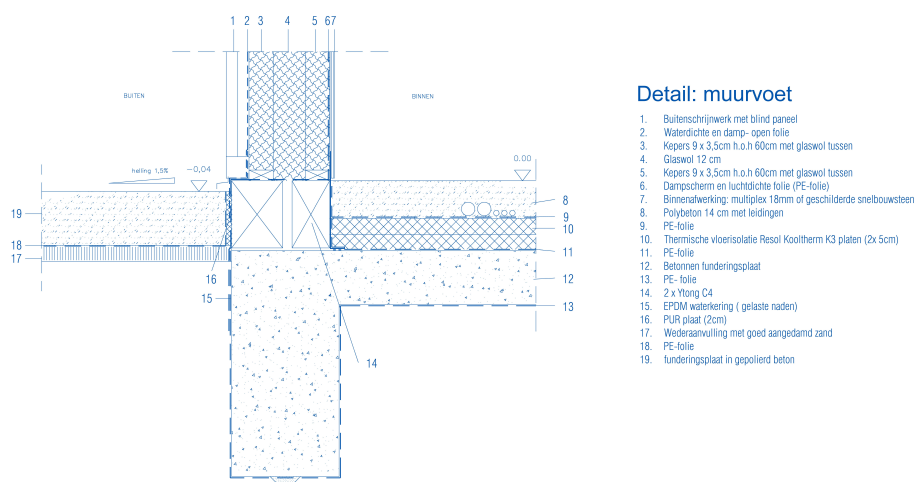
Afbeelding 31: betonbreuksteen, la fabrique du Clos Bellastock (Gillaume, 2018)

Gebruik in IbSN woning



Afbeelding 32: Interieurbeeld IbSN (BLAF Architecten, 2015)

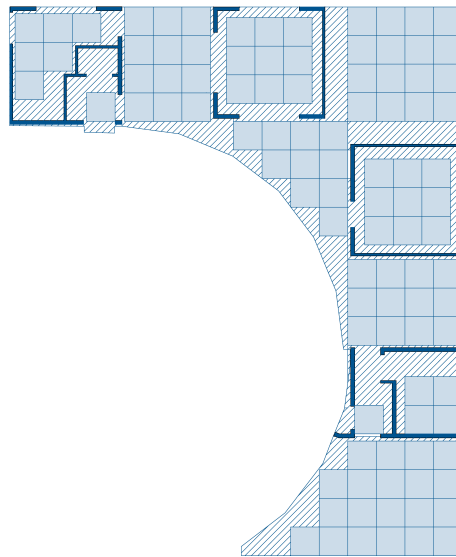
In de woning te Sint-Niklaas wordt een polybeton met een dikte van 14 cm gebruikt als vloerafwerking voor de binnenruimte. Deze is gegoten bovenop thermische Resol Kooltherm vloerisolatie, met een PE-folie als vochtbarrière tussen beide lagen. Leidingen worden rechtstreeks in dit gewapend beton geïntegreerd. Ook de terrasvloer bestaat uit gepolierd beton. Deze plaat vervult zowel een structurele als esthetische functie en heeft aldus een dikte van 20cm. Voor het hergebruik besloot BLAF zich te beperken tot de binnenvloer waar wij dieper op in zullen gaan.



Figuur 42: Detail: muurvoet

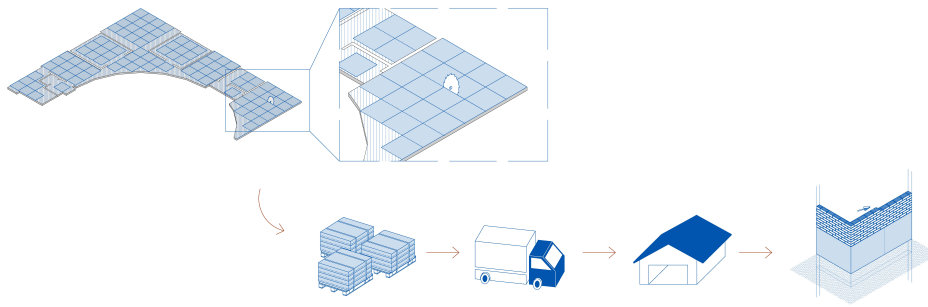
De hergebruiksstrategie die momenteel overwogen wordt voor de vloerplaat is het verzagen ervan tot vierkante stukken van 1m op 1m die zullen toegepast worden als plint en bekisting van de schelpenfundering in de heropgebouwde woning. Hiervoor zijn 3 arbeiders nodig, een kraan met machinist die de zware stukken zullen verplaatsen en een diamantzaag om door gewapend beton te kunnen zagen. Het huren van deze zaag is relatief duur, om deze operatie dus zo rendabel mogelijk te maken zal men moeten opteren om deze stukken onmiddellijk netjes recht en op het juiste formaat te verzagen. Op die manier kan vermeden worden dat latere zaagbewerkingen nog nodig zullen zijn en wordt het afval tot een minimum beperkt. De aanwezige wapening dient behandeld te worden tegen corrosie aangezien de plint zal worden blootgesteld aan omgevingsinvloeden. Deze kost wordt in de berekening echter niet betrokken aangezien dit wordt gezien als een deel van de opbouwphase die in deze thesis niet betrokken wordt.

Ten gevolge van de gebogen vorm in het grondplan, zijn niet alle delen van de betonplaat om te vormen tot de vierkante stukken die nodig zijn voor de constructie van de plint. Ook op de plaatsen waar binnenwanden aanwezig zijn, treden materiaalverliezen op. Door een grid over het grondplan uit te zetten, worden de nodige strekkende meters zaagwerk en de onbruikbare delen polybeton bepaald. Indien de volledige omtrek van de heropgebouwde woning dient voorzien te worden van een plint, zijn 80 verzaagde stukken nodig. Uit onderstaande tekening halen we dat er 140m² vloeroppervlak is en dat hieruit ongeveer 100 stukken kunnen gehaald worden.



Figuur 43: Suggestie zaaglijnen polybeton

Idealiter starten de ontmantelingswerken met het versnijden van de vloerplaat. Zo kunnen deze stukken reeds worden overgebracht naar Verbeke Foundation waar vervolgens kan worden gestart met het plaatsen van de fundering. Op die manier kunnen de afbraak- en opbouwwerken simultaan verlopen. Dit zorgt echter voor enkele bijkomende moeilijkheden. Aangezien het dak nog aanwezig is, zal het gebruiken van een kraan als heftool uitgesloten zijn. Deze stukken zijn echter zeer zwaar, het soortelijk gewicht van dit gepolierd gewapend beton bedraagt 2300 kg/m³, de stukken zelf hebben dus een gewicht van 322 kg. Dit maakt het moeilijk voor arbeiders om deze eigenhandig naar buiten te brengen. Er zal dus een alternatieve oplossing dienen gevonden te worden om deze stukken te kunnen verplaatsen. Eventueel kan een kleiner hef- en roltuig gebruikt worden. De volgorde van recuperatie zal bepaald moeten worden om te verzekeren dat het rollen steeds over een vlak pad naar buiten kan gebeuren. De haalbaarheid van deze aanpak moet verder onderzocht worden.



Figuur 44: Schema hergebruik polybeton specifiek voor de case IbSN

Kosten

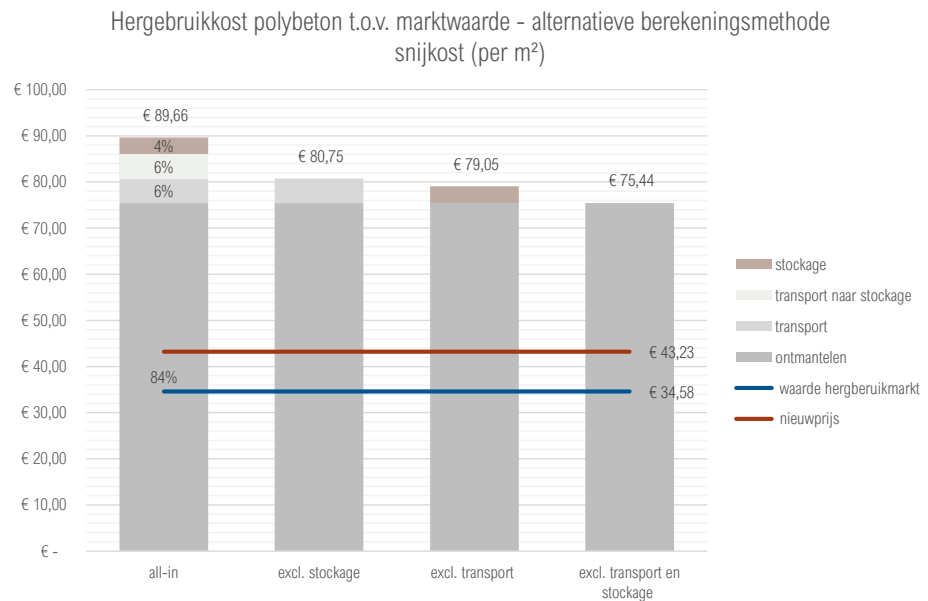
Aangezien het materiaal zal dienstdoen als plint in de heropgebouwde woning, wordt binnen de kosten-batenanalyse de marktwaarde van een geprefabriceerde betonnen plint vergeleken met de ontmantelingskosten van dit materiaal. De waarde van dit materiaal op de hergebruikmarkt wordt, analoog als voor andere materialen die niet op de hergebruikmarkt te vinden zijn, ingeschat op 80% van de nieuwprijs.¹

Het verliespercentage wordt geschat door een raster van 1 op 1 m uit te zetten op het grondplan (Figuur 44) en te bepalen welke delen bruikbaar zullen zijn als verzaagde plint. Zoals eerder werd aangehaald, zal van de 140 m² vloerplaat, ongeveer 100 m² bruikbaar zijn. Door het voldoende nauwkeurig uitvoeren van deze zaagsneden, zal het verder verzaagen van dit materiaal vermoedelijk niet nodig zijn en kan de kost van het verzaagen tot zijn minimum beperkt kunnen worden. Aangezien bedrijven gratis gesloopt beton kunnen afgeven bij betonproducenten, worden er nooit afvalverwerkingskosten voor dit materiaal in rekening genomen.

De snelheid van deze ontmanteling wordt ingeschat op 50 m² per dag. Hiervoor zijn drie arbeiders, een kraan, een machinist en een diamantzaag nodig. De kosten voor het huren van een kraan en een diamantzaag werden in een eerste berekening gebaseerd op prijzen gevonden op het internet. Een alternatieve methode voor de berekening van de zaagkost dat in de praktijk vaker wordt gebruikt is het bepalen van de prijs in functie van het aantal cm*m zaagwerk. De diepte van de nodige zaagsnede vermenigvuldigd met het aantal lopende meters zal dus de kost van het zaagwerk bepalen. Het zagen van beton per cm*m kost gemiddeld €1.10 (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024). Deze benadering leidt tot aanzienlijk hogere kosten in vergelijking met de prijzen gevonden op internet, mogelijk gerelateerd aan de inclusie van zaagbladvervangingen in de offerte. Aangezien deze kosten zijn gebaseerd op de hoeveelheid zaagwerk, terwijl de internetprijzen per tijdsinterval worden bepaald, zijn de eerstgenoemde prijzen waarschijnlijk accurater. Met als gevolg dat de kosten voor de ontmanteling alleen maar zullen toe nemen, de resultaten hiervan zijn in onderstaande grafiek te bekijken (Figuur 45). In deze grafiek wordt meteen duidelijk dat de ontmantelingskosten, die de grootste kost in de hergebruikoperatie vormen, groter zijn dan de nieuwprijs van het materiaal. Hergebruik economisch rendabel maken is momenteel niet mogelijk. Voor de grafiek met betrekking tot de internetprijs wordt verwezen naar de annex.

In dit schema wordt geïllustreerd hoe het polybeton, afkomstig van de IbSN-woning, potentieel zal worden gerecupereerd. Het materiaal zal aanvankelijk worden verzaagd tot tegels van 1m op 1m, waarbij het vervolgens op paletten wordt gestapeld voor transport en opslag. De huidige beoogde toepassing voor hergebruik is het inzetten van het materiaal als plint voor de nieuwe woning en bekisting van de schelpenfundering ervan.

¹ Deze veronderstelling zal voor het ene materiaal meer in lijn zijn met de werkelijkheid dan voor het andere. Aangezien dit materiaal een hogere afwerkingskwaliteit heeft dan andere betonnen plinten, zal deze veronderstelling voor dit specifieke materiaal relatief goed aansluiten bij de werkelijkheid.

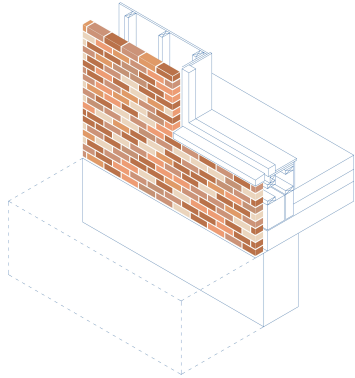


Figuur 45: Hergebruikkost polybeton t.o.v. marktwaarde - alternatieve berekeningsmethode snijkost (per m²)

Conclusie

Onafhankelijk van de manier waarop de zaagkosten berekend worden, kan geconcludeerd worden dat het niet interessant is om beton op deze manier te recupereren. Om hergebruik rendabel te maken voor dit materiaal moet de ontmantelingskost drastisch omlaag, waartoe voorlopig weinig opties zijn. Naast het verlagen van de ontmantelingsduur, kan ook het verhogen van de nieuwprijs de operatie rendabel maken. Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden door meer belastingen te heffen op ecologisch belastende materialen zoals beton.

3.2. Gevelmetselwerk

	<table><tr><td><i>Plaats van voorkomen</i></td><td>gevel</td></tr><tr><td><i>Afmetingen</i></td><td>18 x 8,5 x 5 cm</td></tr><tr><td><i>Aanwezige oppervlak</i></td><td>309 m²</td></tr><tr><td><i>Aanwezige massa</i></td><td>46301 kg - 46,30 ton</td></tr><tr><td><i>Soortelijk gewicht</i></td><td>1760 kg/m³</td></tr><tr><td><i>Bevestigingswijze</i></td><td>cementmortel</td></tr><tr><td><i>Nieuwprijs</i></td><td>0,72 euro/steen</td></tr><tr><td><i>Waarde hergebruikmarkt</i></td><td>0,51 euro/steen</td></tr><tr><td><i>Levensduur in TOTEM</i></td><td>60 jaar</td></tr><tr><td><i>Ontmantelingsduur</i></td><td>42,5 stenen/uur</td></tr><tr><td><i>Verwerkingsduur</i></td><td>102 stenen/uur</td></tr></table>	<i>Plaats van voorkomen</i>	gevel	<i>Afmetingen</i>	18 x 8,5 x 5 cm	<i>Aanwezige oppervlak</i>	309 m ²	<i>Aanwezige massa</i>	46301 kg - 46,30 ton	<i>Soortelijk gewicht</i>	1760 kg/m ³	<i>Bevestigingswijze</i>	cementmortel	<i>Nieuwprijs</i>	0,72 euro/steen	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	0,51 euro/steen	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar	<i>Ontmantelingsduur</i>	42,5 stenen/uur	<i>Verwerkingsduur</i>	102 stenen/uur
<i>Plaats van voorkomen</i>	gevel																						
<i>Afmetingen</i>	18 x 8,5 x 5 cm																						
<i>Aanwezige oppervlak</i>	309 m ²																						
<i>Aanwezige massa</i>	46301 kg - 46,30 ton																						
<i>Soortelijk gewicht</i>	1760 kg/m ³																						
<i>Bevestigingswijze</i>	cementmortel																						
<i>Nieuwprijs</i>	0,72 euro/steen																						
<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	0,51 euro/steen																						
<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar																						
<i>Ontmantelingsduur</i>	42,5 stenen/uur																						
<i>Verwerkingsduur</i>	102 stenen/uur																						

Introductie en hergebruikpotentieel

Voor gevelmetselwerk wordt typisch volle keramische baksteen gebruikt. Het productieproces van een gevelsteen is sterk verwant aan dat van de snelbouwsteen, dat reeds werd toegelicht in het gelijknamige deel. Enkel qua vormgeving wordt in bepaalde gevallen afgeweken van de strengpers die altijd gebruikt wordt voor de productie van snelbouwstenen. Een voorbeeld hiervan is de handvormsteen, waarbij klei in een mal wordt aangebracht die langs de binnenkant bedekt is met zand. Vervolgens wordt de klei in de mal aangedrukt en wordt het overtollige materiaal weggeschrapen, de klei dient hiervoor voldoende nat te zijn. De vormbaksteen kent nog een ander productieproces, waarbij in tegenstelling tot de handvormsteen de steen in relatief droge toestand in de mal wordt aangebracht en vervolgens zeer sterk wordt aangedrukt om cohesie te verkrijgen. Het gebruik van mallen, zoals bij de vormbaksteen en de handvormsteen, resulteert in meer variatie qua vorm en textuur (Belgische baksteenfederatie 2024a).

De afgelopen 10 jaar is er een hernieuwde interesse in hergebruikte materialen. Het hergebruik van baksteen werd vroeger al frequent gedaan, maar die trend was doorheen de jaren wat verdwenen ((BBSM) Bâti Bruxellois Source de Nouveaux Matériaux 2021). Hergebruik van bakstenen is echter ecologisch zeer interessant aangezien de productie ervan veel energie vergt door de hoge temperatuur waarop de stenen gebakken dienen te worden. Per gerecupereerde steen kan tegenover het gebruik van een nieuwe 0.5 kg CO₂ worden uitgespaard. Een gemiddelde eengezinswoning bestaat uit 16 000 stenen, wat bij hergebruik een besparing van 8 ton CO₂ zou betekenen (Gamle Mursten, 2024).



Afbeelding 33: Gerecupereerde bakstenen IbSN (BLAF Architecten, 2015)

Het recupereren van gevelstenen wordt veel couranter toegepast dan het hergebruiken van snelbouwsteen. Hier zijn verschillende redenen voor:

Ten eerste heeft een hergebruikte gevelsteen een specifieke uitstraling die in de smaak valt bij de kopers. Het gevelmetselwerk is zeer belangrijk voor de uitstraling van een bouwwerk. Voor deze gegeerde esthetische waarde, zijn kopers doorgaans bereid meer te betalen. Zoals reeds aangehaald bestaat bij de meeste bouwprojecten het grootste deel van de bouwkost uit de koop en plaatsing van afwerkingsmaterialen (Ghyoot, Devlieger, Billiet, en Warnier. et al. 2017).

In tegenstelling tot snelbouwsteen, is er in de traditionele spouwmuuropbouw geen dragende functie verbonden aan volle keramische gevelstenen. Bijgevolg zijn de prestatie-eisen minder streng. Uiteraard zijn er wel enkele technische prestaties aan dewelke moeten worden voldaan, zoals druksterkte, vorstbestandheid, zoutgehalte... Hierbij is de analyse van de achtergrond van deze steen essentieel om de juiste onderzoeks criteria te bepalen en om na te gaan welke stenen representatief zijn voor de hele partij. Vragen die gesteld moeten worden zijn o.a.:

- Aan welke omstandigheden werden ze blootgesteld?
- Is er vochtschade of vervuiling?
- Wanneer werden ze geproduceerd?
- Werden ze al eens hergebruikt? Hebben ze al een prestatieverklaring of CE-markering?
- ...

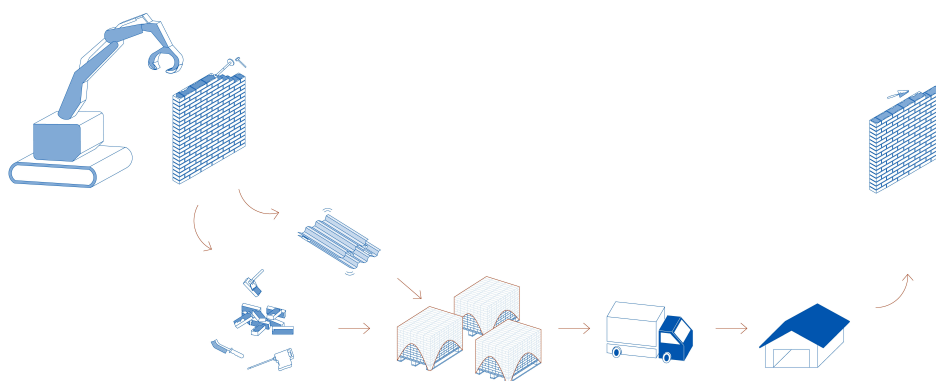
Hierin blijft echter onenigheid over de vraag of hergebruikmaterialen aan hetzelfde niveau van eisen moet worden onderworpen als nieuwe materialen (BBSM Bâti Bruxellois Source de Nouveaux Matériaux 2021; FCRBE, 2023).

Een laatste verklaring voor het courante hergebruik is de prijs. Gevelstenen zijn gemiddeld duurder dan snelbouwstenen. Dit geeft marge om de extra kosten qua ontmanteling mogelijks te dekken. De ontmantelingskosten zullen bovendien kleiner zijn doordat het kuisproces vlotter gaat bij afwezigheid van perforaties. Het materiaalverlies zal hierbij ook meer beperkt blijven. De analyse m.b.t. de rentabiliteit van de operatie, wordt verder besproken in het onderdeel *Kosten*.

Een belangrijke invloedsfactor voor een succesvolle ontmanteling van keramische bakstenen, is de mortelsoort. Eeuwenlang was kalkmortel de standaardkeuze, maar sinds de 20^{ste} eeuw werd deze meer en meer vervangen door cementmortel, waarop tegenwoordig alle normen zijn gebaseerd. De hogere hecht- en druksterkte, de snellere verharding en de lagere prijs spelen in het voordeel van deze mortel. Deze hogere sterkte heeft als gevolg dat mortelresten mogelijks moeilijker te verwijderen zijn, met een groter materiaalverlies tot gevolg (Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek, 2018). Of het verwijderen van cementmortel mogelijk is hangt af van de kwaliteit van de gevelsteen. Oudere stenen zijn doorgaans meer kwalitatief waardoor de kans op een succesvolle ontmanteling hierbij vergroot (Pascal de Roover, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024).

Echter, volgens Pascal de Roover (2024), een zelfstandige handelaar in recuperatiebaksteen, gaat het verwijderen van een cementmortel net sneller ten opzichte van de verwijdering van kalkmortel. Dit is volgens hem te verklaren door de sterkere samenhang van deze mortel waardoor deze in 1 beweging te verwijderen is. Indien de baksteen echter van slechte kwaliteit is, of voorzien is van perforaties, kan dit niet en zullen stukken steen mee afbrokkelen tijdens het verwijderen van de mortel (Pascal De Roover, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024). Naast het type steen is het succesvol ontmantelen ook afhankelijk van de weersomstandigheden waarin de muur geplaatst is. Bij goed en droog weer zal de mortel snel drogen en zal deze slechts oppervlakkig aan de steen gehecht zijn. Bij vochtig weer daarentegen, zal de mortel in de steen trekken en zal deze achteraf moeilijker te verwijderen zijn. Bastaardmortels, waarin zowel kalk en cement worden gebruikt, zijn in combinatie met een kwalitatieve steen ook een mogelijkheid om het hergebruikpotentieel te vergroten. Deze mortel bevindt zich op vele vlakken tussen de cement- en kalkmortel: qua prijs, ontmantelingssnelheid, plaatsingssnelheid en milieu-impact. Zo zijn de voordelen van beide materialen grotendeels geldig, maar blijven de nadelen beperkt. Echter ontbreekt hier nog een duidelijke normering voor (BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 28 maart 2024; Franck, persoonlijke communicatie, 1 februari 2024).

Praktijk



Figuur 46: Schema hergebruik gevelsteen

In dit schema is het hergebruik van gevelstenen grafisch weergegeven. Het metselwerk wordt ontmanteld met een kraan of met hamer en beitel. Vervolgens wordt de mortel van de stenen gehaald, ook dit kan manueel of machinaal. In dit laatste geval is dat aan de hand van vibrerende platen of messen. Tot slot worden de stenen gestapeld op paletten en omwikkeld met een PE-folie voor transport en stockage.

Het courante hergebruik van de gevelsteen zorgt voor een duidelijk beeld over hoe een ontmanteling in zijn werk gaat. Meestal gebeurt dit manueel, maar in geval van grote volumes kan een grijpkraan worden gebruikt. In het tweede geval wordt de muur als geheel op de grond gelegd om daarna de stenen elk apart los te maken met een breekhamer. Bij manuele ontmanteling wordt er gebruik gemaakt van een hamer en een beitels (FCRBE, 2021i).

Na het demonteren wordt controle op de keten toegepast. Gebroken stenen of stenen met te veel schade, worden in een afzonderlijke container verzameld als steenpuin. Dit puin kan eventueel nog worden gerecycled. Vervolgens worden de stenen die wel geschikt zijn voor hergebruik gereinigd. Hierbij worden de mortelresten handmatig of mechanisch verwijderd met behulp van een beitels, bijl en staalborstel of door middel van vibrerende messen of platen (FCRBE, 2021i). Tijdens het kuisen gebeurt er een tweede, visuele controle. Stenen die niet geschikt blijken worden alsnog bij het steenpuin gevoegd. Daarna gebeurt er een auditieve analyse waarbij met gereedschap op de steen wordt getikt om na te gaan of de steen intact, stevig en niet poreus is. Ook een mechanische test kan worden uitgevoerd die de porositeit van de stenen nagaat door over de steen te wrijven. Een dof geluid of een afschilferend oppervlak tonen aan dat de steen niet geschikt is voor hergebruik. Tot slot worden alle stenen verspringend op paletten gestapeld van maximaal 1m hoog. Om tijdens het transport breuken te vermijden, worden de paletten ingepakt in PE-krimpfolie die de stenen samenhoudt (FCRBE, 2021i).

Demontage, sorteren en behandelen van keramische stenen moet met de nodige zorg gebeuren om het breken van de stenen te vermijden. Door hun broze karakter, zal er steeds materiaalverlies optreden. Doorgaans kan slechts 50-70% van de bakstenen hergebruikt worden, maar dit is sterk afhankelijk van het soort steen (Franck stenen, Persoonlijke communicatie, 1 februari 2024; FCRBE 2023).

IbSN woning- BLAF Architecten



Afbeelding 34: Voorgevel voormalige woning op perceel IbSN (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 35: metselwerk IbSN met gerecupereerde gevelstenen (BLAF Architecten, 2015)

De traditie van het hergebruiken van bakstenen bestaat al enige tijd. Er zijn bijgevolg vele referentieprojecten terug te vinden waarin recuperatiebakstenen worden toegepast. De gevelsteen waarmee de IbSN woning door BLAF-architecten werd uitgevoerd, is ook van recuperatieoorsprong. Een deel van de stenen komt voort uit de ontmanteling van de gevelstenen van de oorspronkelijke woning op dit perceel. De gevels van deze eerste woning waren uitgevoerd in een kruisverband dat werd opgetrokken met Boomse machinestenen en kalkmortel. Over het algemeen werd een diepte van 1 steen gehanteerd, enkel de voorgevel had een diepte van anderhalve steen. Ornamenten van deze voorgevel werden uitgevoerd met stenen die vermoedelijk afkomstig waren uit de polderstreek.

Gebruik in IbSN woning

De gebruikte gevelsteen werd gerecupereerd uit de vorig woning en kunnen geklasseerd worden als een Boomse machinesteen. Deze stenen hebben een streklengte van 18 cm, een koplengte van 5 cm en een hoogte van 8.5 cm. Er kunnen doorheen de woning twee metselverbanden worden herkend. Een eerste deel van de stenen wordt gebruikt als buitenafwerking van de houtskeletstructuur, deze worden in halfsteens verband uitgevoerd en worden ondersteund door verankeringen in de dragende constructie. Een tweede deel is de patio die omhuld wordt door bakstenen wanden, voltrokken in een steens verband. Dit heeft als voordeel dat het zelfdragend is door zijn grotere dikte.



Afbeelding 37: Werffoto metselwerk IbSN (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 36: Foto steens verband IbSN (BLAF Architecten, 2015)

In de oorspronkelijke woning werd kalkmortel gebruikt, wat de demontage van de stenen ten goede kwam. In de huidige woning werd echter cementmortel toegepast. Hoewel de stenen hun duurzaamheid al bewezen hebben, zal uit testen moeten blijken of de gevelsteen gemakkelijk een tweede keer kan worden hergebruikt en of de cementmortel eenvoudig van de stenen te verwijderen zal zijn. Zoals de werffoto's aantonen was het tijdens het metsen goed weer, wat in het voordeel van het kuisen zal spelen.



Afbeelding 38: Gevelbeeld IbSN (BLAF Architecten, 2015)

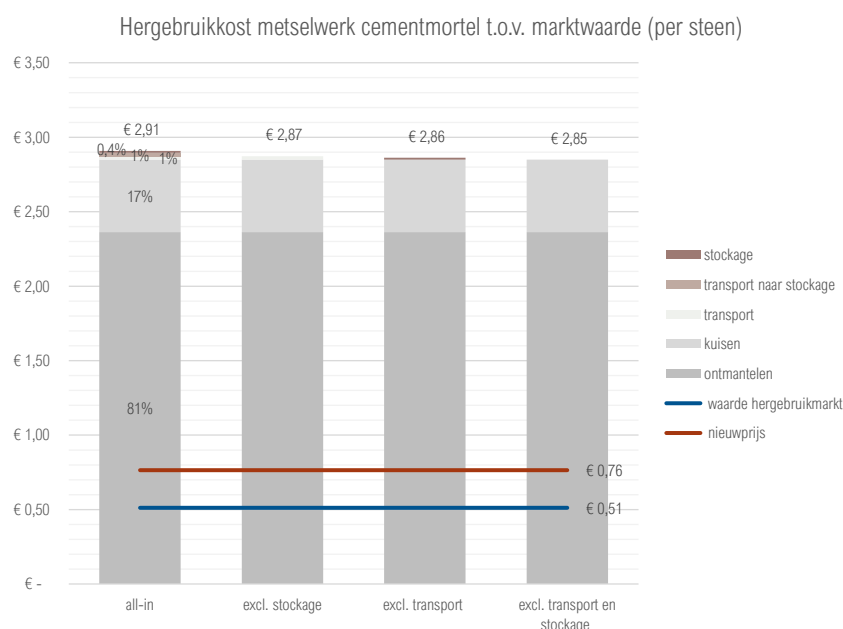
Kosten

Binnen de kostenanalyse wordt verondersteld dat de stenen manueel zullen worden ontmanteld met behulp van een hamer en beitel. Hierna worden de stenen gekuisd, waarbij de nog aanwezige mortelresten van het oppervlak gehaald worden. Het kuisen gebeurt op de werf zelf en vereist een heftruck voor het verplaatsen van de paletten. Aangezien de ontmantelingssnelheid varieert in functie van de mortelsoort, wordt zowel voor kalk- als cementmortel een kostenanalyse gemaakt.

Cementmortel

De gemiddelde ontmantelingssnelheid voor metselwerk met cementmortel die in de berekening wordt gebruikt bedraagt 42.5 stenen/uur, de snelheid van het kuisen bedraagt ongeveer 100 stenen/uur.[!] Het ontmantelen van de stenen vormt duidelijk de grootste kost (81% van de totaalcost). Ten gevolge van de ontmanteling en het kuisen van de stenen, zal een bepaald aantal stenen verloren gaan. Er wordt een verliespercentage van 50% verondersteld om een voldoende veilige inschatting te maken. Bij het kuisen wordt aangenomen dat nog eens 5% verloren gaat. Zoals duidelijk blijkt uit onderstaande grafiek (Figuur 46), is het hergebruik in geval van stenen met cementmortel gemetst, weinig interessant.

[!] Deze snelheden worden vastgesteld door het gemiddelde te berekenen van de verzamelde snelheden. Voor cementmortel konden echter minder inschattingen worden verzameld dan voor kalkmortel. Afhankelijk van de omstandigheden op de werf zal de werkelijke snelheid meer en minder van deze gemiddelde waarde afwijken.



Figuur 47: Hergebruikkost metselwerk cementmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)

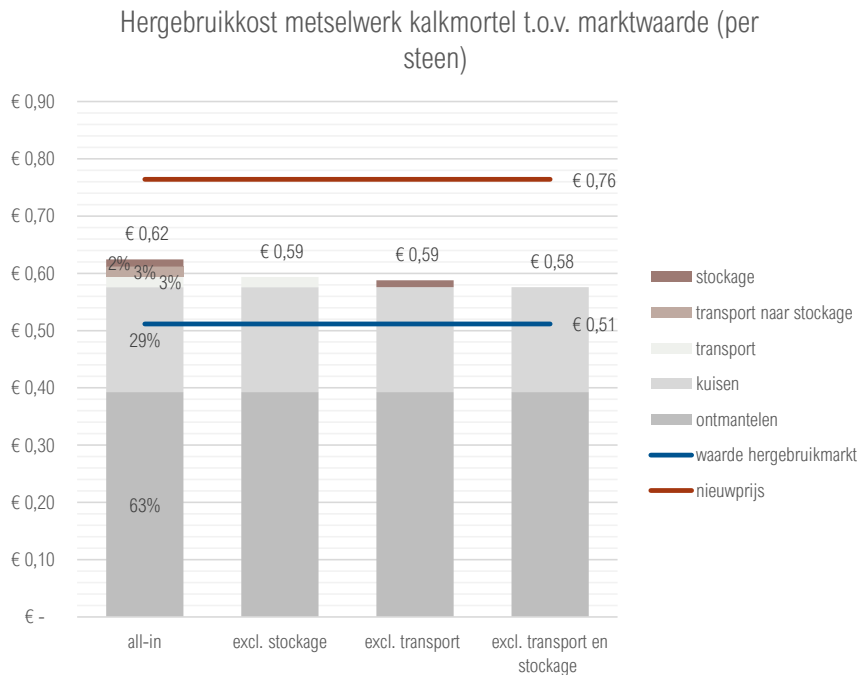
In een zijonderzoek wordt nagegaan of het in rekening brengen van de sloopkost voor dit materiaal, de operatie interessant kan maken. Aangezien het verschil tussen de hergebruikkosten en de waarde van het materiaal relatief hoog is, zal een vergoeding van deze sloopkost (144€/m³) en de afvalverwerkingskost (7€/ton) van dit materiaal onvoldoende zijn om de hergebruikkost te compenseren (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024). Voor de bijhorende grafiek verwijzen we naar *Bijlage H*.

Kalkmortel

Aangezien kalkmortel minder sterk is dan cementmortel, wordt een verliespercentage van 30% aangenomen. Na het kuisen wordt eveneens een verliespercentage van 5% verondersteld. De gemiddelde ontmantelingssnelheid in geval van kalkmortel bedraagt ongeveer 180 stenen/uur. De kuissnelheid ligt een heel stuk hoger en bedraagt 270 stenen/uur.[!]

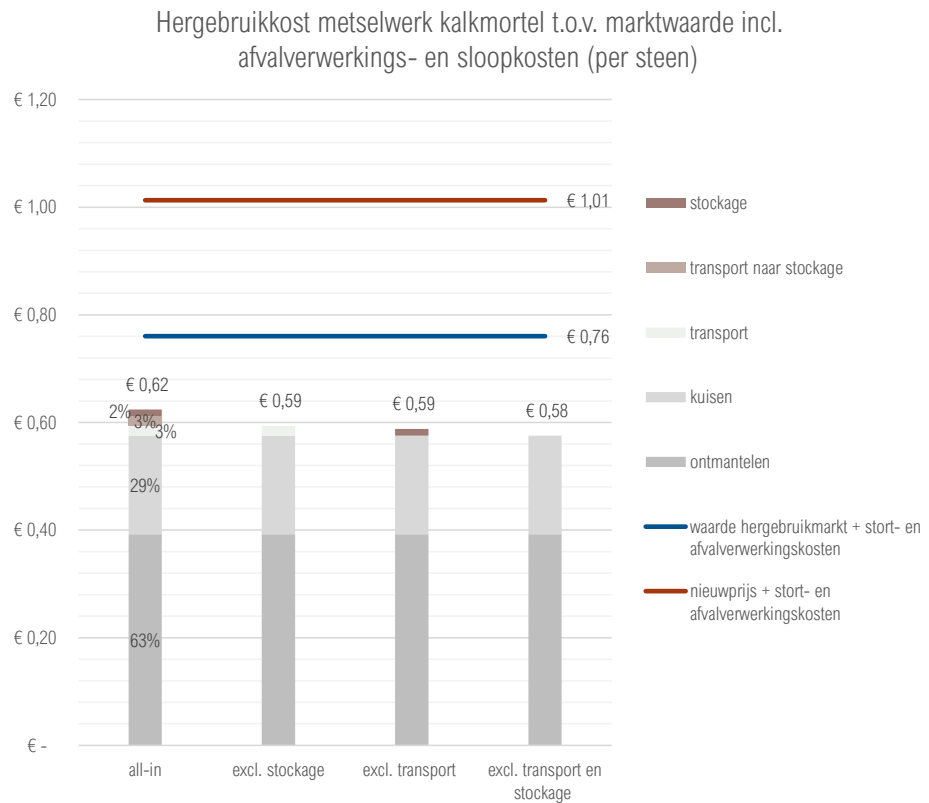
[!] Deze snelheden van ontmanteling en verwerkingen zijn gemiddelden van een data verzameling. Afhankelijk van de omstandigheden van de werf zal de werkelijke snelheid hier meer of minder van afwijken.

Ook in het geval van kalkmortel is de ontmantelingskost de grootste kost in de hergebruikoperatie. Aangezien de ontmantelingssnelheid van dit materiaal echter een stuk hoger ligt dan voor cement, zal de kost voor de ontmanteling proportioneel minder groot zijn, hier bedraagt hij “slechts” 63% van de totaalkost. Indien de sloop- en de afvalverwerkingskost niet gefinancierd worden, is de totale hergebruikkost kleiner dan de nieuwprijs, ook indien beroep wordt gedaan op extern transport en externe stockage. Echter, indien vergeleken met de marktwaarde op de hergebruikmarkt, zijn de kosten hoger. M.a.w., de aannemer maakt met de verkoop van het hergebruikproduct verlies.



Figuur 48: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)

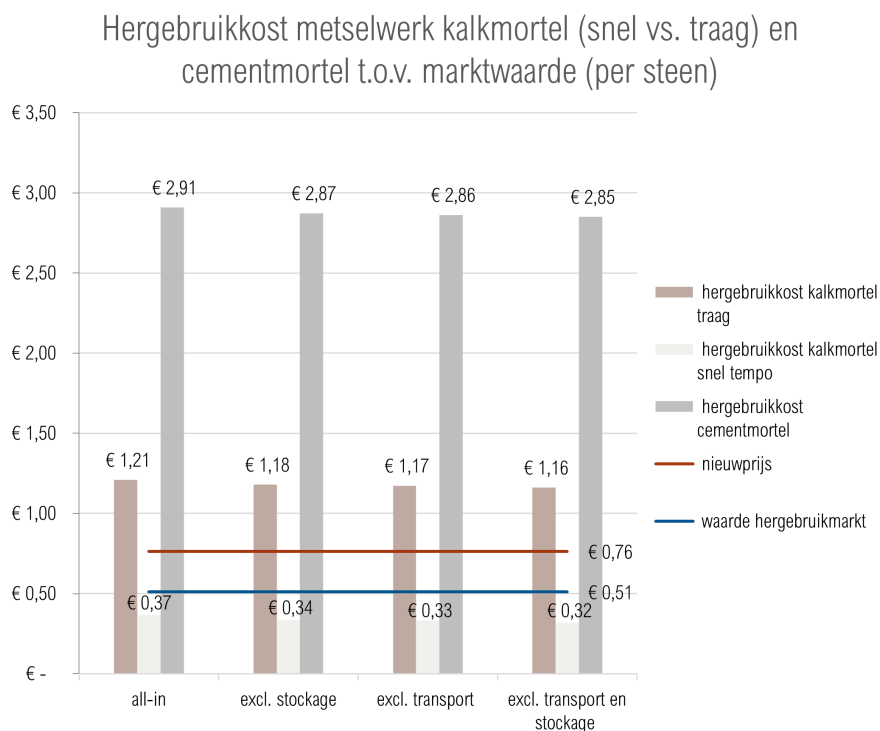
Wanneer we voor baksteen gemetst met kalkmortel de afvalverwerkings- en sloopkosten meerekenen, wordt het ook voor de aannemer interessant om dit materiaal te hergebruiken. Zoals in Figuur 49 te zien is, kunnen er zelfs aanzienlijke winsten gemaakt worden, vandaar dat hergebruik van baksteen courant gebeurt. Indien zowel beroep wordt gedaan op extern transport als externe stockage kan de aannemer een winst maken van €0,14 per steen.



Figuur 49: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel t.o.v. marktwaarde incl. afvalverwerkings- en sloopkosten (per steen)

De snelheid van een ontmanteling hangt af van de gebruikte mortel, de omstandigheden waarin het metselwerk opgetrokken werd, de kwaliteit van de stenen en de ervaring van de aannemer. De uiteindelijke snelheid kan bijgevolg sterk variëren, wat overeenkomt met wat we zien in de verschillende informatiebronnen en data die we hebben verzameld. De gegevens variëren van 10 tot 300 stenen per uur per arbeider. Een analyse van het effect van de verschillende ontmantelingssnelheden bij gebruik van kalkmortel werd gemaakt.

De hergebruikkost bij de laagste ontmantelingssnelheid voor kalkmortel (94 stenen/uur) en de laagste kuissnelheid (125 stenen/uur) wordt in onderstaande grafiek vergeleken met de hergebruikkost bij de hoogste ontmantelingssnelheid (300 stenen/uur) en de hoogste kuissnelheid (625 stenen/uur). Deze variatie wordt voor cementmortel niet gemaakt, aangezien hergebruik van metselwerk met cementmortel voor de aannemer niet interessant is en dit bijgevolg in de praktijk minder wordt gedaan, kon hier minder data over verzameld worden. Ter volledigheid wordt deze kost echter toegevoegd in onderstaande grafiek.



Figuur 50: Hergebruikkost metselwerk kalkmortel (snel vs. traag) en cementmortel t.o.v. marktwaarde (per steen)

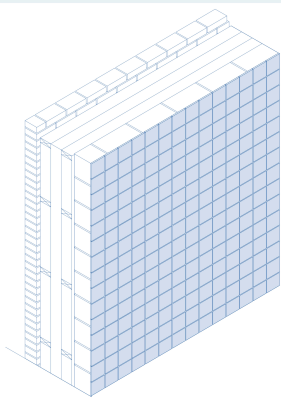
Wanneer kalkmortel aan het laagste tempo wordt ontmanteld en gekuist, merken we dat de initiële efficiëntie van de operatie verloren gaat voor de klant. Dit laagste tempo is in geval van kalkmortel echter nog steeds sneller dan de gemiddelde snelheid die bereikt wordt bij baksteen met cementmortel. Ook zullen de kosten nog steeds kleiner blijven t.o.v. de kosten voor hergebruik van metselwerk met cementmortel. Indien men erin slaagt het metselwerk aan het hoogste tempo te ontmantelen en te verwerken, wordt de operatie zowel voor de klant als voor de aannemer financieel interessant, ook zonder betrekking van sloop- of afvalverwerkingskosten.

Conclusie

Ondanks dat sommige aannemers beweren dat cementmortel eenvoudiger te kuisen is dan kalkmortel, blijkt uit het merendeel van de gesprekken dat cementmortel bij ontmanteling voor meer complexiteit zorgt. Omwille van de lagere ontmantelings- en kuissnelheid zal de recuperatie van gevelmetselwerk met cementmortel niet interessant zijn, noch voor de aannemer, noch voor de klant. Dit geldt ook indien sloop- en/of afvalverwerkingskosten vergoed worden.

In het geval dat kalkmortel gebruikt werd, is hergebruik interessant voor de klant. Voor de aannemer is het interessant in het geval dat hij de sloop- en afvalverwerkingskost gecompenseerd krijgt, of indien hij erin slaagt te ontmantelen aan een tempo van 300 stenen per/uur en te kuisen aan een tempo van 625 stenen/uur. In de meeste gevallen is het dus economisch interessant om metselwerk met kalkmortel te recupereren.

3.3. Keramische wandtegels – faience

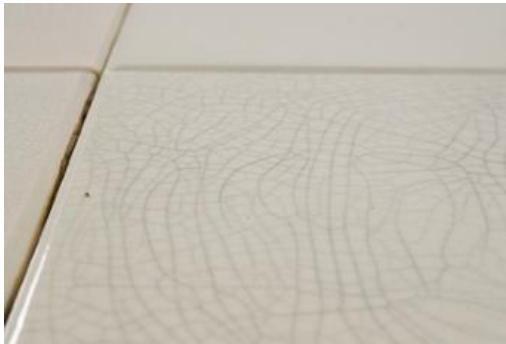
	<i>Plaats van voorkomen</i>	toilet, keuken, badkamer
	<i>Afmetingen</i>	10 x 10 x 0,65 cm
	<i>Aanwezige oppervlakte</i>	17,38 m ²
	<i>Aanwezige massa</i>	243,32 kg
	<i>Soortelijk gewicht</i>	14 kg/m ²
	<i>Bevestigingswijze</i>	lijmmortel op uitgecementeerde snelbouwsteen
	<i>Nieuwprijs</i>	34,52 euro/m ²
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	28,75 euro/m ²
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	4,4 m ² /uur
	<i>Verwerkingsduur</i>	7m ² /uur

Introductie en hergebruikpotentieel

Wanneer we het hebben over een faience tegel, dan refereren we naar geglaazuurd keramisch materiaal. Deze tegels worden door de vereniging “Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek” om verschillende redenen als duurzaam beschouwd. Vooreerst door hun gebruik van natuurlijke en onuitputbare grondstoffen. Klei en zand vormen de hoofdbestanddelen van keramisch tegelwerk en worden aangevuld met onder andere water en kwarts. Daarnaast hebben faience tegels een lange levensduur dankzij hun gunstige mechanische en fysische eigenschappen die onder andere de slijtvastheid, vorstbestendigheid, brandweerstand, kleurvastheid, bestandheid tegen water en chemische of mechanische invloeden omvatten. Deze gunstige eigenschappen worden doorheen de volledige levensduur behouden, wat deze materialen zeer gunstig maakt voor hergebruik. Echter, het energie-intensieve bakproces waarbij de tegels tweemaal op hoge temperatuur moeten worden gebakken, kunnen hun duurzaamheid ter discussie stellen, maar is tegelijk net een extra reden om het product te hergebruiken (vereniging Koninklijke Nederlandse bouwkeramiek, 2024).

Tijdens het vervaardigen van de tegels, worden de grondstoffen voor een eerste maal gebakken op een temperatuur tussen 1 000 - 1 200°C (FCRBE, 2021h). Vervolgens wordt de minder poreuze glazuurlaag aangebracht die de tegel beschermt tegen vochtindringing en slijtage. Het glazuurprocédé is complex; de juiste combinatie van silicaten, aluminiumverbindingen en metaaloxides moet zorgen voor een glanzende of matte uitstraling. Door de verhoudingen aan te passen, kunnen tegels met volledig andere kenmerken worden vervaardigd. Het resultaat wordt pas zichtbaar wanneer de tegel voor een tweede keer op een hoge temperatuur (1050 °C) wordt gebakken (Immaterieel erfgoed Vlaanderen, 2024). Deze glazuurlaag maakt van de tegel een hygiënisch product dat makkelijk te reinigen is. Om deze reden zien we de faientegel voornamelijk terugkomen op plaatsen als de badkamer, het toilet of de spatwand in de keuken (FCRBE, 2021h).

Ten gevolge van ouderdom kunnen er in de glazuurlaag haarscheurtjes ontstaan, ook wel craquelé genoemd (De Tijd van Toen, 2018). Deze kunnen ook, om esthetische redenen, bewust worden geïnduceerd door het creëren van spanningen tussen de glazuurlaag en de tegel tijdens de productie of kunnen ontstaan door ongewenste mechanische spanningen bij de plaatsing. Hierdoor zal de tegel niet meer volledig waterdicht zijn en wordt de tegel gevoelig voor vochtopname en zal dus bijgevolg minder geschikt zijn voor hergebruik (FCRBE, 2021h).



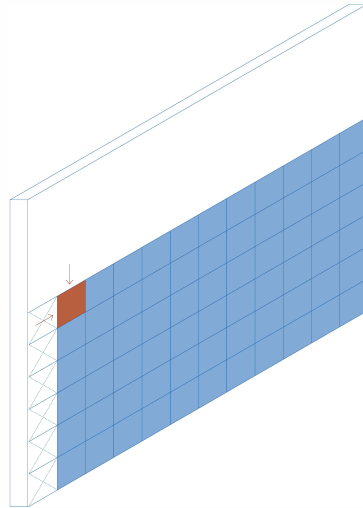
Afbeelding 39: Craquelé zichtbaar op een geglazuurde keramische tegel (FCRBE, 2021)

Hoewel keramische tegels in theorie geschikt zijn voor hergebruik, is het succes van demontage grotendeels afhankelijk van de kwaliteit van de tegel en de installatie: welke mortel wordt gebruikt en wat is de samenstelling en de dikte van de voegen? (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024) Vóór de opkomst van het cement, werden deze tegels met behulp van een kalkmortel tegen de wand geplaatst. Vanaf de 2^e helft van de 20^e eeuw, kende de lijm-mortel een opkomst (Omnicol, 2015). Dit zorgde voor een flexibelere plaatsing op eender welk type ondergrond, maar de sterkere lijmen zijn moeilijker te verwijderen van de tegels. Daarom worden verlijmd tegels vaak verkocht in de staat waarin ze ontmanteld zijn, inclusief lijmresten (FCRBE, 2021h). De achterkant van de tegels moeten voor een succesvol hergebruik niet volledig vlak zijn, maar de hoogteverschillen moeten beperkt blijven zodat de lijm gelijkmatig kan worden aangebracht en dikker is dan de resterende lijmresten (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024). Om de haalbaarheid van hergebruik vast te stellen, dienen ontmantelingstesten te worden uitgevoerd. Idealiter gebeurt dit op verschillende plaatsen in het gebouw aangezien kleine variaties in waterhoeveelheid bij het aanmaken van nieuwe mortel de demonteerbaarheid kan beïnvloeden (De Wilde 2023).

Praktijk

Om intacte en homogene loten te garanderen, is een zorgvuldige ontmanteling prioritair. Om de schade te beperken, wordt er aangeraden om spanningen in het materiaal tijdens de ontmanteling te vermijden. Dit kan door op voorhand ruimte rond de tegels vrij te maken. Praktisch kan dit gerealiseerd worden door telkens 2 van de 4 zijdes vrij te maken waarvoor dus 2 loodrechte rijen tegels in de ruimte zullen moeten worden opgeofferd. Deze methode wordt schematisch weergegeven in Figuur 51 (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024; (FCRBE, 2021h). Deze opoffering gebeurt door een kruisvorm in de opofferingstegels te slijpen om deze vervolgens met een beitels de driehoekjes een voor een los te maken. De tegels kunnen ook simpelweg stuk worden geslagen met een hamer, maar dan is de kans op schade groter. Eens de nodige zijden zijn vrijgemaakt, kan er met een rubberen hamer op de vrije hoek van de tegels worden geslagen zodat deze loskomen uit de mortel (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024 ; Stockmans 2016b).

Voor een vlotte ontmanteling dienen er steeds 2 zijdes van de tegel vrij te zijn. In het geval van een spatwand betekent dit dus dat 1 verticale rij tegels zal moeten worden opgeofferd om vervolgens in de linkerhoek verder te gaan met de ontmanteling.



Figuur 51: Schematische voorstelling opofferings tegels



Afbeelding 40: Ontmanteling van keramische wandtegels in het toilet van een woning in de Cantecleerwijk

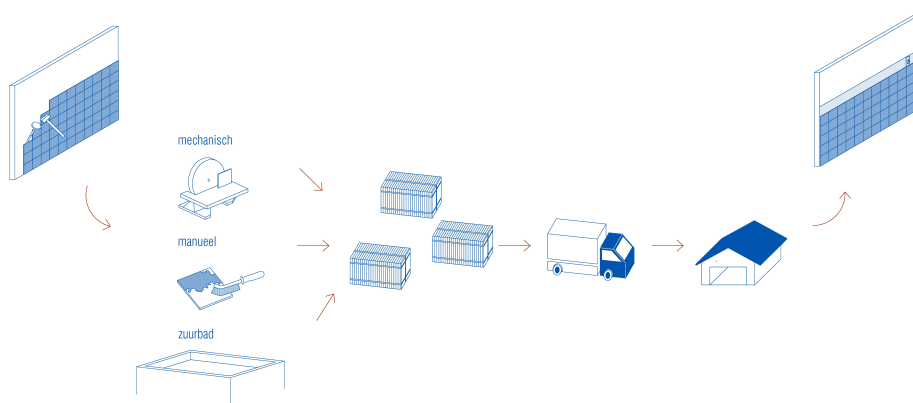
Eens de tegels zijn losgemaakt, kan het kuisproces van start gaan. Hiervoor bestaan verschillende methodes die afhankelijk van de bevestigingswijze worden toegepast. Kalkmortel zal vrij simpel te verwijderen zijn met behulp van een stalen borstel. Tegels ontdoen van cementmortel daarentegen is arbeidsintensiever. Hiervoor wordt vaak hamer en beitel gebruikt of een slijpmachine (FCRBE, 2021h). Het gebruikte cement is in de meeste gevallen sterker dan de tegel, dus worden de restjes mortel bij sterke hechting er beter afgeslepen en niet geklopt, want dan neemt de kans tot breuk aanzienlijk toe (De Tegeltent, 2024). In meer uitzonderlijke gevallen wordt een fysisch-chemische behandeling gebruikt, een techniek die enkel van toepassing is op keramische tegels. Aangezien het principe hierachter gebaseerd is op het oplossen van cement, zou het reinigen van een cementtegel of een andere poreuzere steen op dergelijke manier betekenen dat er geen tegel meer overblijft. Deze methode leidt echter tot minder risico op het breken van tegels. Bovendien kunnen er heel wat tegels in één keer gereinigd worden en is het een weinig arbeidsintensief proces. Toch wordt deze techniek minder vaak gekozen. Dit valt te verklaren doordat niet alle bedrijven een zuurbad ter beschikking hebben, maar ook doordat mechanisch reinigen toch sneller is. Hierbij moet immers niet gewacht worden tot het zuur zijn werk heeft gedaan. Tegels moeten gemiddeld 1 week in het zuurbad blijven gevolgd door een week in een bad met water. Indien de mortelresten te dik waren bij aanvang van het zuurbad, begint het hele proces opnieuw (De Wilde 2023; RotorDC, persoonlijke communicatie 25 maart 2024).



Afbeelding 41: Tegels worden in het zuurbad geplaatst om de mortelresten te verwijderen (De Wilde Vincent, 2023)



Afbeelding 42: Mortelresten worden handmatig met hamer en beitel verwijderd (De Wilde Vincent, 2023)



Figuur 52: Schema ontmanteling faiencetegels

Dit schema geeft weer welke weg de faiencetegels afleggen van ontmantelen tot het effectieve hergebruik. Nadat ze met hamer en beitel zorgvuldig werden ontmanteld, worden de mortelresten verwijderd. Dit kan mechanisch, manueel met een staalborstel en/of een beitel of met behulp van een zuurbad. De tegels worden in nieuwe pakketten of in dozen verzameld om vervolgens getransporteerd te worden naar hun tussenstockage of nieuwe toepassing.

Bij de ontmantelingstesten in de Canteclaerwijk te Deinze, merkten we dat het slaagpercentage van de ontmanteling van wandtegels doorheen het huis zeer verschillend was. De tegels in de keuken konden zeer gemakkelijk worden losgemaakt terwijl zo goed als geen enkele tegel in de badkamer succesvol werd ontmanteld. Dit kan volgens Mounji Berrahal van RotorDC te wijten zijn aan het gebruik van een ander soort mortel. Aangezien de badkamer een veel vochtiger plek is, wordt vermoedelijk een sterkere lijm gebruikt om te vermijden dat de mortel door vocht de hechting met de tegel verliest. Doordat het bij wandtegels om zeer dunne keramische vlakken gaat die tegenwoordig standaard met lijmmortel worden bevestigd, zijn deze doorgaans moeilijker te ontmantelen dan dikkere vloertegels (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024). Volgens Aclagro lukt het succesvol ontmantelen en reinigen slechts in 40% van de gevallen door hun geringe dikte. Er moet dus rekening gehouden worden met aanzienlijke en zeer uiteenlopende verliezen van het materiaal (Aclagro, persoonlijke communicatie, 30 januari 2024). Aangezien grote homogene loten moeilijk te vinden zijn omwille van de delicate ontmanteling, vraagt het gebruik van gerecupereerde wandtegels enige creativiteit. Vaak zijn vooral tegels met grote historische of esthetische waarde te vinden op de hergebruikmarkt (FCRBE, 2021h).

Hoewel de tegels er op het eerste zicht gelijk uitzien, lukt de ontmanteling op sommige plaatsen in de woning wel, zoals in het toilet (links), op andere plaatsen niet, zoals de badkamer (rechts).



Afbeelding 43: geslaagde ontmanteling in het toilet van een woning in de Canteclaerwijk



Afbeelding 44: niet-succesvolle ontmanteling in de badkamer van een woning in de Canteclaerwijk

Co-housing Embassy te Schaarbeek



Afbeelding 45: Hergebruikte faiencetegel in badkamer

In de co-housing Embassy in Schaarbeek, werd één van de woon-units ingericht door Rotor. Het ontwerp was vooral gericht op de badkamer en de keuken. In de badkamer werden crèmekleurige recuperatie faiencetegels gebruikt. In de douche werden diepblauwe keramische wandtegels gebruikt die afkomstig waren van de site zelf. Ook het meubilair, wastafels, toilet, glaswanden en plafondelementen zijn afkomstig van de recuperatiemarkt. Ook hier is het resultaat te danken aan een flexibele samenwerking tussen verschillende partijen. Net als in de IbSN woning omvatten de wandtegels slechts een zeer beperkt oppervlak. Dit maakt het mogelijk om homogene loten te vinden die groot genoeg zijn. (Rotor, 2022)

Gebruik in IbSN woning

In het toilet, de keuken en de badkamer van de IbSN woning worden geglazuurde keramische tegels gebruikt als wandbekleding. Het gaat hier om kleine oppervlaktes: 7,4m² in het toilet, 0,84 m² als spatwand in de keuken en 9,14 m² in de badkamer. In totaal is er dus slechts 17,38 m² tegel gebruikt wat goed is voor zo'n 1791 stuks. Er werd gekozen voor een witte tegel met standaard afmetingen van 10 x 10 cm en een dikte van 6,5mm. Voor het betegelen werd de gevoegde snelbouwsteen uit gecementeerd met een sneldrogende egalisiemortel op basis van cement. Het plaatsen van de tegels zelf gebeurde met een lijm mortel.

Testen zullen moeten uitwijzen of ontmanteling enigszins zinvol kan zijn. Indien de tegels goed losmaakbaar zijn en er besloten wordt ze te recupereren, zullen er zoals eerder gezegd tegels moeten worden opgeofferd voor de ontmanteling. Op kleine oppervlaktes zoals hier, zullen de opgeofferde tegels een groot percentage omvatten van de totale aanwezige producten. Hier bovenop komt ook nog eens het materiaalverlies ten gevolge van de ontmanteling en het kuisen zelf. Dit betekent dat er bij de heropbouw niet genoeg originele tegels aanwezig zullen zijn. Hier kan op verschillende manieren mee omgegaan worden. Één van de opties is bijvoorbeeld om deze aan te vullen met tegels van op de hergebruikmarkt. Gezien het om een vrij standaard tegel gaat, bestaat er een kans dat deze tegel nog ergens te vinden is, maar evengoed kan creatief worden omgegaan met een compleet andere soort tegel. Een andere optie kan zijn om het bezette oppervlak te reduceren waardoor er wel nog voldoende tegels voor handen zijn.

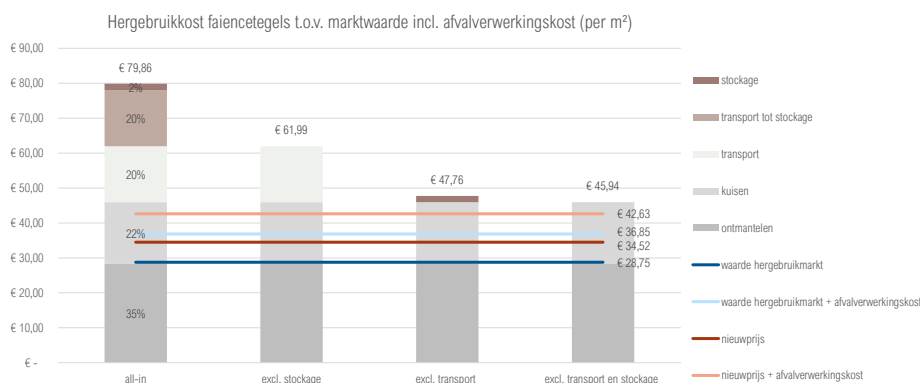


Afbeelding 46: Faiencetegels in de badkamer van de IbSN woning, geplaatst op uitgecementeerde snelbouwsteen (BLAF Architecten, 2015)

Kosten

In deze kostenanalyse wordt een ontmantelingssnelheid van 35m² per dag per arbeider en een kuissnelheid van 5 sec. per tegel aangenomen[!]. In een eerste analyse wordt een pessimistisch scenario onderzocht waarbij 60% van de tegels verloren gaat bij de ontmanteling en nog eens 5% bij het kuisen. Meer dan een derde van hergebruikkost gaat naar de ontmanteling van de tegels zelf. Doordat in dit scenario slechts 17,38 m² tegels in beschouwing wordt genomen, loopt de verhouding van de transportkost sterk op. Echter, Figuur 53 toont ons dat ook zonder de transport- en stockagekosten en met de afvalverwerkingskost van €220/ton, deze operatie verliesgevend zal zijn. Het in rekening brengen van een vol transport zal de algemene kost dus sterk doen dalen, maar kan het recupereren van de tegels niet winstgevend maken (Bijlage I).

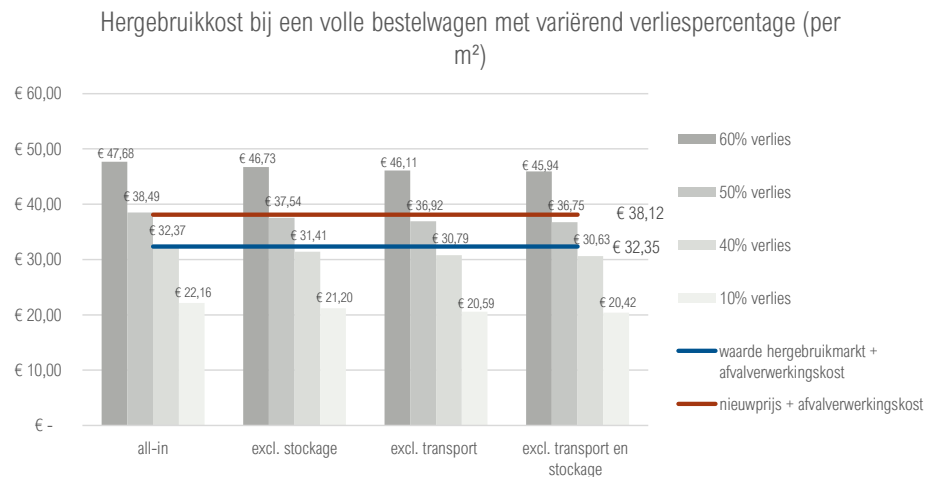
[!] Deze snelheden werden aangenomen op basis van gesprekken. Uiteraard zijn dergelijke cijfers zeer case afhankelijk en zijn de aangenomen snelheden dus op zijn best een grove schatting die met de nodige voorzichtigheid moet worden behandeld.



Figuur 53: Hergebruikkost faiencetegels t.o.v marktwaarde incl. afvalverwerkingskost (per m²)

Wat meer effect zal hebben op de kostprijs is het verliespercentage. In een eerste analyse werd het meest negatieve verliespercentage aangenomen dat uit de interviews werd afgeleid. De ontmantelingen in de Canteclaerwijk toonden echter aan dat sommige tegels zelfs zonder gereedschap eenvoudig te verwijderen zijn. In dit geval gold een verliespercentage van slechts 10%. Bij het maken van dezelfde berekening met dit lagere verliespercentage wordt duidelijk dat het recupereren van wandtegels voor beide partijen een interessante zaak is.

Rekening houdend met een volle bestelwagen, tussenstockage, de afvalverwerkingskost en een verliespercentage van 10%, kan de aannemer €10,96/m² verdienen en de klant €15,96 besparen. Het variëren tussen deze twee extremen laat zien dat voor de klant alles onder een verliespercentage van 50% voordelig is, terwijl voor de aannemer alles onder een verliespercentage van 40% gunstig blijkt te zijn (Figuur 54).

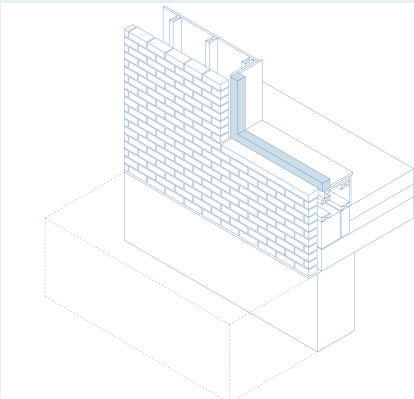


Figuur 54: Hergebruikkost bij een volle bestelwagen met variërend verliespercentage (per m²)

Conclusie

De haalbaarheid van het ontmantelen van faiencetegels is sterk afhankelijk van de specifieke situatie. Variabelen zoals de kwaliteit van de tegels en het type mortel dat werd gebruikt, hebben aanzienlijke invloed op zowel de tijdsduur als het verliespercentage tijdens de ontmantelingsoperatie. Een aanzienlijk verliespercentage, gedefinieerd als meer dan 50% voor de klant en meer dan 40% voor de aannemer, resulteert in een financieel ongunstige situatie en dient bijgevolg vermeden te worden. Voorafgaand aan het daadwerkelijke ontmantelingsproces dienen tests te worden uitgevoerd om de verliezen in te schatten. De percentages lopen sneller op bij kleinere oppervlaktes, aangezien er procentueel meer tegels moeten worden opgeofferd. Bovendien zijn dergelijke loten ook minder waard op de hergebruikmarkt aangezien klanten veelal op zoek zijn naar voldoende grote homogene partijen.

4. Schrijnwerk

	<i>Plaats van voorkomen</i>	buiten- en binnenwanden
	<i>Afmetingen</i>	buitenramen: 210 x 210 cm deuren: 210 x 90 cm
	<i>Aanwezige oppervlakte</i>	beglazing: 88,31 m ² deuren: 10 st. + 2 poorten
	<i>Nieuwprijs</i>	9 894,36 euro (totaal)
	<i>Waarde hergebruikmarkt</i>	7 915,49 euro (totaal)
	<i>Levensduur in TOTEM</i>	raam: 30 jaar binnendeur: 60 jaar
	<i>Ontmantelingsduur</i>	raam: 1/ 2uur binnendeur: 2/uur
	<i>Verwerkingsduur</i>	nvt.

Introductie en hergebruikpotentieel

Schrijnwerk omvat een breed scala aan elementen waaronder: binnendeuren, schuifdeuren, voordeuren, ramen en kozijnen, die variëren in afmetingen en vorm (Gladeco, 2018). Wanneer we ons specifiek richten op buitenschrijnwerk, speelt normering een belangrijke rol in de keuze van het schrijnwerk. Eisen rond thermische efficiëntie, luchtdichtheid en waterdichtheid bepalen mee of een product al dan niet geschikt is voor hergebruik in een vergelijkbare toepassing (Verwimp, 2017). Naast de praktische functies als lichtinval, beschermen tegen wind, regen, koude, lawaai... speelt schrijnwerk een belangrijke rol in de gevelcompositie en dus het architecturale uitzicht van een gebouw. De esthetische en soms historische insteek is een van de belangrijkste redenen waarom (ouder) schrijnwerk wordt gerecupereerd (Bertrand, 2008).

Het gebruik van recuperatieschrijnwerk vraagt flexibiliteit van de ontwerper, de afmetingen staan immers vast en zijn moeilijk aan te passen. Het ontwerp zal dus moeten worden afgestemd op de beschikbare afmetingen. Binnendeuren uit hout zijn rijkelijk aanwezig op de hergebruikmarkt omdat ze gemakkelijk te recupereren zijn en indien nodig wat versmald kunnen worden door ze bij te schaven (FCRBE, 2021f). Door de brede range aan maten en vormen is er voor elk wat wils (Opalis, 2024a). Toch vormen de standaardmaten soms een probleem omdat deze doorheen de tijd veranderd zijn (Houthandel Ruiterkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024).

Het grootste aandeel deuren zijn massieve houten paneeldeuren. Moderne binnendeuren met honinggraat of spaanplaatvulling worden zo goed als niet gerecupereerd omwille van hun lagere marktwaarde (Opalis, 2024a). Ook deurkaders worden doorgaans niet hergebruikt omdat dit een tijdrovend proces is waarbij de slaagkansen beperkt zijn. Enkel kaders met een bijzondere waarde of die nauw verbonden zijn met de deur, worden gerecupereerd (FCRBE, 2021f). Soms hebben deuren zelf weinig hergebruikwaarde, maar is de deurklink wel interessant om apart te verkopen. Er is namelijk een grote interesse in deurklinken op de hergebruikmarkt, voornamelijk voor klinken met een tijdloos design. Zo is de 'standaard' kunststof klink zeer gegeerd volgens Mounji Berrahal van Rotor (RotorDC, persoonlijke communicatie, 25 maart 2024).



Afbeelding 47: Kunststof deurklink, ontmanteld door RotorDC (RotorDC, 2024)



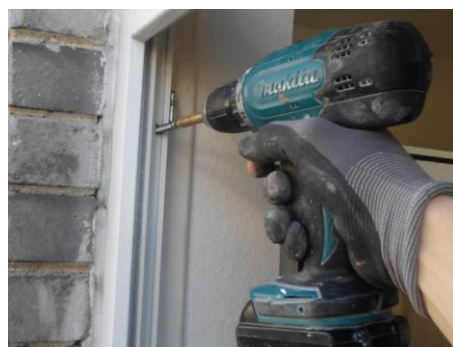
Afbeelding 48: Verticale opslag van ontmantelde houten binnendeuren en raampartijen bij RotorDC

Praktijk

Het ontmantelingsproces van een raam verloopt als volgt: eerst wordt het raam voorzichtig uit de paumelles gehaald, vervolgens wordt het raamkozijn verwijderd. Hierbij moet de dichtingskit zowel langs de binnen- als buitenzijde van het kozijn worden losgemaakt. Vaak gaat het hier om een siliconekit die met een cutter kan worden verwijderd. Eens de kit los is, kan de effectieve bevestiging worden losgemaakt. Het raamkozijn is doorgaans ofwel met staartankers bevestigd aan het binnenspouwblad of met ankerschroeven. In het geval van staartankers, worden deze afgesneden met een slijpschijf, schroeven kunnen met behulp van een boormachine netjes uit de muur geschroefd worden. Het losse raamkader kan nu met behulp van een koevoet voorzichtig uit de muur getild worden (Stockmans, 2016a).

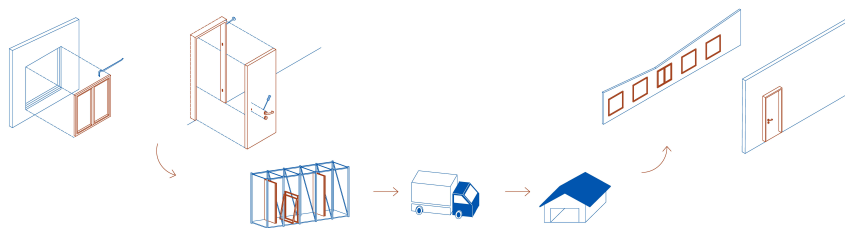


Afbeelding 49: Doorslijpen van de staartankers met een slijpschijf voor het ontmantelen van de raamkaders (ReUse Brussels, 2016)



Afbeelding 50: Losschroeven van de schroefankers voor het ontmantelen van de raamkaders (ReUse Brussels, 2016)

De ontmanteling van deuren verloopt gelijkaardig. De deur wordt eerst uit het kozijn verwijderd door deze uit de paumelles te tillen. Om schade te vermijden, wordt de deurklink verwijderd vooraleer de deur uit het kozijn wordt gehaald. Als de deur bevestigd is met vaste scharnieren, kunnen deze losgevezen worden nadat spieën onder de deur worden geplaatst zodat de deur niet meer op deze scharnieren rust. De scharnieren worden steeds van boven naar onder losgevezen. De deurlijst kan nadien worden losgesneden met een cutter en vervolgens stapsgewijs losgewrikt door het maken van een hefboom met een beitel. Dit is een delicaat onderdeel van de ontmanteling, met grote kans dat het kozijn breekt, vooral wanneer dit vastgenageld is. Als er schroeven gebruikt werden, kunnen deze losgeschroefd worden en zal het kozijn gemakkelijker te recupereren zijn (Stockmans, 2016a).



Schematische weergave van de ontmanteling van schrijnwerk. Met behulp van een koevoet, beitel, schroevendraaier en eventueel slijpschijf, kan het schrijnwerk simpel ontmanteld worden. Verticale opslag is essentieel om schade te vermijden.

Figuur 55: Schema hergebruik schrijnwerk

Hoewel het ontmantelingsproces vrij eenvoudig is en amper een 15-tal minuten duurt, stellen aannemers vaak voorwaarden vooraleer ze ramen ontmantelen voor recuperatie. Zo ontmantelt houthandel Ruiterkamp bijvoorbeeld enkel raampartijen met dubbel glas en ontmantelen ze geen kozijnen uit bijvoorbeeld vurenhout. Enkel raamkaders uit PVC of hardhout worden door hen gerecupereerd omdat de levensduur hiervan op langere termijn verzekerd kan worden. Ook deurlijsten worden standaard niet ontmanteld omdat dit economisch meestal niet rendabel is (Houthandel Ruiterkamp, persoonlijke communicatie, 22 maart 2024).

Na het plaatsen van deze gerecupereerde ramen in hun nieuwe toepassing, moet de luchtdichtheid opnieuw gegarandeerd worden. De meest gebruikte manier hiervoor is het spuiten van PUR-schuim rondom het raamkader. Dit is echter een weinig circulaire of duurzame oplossing. Daarom wordt er gezocht naar alternatieven, zoals vlaswol dat handmatig tussen de muur en het schrijnwerk wordt geplaatst. De plaatsing is een tijdrovend proces, maar levert uitzonderlijk goede waarden op bij de blower-test (Dirk Smet, persoonlijke communicatie, 10 april 2024; Ecobouwers 2024a).

Kringkoop Zuid Maastricht - Superuse



Afbeelding 51: Kringkoop Zuid Maastricht (Superuse, 2014)

De opdracht voor de bouw van een recyclingcentrum was voor Superuse een voorteken om maximaal in te zetten op hergebruik. Het distributiegedeelte werd gemaakt uit afgedankte zeecontainers en de gevel werd een lappendeken van stalen gevelplaten afkomstig uit restpartijen. Het gevelbeeld aan de straatzijde wordt gekenmerkt door een enorme etalage van 40m lang en 6 m hoog, gemaakt uit kunststof raamkozijnen die één voor één hergebruikt zijn. Ook de gevelopeningen aan de andere zijden van het gebouw zijn met deze raampartijen ingevuld. De kozijnen zijn afkomstig uit flatgebouwen die werden afgebroken voor de aanleg van een tunnel en zijn daardoor relatief nieuw en voldoen aan de prestatie-eisen. Met dit ontwerp toont Superuse hoe je een typisch loodsachtige constructie toch architectonische identiteit kunt geven met het gebruik van recuperatiematerialen (Superuse, 2014).

Gebruik in IbSN woning

De gevelopeningen in de IbSN woning bezitten een vast ritme. Elke gevel heeft 5 vierkante openingen (2,10 m x 2,10 m), dus 20 openingen in totaal. In 11 openingen is een raam geplaatst met of zonder opengaand deel. De muuropeningen werden van binnenuit afgewerkt met een kader uit multiplex. De losmaakbaarheid zal worden uitgewezen aan de hand van testen. De Zuid- en Westgevel bevatten elk een dubbele buitenpoort waarvan één gerecupereerd werd uit de vorige woning. De overige gevelopeningen zijn opgevuld met baksteen aangezien deze niet in verbinding staan met het beschermde volume. Er werd gekozen voor witte pvc-raamkaders met een dikte van 9 cm en driedubbelglas om aan de passiefnormen te voldoen. Doordat deze ramen slechts 8 jaar oud zijn, geschikt zijn voor een passiefbouw en vaste afmetingen aannemen, zal hun waarde op de recuperatiemarkt vrij groot zijn. Ook voor de één op één ontmanteling worden hier weinig problemen verwacht.



Afbeelding 52: Noordgevel IbSN woning met gevelopeningen waarin schrijnwerk werd geplaatst (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 53: Oostgevel IbSN woning met dichtgemetste gevelopeningen (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 54: Raam afgewerkt met multiplex kader in het interieur (BLAF Architecten, 2015)

De gordijngewel die zich in het noordoosten van de patio bevindt, bestaat uit 6 delen met afmetingen van ongeveer 2,12 m x 2,98 m. Deze relatief grote raampartijen sluiten rechtstreeks aan op de dakstructuur en zijn dan ook aangepast aan de helling hiervan. Dit impliceert dat deze raampartijen geen standaardafmetingen hebben en dus moeilijker te implementeren zullen zijn in een nieuwe toepassing. 1 op 1 hergebruik lijkt hier dus de meest logische keuze. Deze raamkaders zijn, in tegenstelling tot het andere schrijnwerk, uit hout vervaardigd.



Afbeelding 55: werffoto plaatsing glas in houten kaders gordijngevel (BLAF Architecten, 2015)

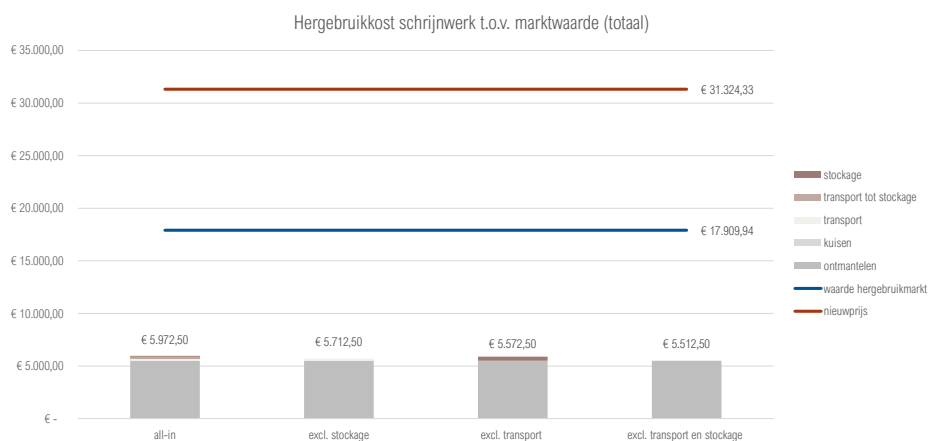


Afbeelding 56: Eindresultaat gordijngevel (BLAF Architecten, 2015)

In de woning worden 7 binnendeuren gebruikt van het tubespaanmodel, wat betekent dat de deuren gemaakt zijn uit spaanplaten waarin holle tubes zijn verwerkt. Deze deuren wegen veel minder dan hun massieve variant en isoleren bovendien beter dankzij de stilstaande lucht in de holle tubes (Sleiderink, 2024b). Elke deuropening wordt afgewerkt met een multiplex kader. Of deze kaders succesvol kunnen worden ontmanteld, zullen testen moeten uitwijzen. De deurklinken uit aluminium zijn eenvoudig los te vijzen.

Kosten

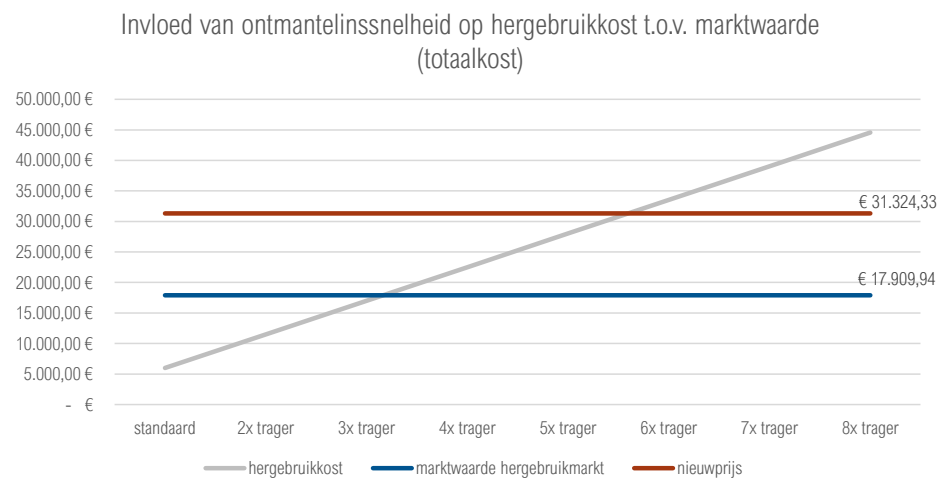
Schrijnwerk kan na ontmanteling rechtstreeks worden getransporteerd en opgeslagen. De hergebruikkost bestaat dus enkel uit de werkelijke ontmantelingskost en het transport of de opslag ervan. Door de hoge marktwaarde van het schrijnwerk is de totale hergebruikkost slechts 33% van de nieuwprijs, wat het hergebruik van ramen en deuren zeer aantrekkelijk maakt voor zowel klant als aannemer[!]. Deze winstmarge is duidelijk te zien in Figuur 58.



Figuur 56: Hergebruikkost schrijnwerk t.o.v. marktwaarde (totaal)

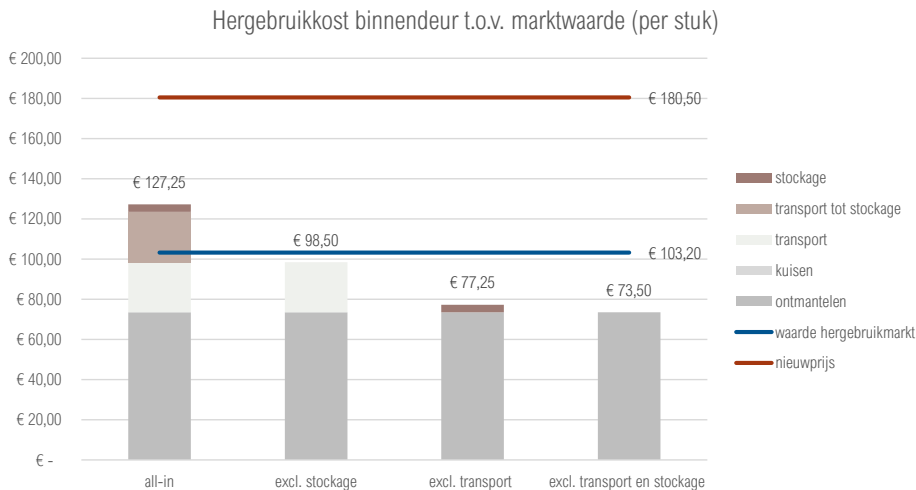
[!] Aangezien de prijsbepaling van schrijnwerk zeer specifiek is, wordt de nieuwprijs in deze berekening gebaseerd op de offerte die voor de IbSN woning werd opgesteld. Deze dateert van 2015 en werd geïndexeerd aan de hand van de ABEX-index om de actuele marktwaarde in te schatten. Van deze nieuwprijs werd 20% afgetrokken om de marktwaarde op de hergebruikmarkt te benaderen.

De grote winstmarges die gemaakt kunnen worden voor zowel de eindklant als de aannemer op de totaalprijs, zijn gelijkaardig voor de afzonderlijke types schrijnwerk (*Bijlage J*). Enkel voor de binnendeuren geldt dit niet, waarop later wordt teruggekomen. Doordat de hergebruikkost en de marktwaarde van het schrijnwerk zo ver uit elkaar liggen, hebben andere factoren dan de ontmantelingssnelheid zoals de afvalverwerkingskost en verschil in afmeting weinig impact. In deze berekening wordt verondersteld dat 2 arbeiders een raam met de afmetingen van de case (2,1 m x 2,1 m) kunnen ontmantelen in 1 uur tijd. Hiervoor wordt beroep gedaan op een vrachtwagenkraan om de aanzienlijke raampartijen vlot op het transport te plaatsen waarvoor een kost van €100/uur in rekening wordt gebracht. Voor de binnendeuren wordt er uitgegaan van een ontmantelingssnelheid van 3 deuren per uur (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024). Variatie in de ontmantelingssnelheid toont dat de ontmantelingsoperatie voordelig blijft voor de aannemer bij een ontmantelingssnelheid die maximum 3.5 keer lager is dan de hierboven aangenomen waarde. Voor de klant is de operatie voordelig wanneer de ontmantelingsduur maximum 6 keer lager is (Figuur 59)



Figuur 57: Invloed van ontmantelingssnelheid op hergebruikkost t.o.v. marktwaarde (totaalkost)

In onderstaande grafiek (Figuur 60) is te zien dat de hergebruikkosten van de binnendeuren, in tegenstelling tot de andere vormen van schrijnwerk, de marktwaarde op de hergebruikmarkt overstijgen. Deze marktwaarde ligt veel lager waardoor deze recuperatie voor de aannemer niet genoeg opbrengt om de kosten te dekken. Voor de klant die zijn binnendeuren hergebruikt in zijn nieuw gebouw, blijft het wel een kostenbesparende keuze die een besparing van €53,27 kan opleveren.



Figuur 58: Hergebruikkost binnendeur t.o.v. marktwaarde (per stuk)

Ramen die niet worden ontmanteld voor hergebruik worden vaak gedemonteerd voor recyclage waarbij het glas gescheiden wordt van het raamkader. Voor de afvalverwerking van glas wordt een kost van €5/ ton gerekend of voor grote hoeveelheden valt de kost zelfs volledig weg. De houten raamkaders worden samen met het andere houtafval verwerkt en de pvc-raamkaders kunnen zelfs verkocht worden aangezien pvc meerdere malen kan gerecycleerd worden. Voor een raam met pvc-raamkader wordt meestal een totale afvalverwerkingskost van €0 in rekening gebracht aangezien de prijs van het glas en de PVC elkaar opheffen. Om deze reden wordt de afvalverwerkingskost hier niet in rekening gebracht (Aclagro, persoonlijke communicatie, 10 april 2024).

Conclusie

Het recupereren van schrijnwerk is zowel voor de klant als de aannemer financieel aantrekkelijk. Voor de aannemer geldt dit voornamelijk in het geval van hoogwaardig performant buitenschrijnwerk, waarbij de hoge marktwaarde een cruciale rol speelt. Dit wordt geïllustreerd door het verschil tussen ramen en binnendeuren. Binnendeuren worden sneller gedemonteerd, maar hebben een lagere marktwaarde en zijn bijgevolg niet meer rendabel voor de aannemer, maar wel voor de klant.

De rentabiliteit van de recuperatie van hoogwaardig schrijnwerk wordt pas negatief voor de aannemer wanneer de ontmantelingssnelheid gelijk of lager is dan 1 deur per uur of 3,5 uur per raam. Voor de klant is dit vanaf een ontmantelingssnelheid gelijk of lager dan 2 uur per deur of 6 uur per raam. Doorgaans wordt er echter sneller gerecupereerd en is hergebruik van hoogwaardig schrijnwerk een winstgevende activiteit.

5. Technieken

[!] Aangezien over het hergebruik van technieken slechts een beperkte hoeveelheid literatuur gevonden werd, wordt er regelmatig naar eenzelfde bron verwezen.

Introductie en hergebruikpotentieel[!]

In tegenstelling tot de recuperatie van andere bouwelementen, worden technische installaties na recuperatie altijd voor eenzelfde toepassing ingezet. Ondanks dat de functie dezelfde blijft, zullen de eisen waaraan deze installaties moeten voldoen verschillen per context en per project waarin ze toegepast worden (Poncelet & Vrijders, 2021b). Technische installaties zijn namelijk onderworpen aan vele eisen. Zeker na recuperatie van deze elementen is het belangrijk te kunnen aantonen dat nog steeds aan de nodige eisen voldaan wordt. Afhankelijk van het type installatie, zal de revisie van het materiaal bestaan uit verschillende gespecialiseerde handelingen (Opalis, 2024c).

We maken onderscheid tussen de basiseisen en de aanvullende eisen. De basiseisen zijn de eisen waaraan voldaan dient te worden om dit element wettelijk te mogen toepassen, voorbeelden hiervan zijn de eisen betreffende de gezondheid en veiligheid bij het gebruik van deze installaties. Aanvullende eisen zijn toepassing specifiek en omvatten onder andere de compatibiliteit van de installaties onderling, de dimensionering van de installaties en de distributieverliezen (Poncelet & Vrijders, 2021b).

Praktijk

Het hergebruik van technieken komt in de praktijk niet zo vaak voor. Dit heeft niets te maken met de losmaakbaarheid, maar met garantieproblemen. Apparatuur is gevoelig voor technische defecten, waar de verkoper door de garantieplicht voor moet instaan. Momenteel worden voornamelijk afgifte elementen gerecupereerd, gezien hier minder risico's aan vasthangen dan aan opwekking- en verdeelsystemen (Fivet & Küpfer, 2021; Poncelet & Vrijders, 2021b).

Ook machines als een vaatwasser, oven, wasmachine en droogkast gaat eenzelfde principe op. Technisch is dit zeer haalbaar maar economische, culturele en garantiebependingen vormen vandaag nog obstakels (Fivet & Küpfer, 2021). Via sites als Opalis zijn ze beperkt terug te vinden, maar op de particuliere markt zoals Tweedehands.be of Facebook marketplace komen ze vaker voor. Het voordeel bij deze verkoopwijze is dat er geen garanties dienen gegeven te worden, wat wel moet als deze toestellen op de reguliere markt terechtkomen.



Afbeelding 57: Gebruikte bouwmaterialen Weert (Opalis,2024)

Op verschillende vlakken kunnen echter nog verbeteringen worden doorgevoerd om hergebruik van technieken meer courant te maken. Ten eerste kan men principes van circulaire ontwerpen doortrekken tot in de technische installaties. Momenteel worden deze elementen zelden opgebouwd met het oog op hergebruik, denk bijvoorbeeld aan bekabeling die in de betonnen drukvloer wordt gestort of sprinklerinstallaties die te fragiel zijn om te demonteren (Fivet & Küpfer, 2021). Bij circulaire ontwerpen zal men werken met meer flexibele elementen waardoor de units eenvoudiger aangepast kunnen worden bij veranderde noden van het gebouw. Indien men daarbij ook zorgt dat elementen eenvoudig te demonteren zijn, kan men vermijden dat er beschadiging wordt aangebracht bij demontage. Hierdoor zal de veiligheid van het element bij hergebruik ervan gewaarborgd blijven. Ten tweede zullen nieuwe businessmodellen zoals de principes van 'as a service' resulteren in een geoptimaliseerde werking van de apparatuur en vermijden dat geplande veroudering de recuperatie van de elementen in de weg zal staan. In dit systeem blijft de producent namelijk eigenaar van de apparatuur en zal hij deze verhuren aan de eindgebruiker. Tot slot kan het bijhouden van voldoende informatie over zowel het toestel als de gebruiker zelf, ervoor zorgen dat een betere inschatting kan worden gemaakt van de technische prestaties van het element. Hiertegenover is het belangrijk bij hergebruik van technische installaties een afweging te maken tussen enerzijds de energieprestaties van het materiaal en anderzijds het ecologisch voordeel van hergebruik. De kans is groot dat de hergebruikte toestellen niet even energie-efficiënt werken als de hedendaags verkochte toestellen (Poncelet & Vrijders, 2021b).



Afbeelding 58: Interieur sloopwerf De Meuter, brandhaspel in de achtergrond te zien

Het bezoek aan een sloopwerf van De Meuter illustreert de hergebruikpotentie van bepaalde technische toestellen. Werfleider Desiere gaf een voorbeeld van brandhaspels die hoogstwaarschijnlijk zelden tot nooit in gebruik zijn genomen, doch jaarlijks aan een keuringsproces onderhevig zijn. Door de 4 bevestigingsvijzen los te schroeven kunnen deze elementen eenvoudig gerecupereerd worden. De prijs van dit materiaal is hoog, rond de €200 per stuk, dus economisch gezien is deze operatie zeer interessant. Desalniettemin bestaat er momenteel geen markt voor dit product. Aangezien het vertrouwen in nieuw materiaal hoger is dan in hergebruikte elementen, zullen mensen voor veiligheidsgerelateerde zaken meestal liever nieuwe producten aanschaffen (De Meuter, persoonlijke communicatie, 10 januari 2024).



Afbeelding 59: BatiTerre assortiment van sanitaire toestellen (Opalis, 2024)

Sanitaire uitrustings toestellen worden relatief courant hergebruikt. Over het algemeen hebben deze keramische elementen een lange levensduur en zijn ze eenvoudig demonteerbaar. Een aandachtspunt bij hergebruik van dit soort elementen is de afwezigheid van gebruikssporen en vuilafzettingen. Gebruikers zijn gevoelig in de omgang met sanitaire toestellen aangezien deze een belangrijke rol spelen in de persoonlijke hygiëne en comfort. De reinigingsprocessen die vandaag beschikbaar zijn, kunnen de elementen er als nieuw doen uitzien. Ecologisch gezien is hergebruik van keramische materialen als deze zeer interessant, mede dankzij het energie-intensieve productieproces van de glazuurlaag die werd aangehaald in het onderdeel *Faiencetegels*. In functie van de oorsprong van het materiaal voorkomt hergebruik van een wc uit een standaardassortiment de uitstoot van 55 à 174 kg-CO₂ (FCRBE 2021c; FCRBE 2021c).

Case study: luchthaven Schiphol



Afbeelding 60: Luchthaven Schiphol voorzien van een lichtinstallatie door Signify (Signify Company, 2024)

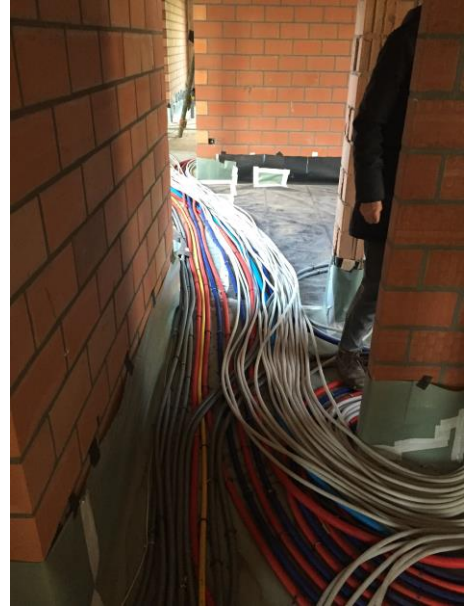
Een voorbeeld van een ‘as a service’ werking kan worden teruggevonden in de luchthaven van Schiphol. Door een samenwerking tussen architect Thomas Rau en Signify, voorheen Philips Lighting kwam het project Pay per Lux tot stand. Het principe is simpel, als eindklant hoef je geen eigenaar van een verlichtingsinstallatie te zijn, het enige wat je wil is licht. Binnen dit model is Signify dan ook de eigenaar van de verlichting, die ze verhuren aan de luchthaven. Dankzij deze werking zal de veroudering van de installaties tot het minimum worden beperkt. Signify zal namelijk bewust de werking en levensduur ervan optimaliseren, om te vermijden dat zij veel onderhoud of herstellingen dienen te voorzien. In de luchthaven van Schiphol betekende dit een energiereductie van 50% tegenover de vorige verlichtingsinstallatie. Zowel energetisch als wat kwaliteit betreft leidt deze samenwerking tot een vooruitgang. Bovendien zullen dankzij de invoering van dit business model ook de problemen betreffende de certificering in geval van recuperatie tot een minimum worden beperkt (Ellen Macarthur foundation, 2022; Fivet & Küpfer, 2021).

Gebruik in IbSN woning

In de IbSN woning zijn verschillende keramische sanitaire toestellen aanwezig. Deze kunnen net als de vaatwasser, oven, wasmachine en droogkast eenvoudig worden gerecupereerd. En werden hiertoe dan ook overgekocht door Verbeke van de huidige eigenares van de IbSN woning (BLAF Architecten, persoonlijke communicatie, 21 februari 2024).

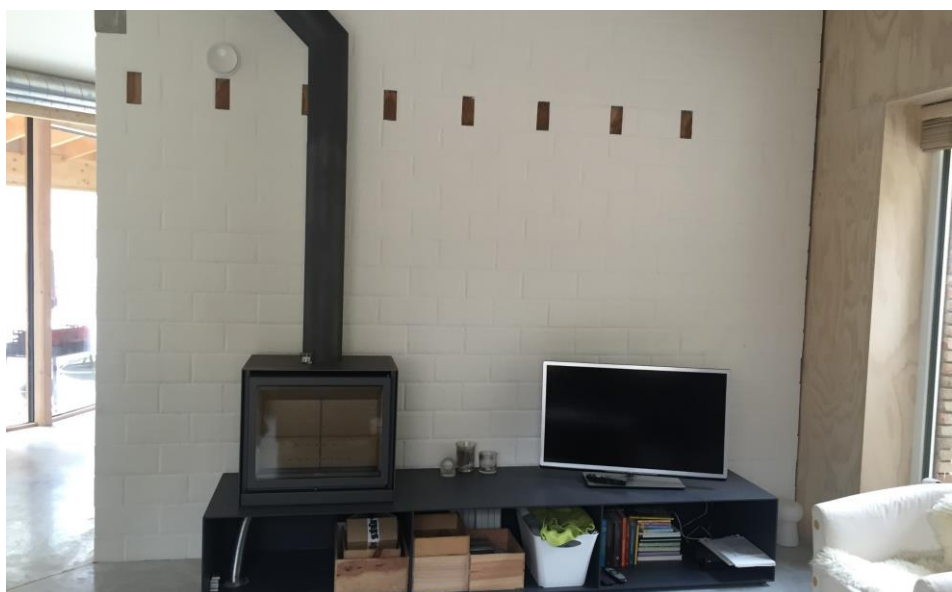


Afbeelding 61: CV-ketel IbsN woning (BLAF Architecten, 2015)



Afbeelding 62: Leidingen klaar om in het polybeton gestort te worden (BLAF Architecten, 2015)

De combinatie van een centrale verwarmingsketel en een hybride warmtepomp zorgen voor de verwarming en het sanitair warm water van de woning. Warmtedistributie gebeurt aan de hand van vloerverwarming, die ingewerkt wordt in het polybeton. Dit afgifte element kan bijgevolg niet gerecupereerd worden. Naast dit systeem is een houtkachel voorzien in de leefruimte, dat beter geschikt is voor hergebruik. Er wordt in de woning op mechanische wijze geventileerd, dit systeem is aangedreven door een compact unit. Het hergebruik van deze laatstgenoemde elementen is echter minder voor de hand liggend en na recuperatie worden deze elementen zelden opnieuw op de Belgische markt gebracht. Gezien de uitzonderlijke omstandigheden van de werf, zal er desondanks geopteerd worden om zoveel mogelijk van de technieken te hergebruiken (Opalis, 2024d; Poncelet en Vrijders, 2024). Verder zullen we niet op technische installaties ingaan, dit zou ons de ver brengen maar dit kan een interessante piste zijn voor toekomstig onderzoek.



Afbeelding 63: Houtkachel leefruimte (BLAF Architecten, 2015)

04

Analyse op gebouwniveau

Voor enkele materialen bleek hergebruik niet economisch rendabel, voor andere materialen wel. Een laatste onderzoek dat gevoerd wordt, betreft het nagaan van de economische rentabiliteit voor het geheel van materialen waarvoor een kostenanalyse werd gemaakt. De opbrengsten die bij bepaalde materialen gemaakt worden, zijn mogelijks toereikend om eventuele verliezen bij andere materialen te compenseren. Dit type analyse laat bovendien meer toe de sloopkosten te betrekken, aangezien de verkregen slooppofferte op gebouwniveau werd begroot. Ook het transport van de verschillende materialen kan op deze manier gecombineerd worden waardoor de totaalcost ervan zal dalen.

Voor deze analyse wordt de totale kost van demontage vergeleken met de potentiële winsten die kunnen worden behaald:

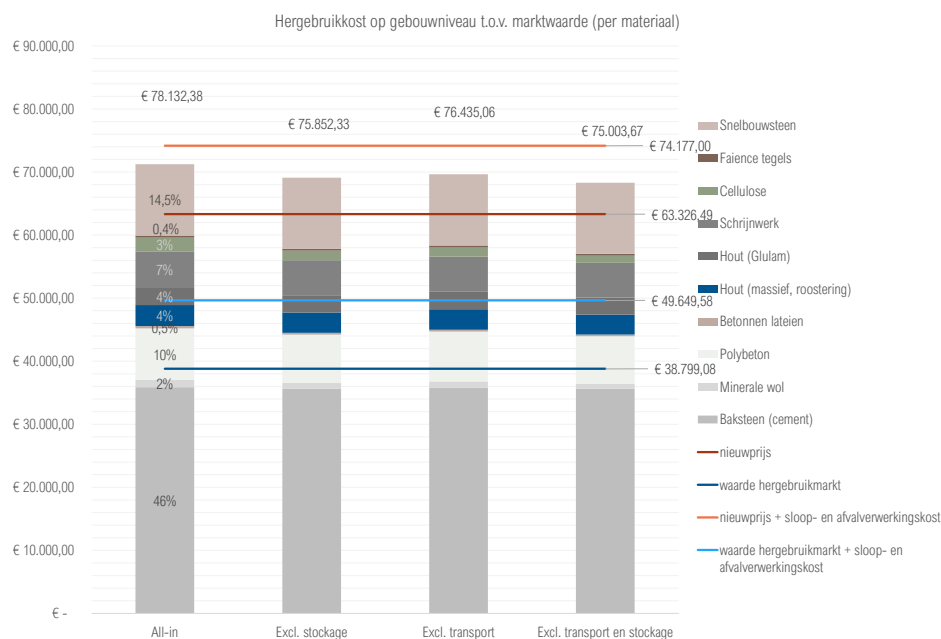
Kosten voor de ontmanteling en verwerking van de verschillende materialen, zoals eerder besproken in de materiaalanalyse, worden hiertoe samengevoegd. In eerste instantie worden de transportkosten buiten beschouwing gelaten, waarna de gezamenlijke transportkosten van alle materialen worden toegevoegd.

De baten die tegenover deze kosten worden gesteld, betreffen vanuit het perspectief van de klant het vermijden van sloop- en afvalverwerkingskost evenals de kosten van de aankoop van een nieuw materiaal. Om het perspectief van de aannemer te benaderen, zullen de demontagekosten vergeleken worden met zowel de sloop- en afvalverwerkingskosten als de mogelijke winsten die kunnen worden behaald door de verkoop van het gerecupereerde

¹ Voor sommige materialen zal deze aanname beter kloppen, denk aan het polybeton dat hogere kwaliteit als andere plinten zal bezitten, voor een materiaal als een snelbouwsteen zal dit mogelijks aan de hoge kant liggen.

materiaal op de hergebruikmarkt. Herinner u eraan dat voor de materialen die niet op de hergebruikmarkt verkocht worden, deze prijs bepaald wordt door 20% van de nieuwprijs af te trekken¹. De sloopkosten worden steeds ingeschat op basis van hun prijsaandeel in de totale sloopkost.

Het theoretische geval waarin alle materialen waarvoor een kostenanalyse gemaakt werd ook effectief hergebruikt worden, blijkt uit Figuur 61 economisch niet rendabel. Noch voor de klant noch voor de aannemer. We zien dat de ontmanteling van de bakstenen die met cementmortel gemetst werden, de voornaamste kost vormen binnen de totale ontmanteling. Aangezien uit eerdere kostenanalyses is gebleken dat deze activiteit sterk verliesmakend is, heeft dit aanzienlijke invloed op de totale demontagekosten.

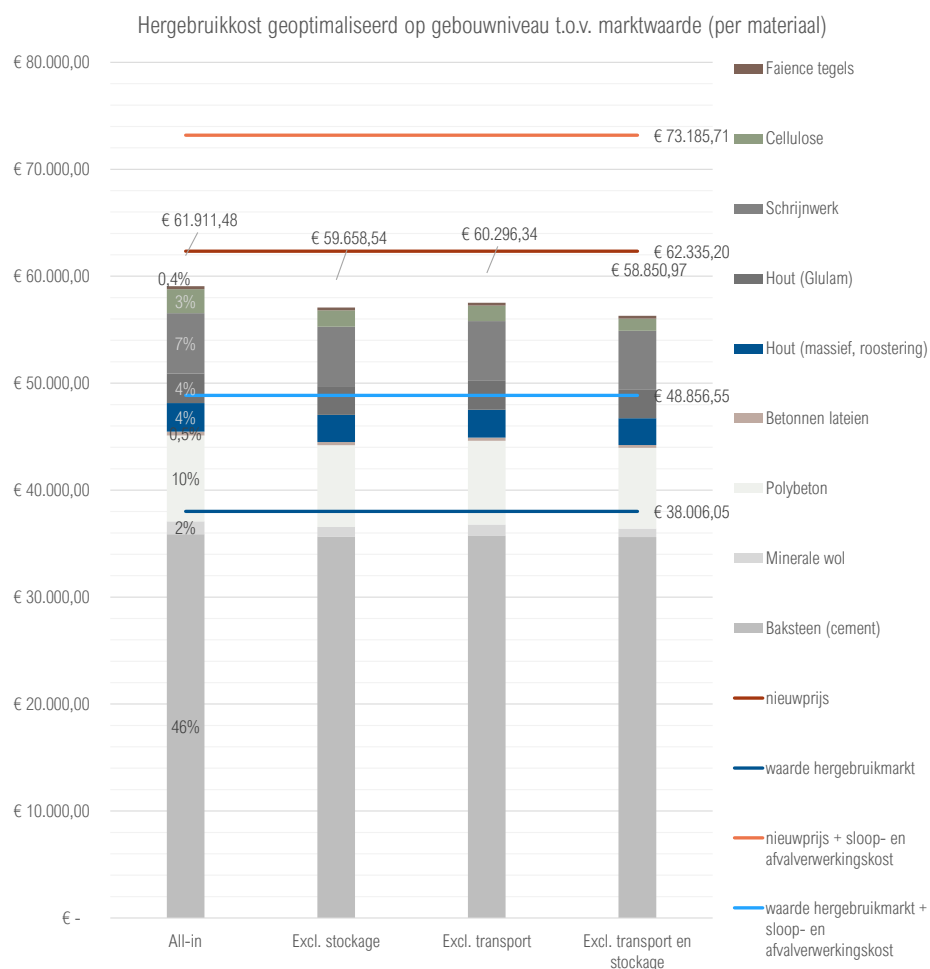


Figuur 59: Hergebruikkost op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal)

In praktijk merken we dat uit economische overwegingen enkele materialen niet of op een alternatieve wijze worden gerecupereerd. Voor de materialen waarvoor dit het geval is, wordt dit aspect meegenomen in een volgende analyse, waarvan het resultaat te zien is in Figuur 62. De volgende aanpassingen worden doorgevoerd:

- De houten wandstructuur wordt gedemonteerd in kaders.
- Voor het verwijderen van nagels uit houten elementen wordt een beroep gedaan op sociale economie.
- Faiencetegels worden enkel ontmanteld indien het verliespercentage voldoende klein blijft waardoor de operatie economisch rendabel is. In ons geval is dat voor een maximum van 40% verlies.
- Snelbouwstenen worden in praktijk niet ontmanteld.

Vanuit het perspectief van de klant, wordt opgemerkt dat deze operatie in de praktijk zeer voordelig zal worden door de voorgenoemde maatregelen te treffen. Ondanks het feit dat sommige materialen nog steeds verlies zullen opleveren, is de opbrengst van andere materialen voldoende groot om op een globaal niveau winst te behalen.



Figuur 60: Hergebruikkost geoptimaliseerd op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal)

Deze conclusie vereist echter de nodige contextuele duiding: de winst gegenereerd door bepaalde materialen is aanzienlijk, zoals bijvoorbeeld het geval is met het schrijnwerk vanwege het gebruik van driedubbel passiefglas. De aanwezigheid van beglazing van deze kwaliteit in een te demonteren woning is echter zeer zeldzaam. Aan de andere kant blijkt uit onze analyse dat de ontmanteling van materialen zoals metselwerk met cementmortel aanzienlijke verliezen opleveren. Daarentegen blijkt de recuperatie van metselwerk met bakstenen en kalkmortel, zoals typisch aanwezig in gebouwen die nu ontmanteld worden, wel economisch rendabel.

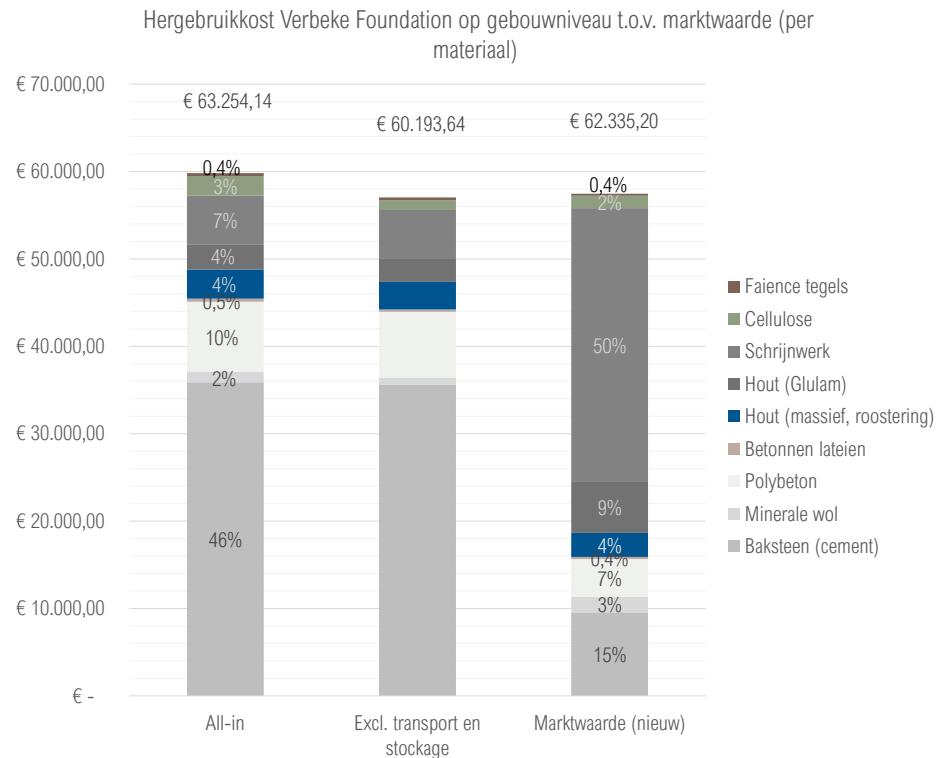
Vanuit het perspectief van de aannemer is er na het treffen van bovenstaande maatregelen nog steeds verlies. Het achterwege laten van de ontmanteling van het verliesmakende gevelmetselwerk, kan de operatie voor een aannemer wel winstgevend maken.

Case IbSN

Figuur 63 levert een analyse van de specifieke rentabiliteit voor het geval waarin Geert Verbeke klant, maar eigenlijk ook aannemer, en transporteur is. Hierbij dienen enkele factoren in de analyse aangepast te worden:

- Kosten voor transport en stockage kunnen achterwege worden gelaten.
- Er dient geen rekening te worden gehouden met een sloop- of afvalverwerkingskost aangezien deze normaliter vergoed zouden worden door de stad Sint-Niklaas.
- Aangezien Verbeke eigen werknemers heeft, zal hij voor de ontmanteling geen beroep doen op sociale economie.
- De houten wandstructuur wordt gedemonteerd in kaders.

- Snelbouwstenen worden niet ontmanteld ten gevolge van de kleine kans op succes en vanwege een ander lot geschikte stenen dat voorhanden is.
- Aangezien we Geert Verbeke als klant beschouwen, worden de kosten die gemaakt worden voor hergebruik vergeleken met de nieuwprijs van de verschillende materialen. Deze vergelijking is echter theoretisch, aangezien de woning niet zou worden gebouwd zonder de context van dit onderzoeksproject.



Figuur 61: Hergebruikkost Verbeke Foundation op gebouwniveau t.o.v. marktwaarde (per materiaal)

Bovenstaande grafiek (Figuur 63) toont dat het ontmantelen en hergebruiken in deze case, waarbij transport en stockage achterwege kan gelaten worden, voordeliger is dan het aankopen van een nieuwe variant van deze materialen voor het bouwen van de woning. Dit valt voor een deel te verklaren door de uitzonderlijke situatie waarin de woning 1 op 1 wordt heropgebouwd. Hierdoor is het mogelijk om elementen op maat zoals het schrijnwerk of de in kaders ontmantelde muren zonder problemen opnieuw te integreren. Bovendien gaat het hier, zoals eerder aangehaald om recente bouwmaterialen die nog in uitstekende staat zijn en waarbij verlies door veroudering tot een minimum zal beperkt blijven. Hierdoor zullen elementen zoals het schrijnwerk en de gelijmd gelamelleerde dakstructuur, die een enorme winstpost zijn, de verliesmakende elementen compenseren.

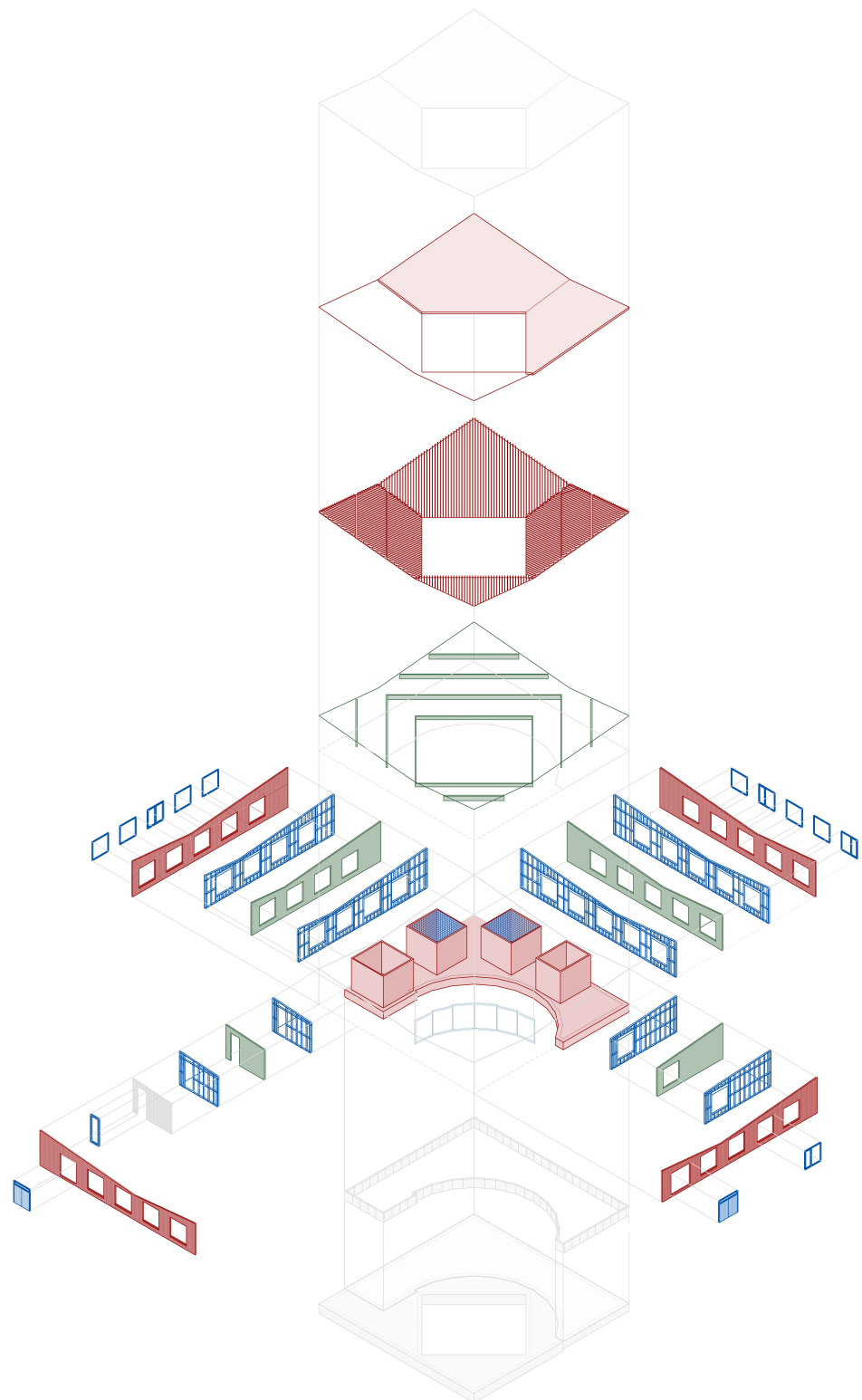
Hierbij is het belangrijk nog even te benadrukken dat het hier om een onderzoeksproject gaat waarbij verder wordt gegaan dan de dag van vandaag zal gebeuren in de praktijk. 5 van de 10 materialen zijn winstgevend en compenseren de andere verliezen. In een realistische context zullen de materialen die deze verliezen veroorzaken, namelijk gevelsteen gemetst met cementmortel, polybeton, houtskeletwanden, dakroostering en faiencetegels waarschijnlijk niet worden ontmanteld. Geert Verbeke daarentegen heeft geen economische drijfveer, maar wilt een statement maken waardoor verder gekeken wordt dan de rentabiliteit van materialen.

05

Algemene conclusie

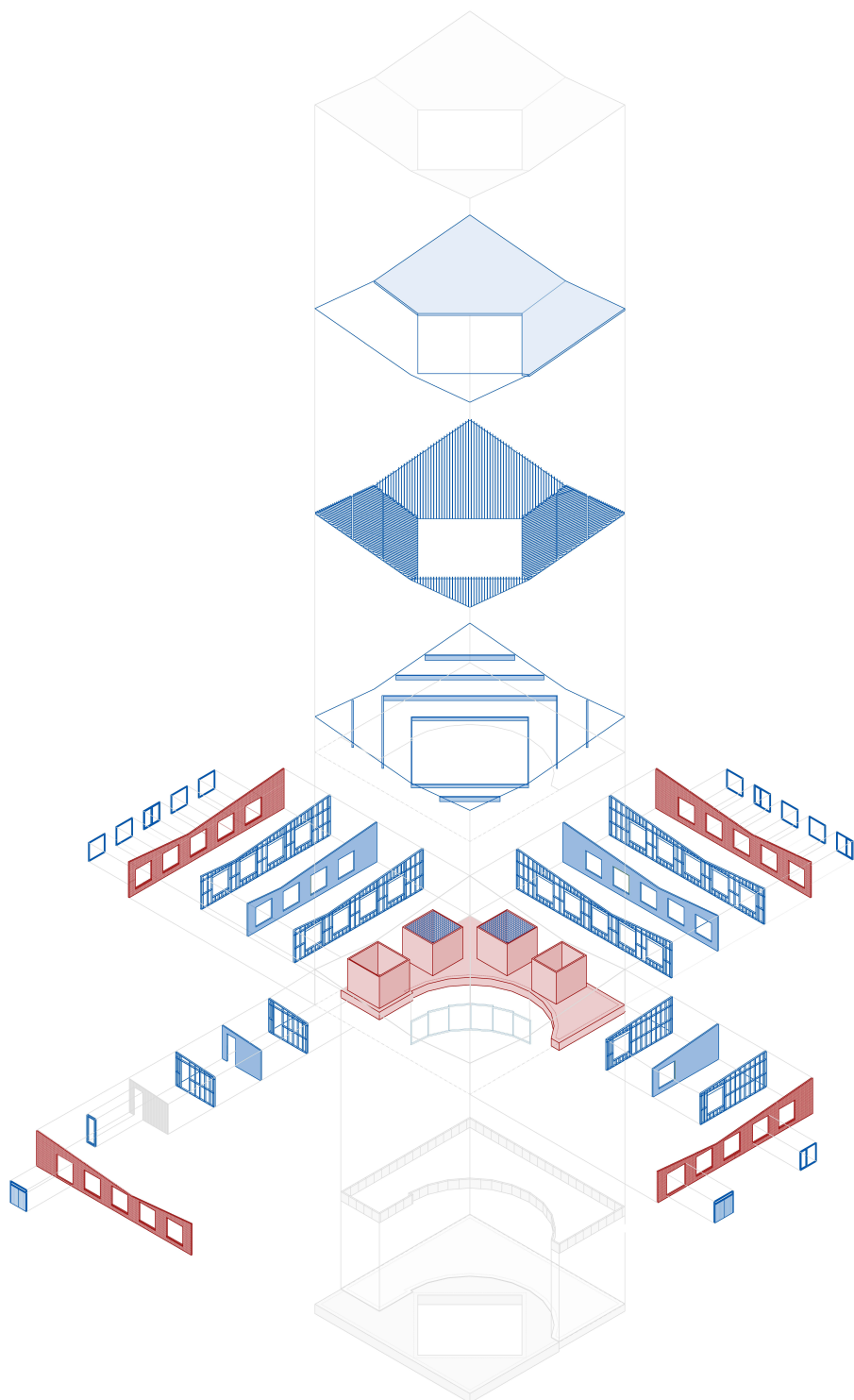
Welke materialen zijn economisch het meest interessant om te recupereren?

Onderstaande tekeningen geven grafisch weer voor welke materialen hergebruik rendabel is. Zoals in vorig hoofdstuk aangehaald, worden in praktijk enkele materialen op een alternatieve wijze ontmanteld, deze werkwijze werd hier in rekening genomen om de rentabiliteit te maximaliseren. Er wordt een aan de hand van kleuren onderscheid gemaakt tussen de materialen waarvoor hergebruik rendabel is voor zowel klant als aannemer, enkel voor de klant of voor geen van beide partijen rendabel, de bijhorende kleurencode hiervan kan teruggevonden worden in de legende. In de eerste tekening (Figuur 64) wordt dit bekeken voor de hergebruikkosten indien zowel beroep op extern transport als externe stockage wordt gedaan. In de tweede tekening (Figuur 65) worden de winsten vergeleken met de kost indien transport- en stockagekosten buiten beschouwing kunnen worden gelaten.



Figuur 62: Rentabiliteit van hergebruikmaterialen inclusief transport en stockage

Hierin is af te lezen dat voor de aannemer 3 van de 11 onderzochte materialen op een rendabele wijze te ontmantelen zijn. Voor de klant is dit voor 5 van de 11 materialen het geval.



Rendabel voor klant en
aannemer
Rendabel voor klant
Niet rendabel

Figuur 63: Rentabiliteit herbruikmaterialen exclusief transport en stockage

Hieruit kan worden afgeleid dat, indien transport- en stockagekosten buiten beschouwing kunnen worden gelaten, 7 van de 11 materialen rendabel zijn om te hergebruiken zowel voor de klant als voor de aannemer.

Uit bovenstaande tekeningen blijkt dat het voornamelijk het hout, de minerale wol en het schrijnwerk zijn die voor de klant een voordeel kunnen opleveren. Dit kan hoofdzakelijk verklaard worden vanuit hun hoge marktwaarde die ervoor zorgt dat een grote uitgave kan worden uitgespaard en/of de eenvoudige ontmanteling die de hergebruikkost beperkt. Gezien hun marktwaarde op de hergebruikmarkt sterk daalt, geldt dit niet voor de aannemer. Indien testen nodig zijn voor de technische prestaties van de materialen te verifiëren, zal de rentabiliteit van het hergebruik ook in het gedrang komen.

In tegenstelling tot wat in de praktijk wordt ondervonden, blijken de afwerkingsmaterialen hier niet het meest winstgevend te zijn. Dit is voornamelijk te verklaren door de keuze van de afwerking: de monolieten polybeton vloerafwerking is moeilijk te recupereren net als het gevelmetselwerk met cementmortel of de geschilderde snelbouwsteen. Enkel de faiencetegels voldoen (in sommige gevallen) aan het idee van de winstgevende afwerkingsmaterialen.

Het achterwege laten van transport- en stockagekosten, kan het aantal rendabele materialen voor een aannemer doen verdubbelen. Dit wijst nogmaals op het feit dat tussenstockage moet worden vermeden in de mate van het mogelijke en dat transportafstanden beperkt moeten worden, zowel voor economische als ecologische overwegingen.

Wat kan de overheid doen om hergebruik wel voordelig te maken?

Hoe kan de overheid ervoor zorgen dat sommige rode materialen toch blauw worden?

Zonder de specifieke omstandigheden van de case waarin recente en dus waardevolle materialen de verliesmakende elementen compenseren en waar de economische context eerder absent is, is hergebruik niet altijd even interessant. Een beleid dat hergebruik promoot en de ecologische en financiële voordelen uitspeelt, kan ervoor zorgen dat de vicieuze cirkel van vraag en aanbod wordt doorbroken. Enkele voorstellen die in het onderdeel *Wettelijk kader als factor voor hergebruik* werden besproken, worden hier tot slot geprojecteerd op het IbSN project:

Een eerste optie is om de bestaande btw-tarieven aan te passen. Door nieuwe materialen zwaarder te belasten dan de gerecupereerde versies, kan op de aankoop van materiaal een grote som worden uitgespaard. Als nieuwe materialen worden belast met 21%, terwijl op gerecupereerde alternatieven slechts 6% belastingen moet worden betaald, is het in geval van de IbSN woning op gebouwniveau 43% goedkoper om voor hergebruikmaterialen te kiezen in plaats van nieuwe. Gebaseerd op de nieuwprijs en de waarde op de hergebruikmarkt betekent dit voor deze woning zo'n €16 580,12 (zie *Bijlage L*).

Verder zou de overheid een CO₂-taks kunnen invoeren die materialen met een grote milieu-impact zwaarder belast dan meer ecologische alternatieven. In de analyse van de rentabiliteit van de ontmantelingen, zien we dat materialen met een grote impact zoals het polybeton, de gevelsteen die met cementmortel is bevestigd, de geglazuurde tegels en de snelbouwstenen moeilijker of niet op een rendabele manier te ontmantelen zijn. Dit impliceert dat het goedkoper is deze materialen nieuw aan te kopen waardoor het impactvolle productieproces opnieuw moet worden doorlopen. Het duurder maken van deze materialen kan de verhouding doen omslaan, waardoor het wel interessant wordt om voor recuperatie te kiezen. Dit heeft niet alleen effect op het promoten van hergebruik, maar zorgt er ook voor dat wanneer er geen optie is tot hergebruik, de keuze voor bio-based alternatieven een voordelig alternatief kunnen zijn.

Het invoeren van een hergebruikinventaris of een lijst met 'beschermde materialen' zou bij dergelijke woning enkele makkelijk te recupereren materialen zoals de primaire dakstructuur, de glaswolisolatie, de cellulosevlokken en het schrijnwerk van de afvalberg

kunnen redden. Eigenaars of klanten hebben niet altijd een idee voor welke materialen welke mogelijkheden zijn. Dergelijke documenten kunnen hierbij helpen.

Het voorzien van een meer flexibele EPB-wetgeving die de implementatie van hergebruik faciliteert. In het geval van de onderzochte woning die gebouwd wordt op een kunstsituatie, kan het wettelijk kader grotendeels ontweken worden. Zo was er geen bouwvergunning nodig en moet de strikte EPB-wetgeving niet gevolgd worden. Hoewel de woning opnieuw aan de passiefnormen zal voldoen, zijn er geen problemen met de niet gekwalificeerde waarden van de hergebruikte isolatie. Dit is in een realistische context helaas wel vaak het geval, waardoor hergebruik van isolatie moeilijk geïntroduceerd wordt.

Uiteraard moeten deze mogelijkheden in een bredere context worden gezien en kunnen deze mogelijkheden niet zo eenzijdig bekeken worden als hier het geval is. Toch zijn er duidelijk enkele onbenutte opportuniteiten om hergebruik op beleidsniveau te promoten.

Bibliografie

- Acar, G. (2023). *De herbruikbaarheid van isolatiematerialen uit bestaande gebouwen: specifiek onderzoek naar minerale wol isolatie uit platte daken*. Universiteit Gent.
- Aclagro. (2024, maart 23). *ACLAGRO*. <https://www.aclagro.be/nl>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- BatiTerre. (2024, maart 23). *BatiTerre - Réemploi de matériaux*. <https://batiterre.be/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- BBSM Bâti Bruxellois Source de Nouveaux Matériaux. (2021). *Hergebruik van bakstenen: welk kader toepassen?*
- Belgische baksteenfederatie. (2024a). *Baksteenfabricage*.
- Belgische baksteenfederatie. (2024b, januari 28). *Milieu- en energiebewust produceren*. <https://www.baksteen.be/baksteensector/milieu-en-energiebewust-produceren/1608/energie-effici%C3%ABnte-productie/>. Geraadpleegd op 29 januari 2024.
- Belgische Federale Overheidsdiensten. (2024). *CE-markering*. https://www.belgium.be/nl/economie/handel_en_consumptie/producten_en_diensten/non_food-producten/ce-label. Geraadpleegd op 4 mei 2024.
- Bellastock. (2024a). *Accueil*. <https://www.bellastock.com/>. Geraadpleegd op 27 april 2024.
- Bellastock. (2024b). *La Fabrique du Clos*. <https://www.bellastock.com/projets/fabrique-du-clos/>. Geraadpleegd op 27 april 2024.
- Bertrand, J. (2008). *Houten schrijnwerk: erfgoed en comfort verenigen*.
- BLAF Architecten. (2023). *Projectvoorstelling VlaioIBSN*.
- BLAF Architecten. (2024). *Bureauprofiel BLAF Architecten*.
- Boret, L., & Steukers, K. (2023). *Blok B op het UZ Gent*.
- Buildwise. (2024, april 11). *Over Buildwise - Leer jouw innovatiecentrum kennen*. <https://www.buildwise.be/nl/over-buildwise/>. Geraadpleegd op 11 april 2024.
- Buurman Antwerpen. (2024). *Buurman Antwerpen Visie*. <https://www.buurmanantwerpen.be/visie>. Geraadpleegd op 5 april 2024.
- CIRCL. (2024, maart 23). *Over Ons -CIRCL*. <https://circl.be/over-ons/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- De Meuter. (2024a, maart 23). *De Meuter*. <https://www.demeuter.be/>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.

- De Meuter. (2024b, maart 23). *Ontmantelen*.
<https://www.demeuter.be/activiteiten/ontmantelen/>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- De Tegeltent. (2024). *Hoe duurzaam zijn tegels?*. <https://www.detegeltent.nl/hoe-duurzaam-zijn-tegels>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- De Tijd van Toen. (2018, mei 30). *Wat is craquelé?*
<https://www.detijdvantoen.net/wat-is-craquele/>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- De Wilde, V. (2023). *Het belang van hergebruik bij totaalrenovaties, gefocust op keramische tegels geproduceerd in België tijdens de interbellum periode*.
- Debacker, W., Vrijders, J., Voorter, J., Vergauwen, A., Bergmans, J., & Stouthuysen, P. (2021). *Urban Mining van gebouwen*.
- Democo. (2024, maart 23). *Over Democo*.
<https://democogroup.com/nl/democo/over-democo#sp-98>.
Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Detienne, V. (2018, januari 26). *Valorist, een beroep van de toekomst*.
<https://www.circulareconomy.brussels/valoriste-un-metier-davenir/?lang=nl>.
Geraadpleegd op 7 mei 2024.
- Devlieger, L., & Gielen, M. (2014). *Behind the Green Door. A Critical Look at Sustainable Architecture through 600 Objects* (L. Devlieger, Red.). Oslo Architecture Triennale.
- Ecobouwers. (2024a). *Is PUR/PIR ongezond en slecht voor het milieu?*
<https://www.ecobouwers.be/duurzaam-bouwen/artikels/purpir-ongezond-en-slecht-voor-het-milieu>. Geraadpleegd op 1 februari 2024.
- Ecobouwers. (2024b, februari 21). *Hoe bouw je een kleurrijke kaswoning met recuperatiematerialen*. <https://www.ecobouwers.be/duurzaam-bouwen/artikels/binnenkijken-hoe-bouw-je-een-kleurrijke-kaswoning-met?fbclid=IwAR0bhr0jNR0hEXHph7WOGXXTh7VfKZ9Er3jXPqV-vktlgyFovObUOQIAk2Q>. Geraadpleegd op 29 april 2024.
- Ecowerf. (2024). *Cellulosevlokken | Ecowerf*.
<https://www.ecowerf.be/sorteerwijzer/cellulosevlokken>. Geraadpleegd op 23 april 2024
- Ellen Macarthur foundation. (2022, maart 3). *Why buy light bulbs when you can buy light? Signify*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/why-buy-light-bulbs-when-you-can-buy-light-signify>. Geraadpleegd op 3 mei 2024
- Eurabo. (2024, april 1). *CLS*. <https://www.eurabo.be/nl/lexicon/cls>. Geraadpleegd op 4 april 2024
- European Commission. (2024). *Construction Products Regulation (CPR)*.
https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr_en. Geraadpleegd op 4 mei 2024.
- FCRBE. (2021a). *REUSE TOOLKIT Betonbreuksteen*.
- FCRBE. (2021b). *REUSE TOOLKIT Betonwand*.

- FCRBE. (2021c). *REUSE TOOLKIT Individuele en collectieve wastafels (en uitgietskappen)*.
- FCRBE. (2021d). *REUSE TOOLKIT Materiaal fiches toolkit hergebruik*.
- FCRBE. (2021e). *REUSE TOOLKIT Barnwood, Schuurhout*.
- FCRBE. (2021f). *REUSE TOOLKIT Binnendeur, houten paneeldeur*.
- FCRBE. (2021g). *REUSE TOOLKIT Constructieve elementen van gelijmd gelamelleerd hout*.
- FCRBE. (2021h). *REUSE TOOLKIT Keramische wandtegels-faience*.
- FCRBE. (2021i). *REUSE TOOLKIT Volle keramische baksteen*.
- FCRBE. (2021j). *REUSE TOOLKIT Toiletten*.
- FCRBE. (2021k). *REUSE TOOLKIT Volle keramische baksteen*.
- FCRBE. (2022). *Beoordeling van de technische prestaties van hergebruikmaterialen*. <http://www.nweurope.eu/fcrbe>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- FCRBE. (2023). *Hergebruik in de praktijk: van ontmanteling tot (her)gebruik*.
- FEBELCEM. (2024). *De cementproductie*. <https://www.febelcem.be/nl/cement-beton/de-cementproductie/#:~:text=Om%20cement%20te%20verkrijgen%20moeten,van%20grote%20kalk%2D%20of%20krijtgroeven>. Geraadpleegd op 26 april 2024.
- Fivet, C., & Küpfer, C. (2021). *Déconstruction sélective construction réversible: recueil pour diminuer les déchets et favoriser le réemploi dans la construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- FOD Economie. (2024). *De garantie*. <https://economie.fgov.be/nl/themas/consumentenbescherming/de-garantie#:~:text=Bij%20de%20aankoop%20van%20een,dan%20twee%20jaar%20worden%20overeengekomen>. Geraadpleegd op 4 mei 2024.
- Franck Bricks. (2024, maart 23). *Franck Bricks*. https://www.franck.be/over-ons?gad_source=1&qclid=CjwKCAiAibeuBhAAEiwAiXBoJLafnNvJ3LvXu1MJfNHPjEohUPaYh-HfjhgqSJS5UiSbML-6UGETZ1hoCS74QAvD_BwE. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Gamle Mursten. (2024, maart 23). *Rebrick: What we do*. <http://www.gamlemursten.eu/what-we-do/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- Ghyoot, M. (2017). *Objectif réemploi*.
- Ghyoot, M. (2024). *Vers une liste des "matériaux protégés" ?* <https://www.reemploi-construction.brussels/news/article/article-dopinion-michael-ghyoot-rotor/>. Geraadpleegd op 4 mei 2024.
- Ghyoot, M., & Devlieger, L. (2020, maart 3). *Alles afbreken om beter op te bouwen? Voor een verlaagd BTW-regime... met voorwaarden!* <https://rotordb.org/nl/news/alles-afbreken-om-beter-op-te-bouwen-voor-een-verlaagd-btw-regime-met-voorwaarden>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Ghyoot, M., Devlieger, L., Billiet, L., & Wanier, A. (2017). *Déconstruction et réemploi Comment faire circuler les éléments de construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.

- Gielen, M. (2022, oktober 31). *Zwaartekracht, economie en tweedehands materiaal in tijden van crisis*. Archined. <https://www.archined.nl/2022/10/zwaartekracht-economie-en-tweedehands-materiaal-in-tijden-van-crisis/>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Gladeco. (2018). *Ramen en deuren bij een renovatie*. <https://www.gladeco.be/nl/page/37/ramen-en-deuren>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Gobbo, E., Ghyoot, M., Bernair, C., & Paduart, A. (2022). *Een stappenplan ter bevordering van hergebruikpraktijken in de bouwsector*.
- Het Facilitair Bedrijf. (2024). *Raamcontracten*. <https://www.vlaanderen.be/het-facilitair-bedrijf-overheidsopdrachten-en-raamcontracten/raamcontracten-het-facilitair-bedrijf>. Geraadpleegd op 4 mei 2024.
- Heymans, V. (2018, oktober 11). *Toepassing van herbruikbare materialen doorheen de geschiedenis*. RE C². https://rec2.eu/Actus-62-TOEPASSING_VAN_HERBRUIKBARE_. Geraadpleegd op 2 februari 2024.
- Houthandel Ruiterkamp. (2024, maart 23). *Houthandel Ruiterkamp in Olst*. <https://www.houthandelruiterkamp.nl/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- Hradil, P. (2014). *Barriers and opportunities of structural elements re-use*. <https://www.researchgate.net/publication/271849055>
- Hradil, P., Talja, A., Wahlström, M., Huuhka, S., Lahdensivu, J., & Pikkuvirta, J. (2014). *Re-use of structural elements Environmentally efficient recovery of building components*. <http://www.vtt.fi>
- Huismus. (2024, maart 23). *Huismus*. <https://www.huismus.be/>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Huuhka, S., Kaasalainen, T., Hakanen, J. H., & Lahdensivu, J. (2015). Reusing concrete panels from buildings for building: Potential in Finnish 1970s mass housing. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.017>
- Immaterieel erfgoed Vlaanderen. (2024). *Conservatie, restauratie en reproductie van keramische tegels*. <https://immaterieelerfgoed.be/nl/erfgoed/conservatie-restauratie-en-reproductie-van-keramische-tegels>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Isolteam. (2024a). *Eigenschappen en toepassingen van PUR en PIR* | Isolteam. <https://www.isolteam.be/nl/isolatiemateriaal/pur-pir>. Geraadpleegd op 1 februari 2024.
- Isolteam. (2024b, maart 23). *Eigenschappen en toepassingen van resolschuim* | Isolteam. <https://www.isolteam.be/nl/isolatiemateriaal/resolschuim>. Geraadpleegd op 1 februari 2024.
- Kamphuis Sloopwerken. (2024, maart 23). *Werkwijze - Kamphuis*. <https://www.kamphuijsloopwerken.nl/omgekeerd-bouwen>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- Kanselaar, J., van Ewijk, H., & Casper, B. (2022). *Onderzoeksrapport 'Voorstel berekeningsmethodiek om koolstofvastlegging in biobased bouwmaterialen te kunnen waarderen'*. www.sgssearch.nl

- Klompers, G. (2022, maart 23). *Zelf aan de slag met cellenbeton in 5 stappen*. <https://www.livios.be/nl/artikel/30805/zelf-aan-de-slag-met-cellenbeton-in-5-stappen/>. Geraadpleegd op 2 mei 2024.
- Knauf. (2024a). *Circulaire economie met knauf insulation*. <https://knauf.com/nl-BE/duurzaamheid/duurzaamheid-knauf-insulation/circulariteit-recycling>. Geraadpleegd op 23 april 2024.
- Knauf. (2024b, maart 23). *Onze geschiedenis | Knauf*. <https://knauf.com/nl-BE/wie-zijn-wij/onze-geschiedenis>. Geraadpleegd op 23 april 2024.
- Knauf GmbH. (2024). *Minerale Wol isolatie*. <https://knauf.com/nl-NL/knauf-insulation/technologie/minerale-wol>. Geraadpleegd op 1 februari 2024
- Küpfer, C., Bastien-Masse, M., & Fivet, C. (2023). Reuse of concrete components in new construction projects: Critical review of 77 circular precedents. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 383). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135235>
- La Matériauteur. (2024, maart 23). *La Matériauteur*. <https://lamateriauteur.be/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- Lehne, J., & Preston, F. (2018). *Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Livios. (2022, mei 19). *Met Ytong-blokken voldoe je aan de strenge isolatienormen zonder extra isolatie*. <https://www.livios.be/nl/diensten/zoek-een-partner/310-16396/ytong-silka/partnerberichten/met-ytong-blokken-voldoe-je-aan-de-strenge-isolatienormen-zonder-extra-isolatie/>. Geraadpleegd op 2 mei 2024.
- Livios. (2023, maart 25). *Gepolierd beton of gepolijst? De betonvloer van A tot Z*. <https://www.livios.be/nl/artikel/16643/gepolierd-beton-of-gepolijst-de-betonvloer-van-a-tot-z/?authId=1d949ebf-0489-4e79-a698-772d5b7e8b29>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Lopez Hurtado, P., Rouilly, A., Vandenbossche, V., & Raynaud, C. (2016). A review on the properties of cellulose fibre insulation. In *Building and Environment* (Vol. 96, pp. 170–177). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.09.031>
- Material Mastery. (2024). About us. <https://www.materialmastery.com/>. Geraadpleegd op 2 mei 2024.
- Natura Mater. (2021). *Wie zijn we? | Natura Mater*. <https://nl.naturamater.eu/team>. Geraadpleegd op 2 mei 2024.
- Nielsen, P., Vrijders, J., & Quaghebeur, M. (2011). *Onderzoek naar hoogwaardige toepassingen van cellenbetonafval*.
- Omnicol. (2015, december 23). *Geschiedenis van dunbedlijmen*. <https://blog.omnicol.eu/het-ontstaan-van-tegellijm/>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Opalis. (2024a). *Deuren | Opalis*. <https://opalis.eu/nl/materialen/deuren>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Opalis. (2024b). *Productbewerkingen | Opalis*. <https://opalis.eu/nl/productbewerkingen>. Geraadpleegd op 3 mei 2024.

- Opalis. (2024c). *Ramen* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/materialen/ramen>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Opalis. (2024d). *Technische uitrusting* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/materialen/technische-uitrusting>. Geraadpleegd op 3 mei 2024.
- Opalis. (2024e, maart 23). *Franck* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/handelaars/franck>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Opalis. (2024f, maart 23). *Houthandel Ruiterkamp* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/handelaars/houthandel-ruiterkamp>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.
- Opalis. (2024g, maart 23). *Huismus - Recupmarkt* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/handelaars/huismus-recupmarkt>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Opalis. (2024h, maart 23). *Isolatiemateriaal* | Opalis. <https://opalis.eu/nl/materialen/isolatiemateriaal>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Platform CB23. (2022). *Leidraad Toekomstig hergebruik faciliteren*.
- Poncelet, F., Engelborghs, T., & Ghyoot, M. (2023a). *Gids voor algemene aannemers*.
- Poncelet, F., Engelborghs, T., & Ghyoot, M. (2023b). *Gids voor sloop- en afbraakbedrijven*.
- Poncelet, F., & Vrijders, J. (2021a). *BBSM-WTCB-Technisch-kader-voor-hergebruik-materialen*.
- Poncelet, F., & Vrijders, J. (2021b). *Product-toepassingsfiche: technische installaties voor hergebruik*.
- Poncelet, F., & Vrijders, J. (2021c). *Technisch kader voor hergebruikmaterialen: hoe kunnen de technische prestaties van hergebruikmaterialen worden onderbouwd?*
- Rotor Deconstruction. (2024). *RotorDC About us*. <https://rotordc.com/aboutus-1>. Geraadpleegd op 5 april 2024.
- Rotor vzw. (2024). *Rotor and Reuse*. <https://rotordb.org/en/stories/rotor-and-reuse>. Geraadpleegd op 7 mei 2024.
- Safety in Circularity. (2024). *De attestering in enkele woorden*. <https://www.safetyincircularity.be/nl/geattesteerde-bedrijven>. Geraadpleegd op 7 mei 2024.
- Schoeters, E., Heerwegh, L., Van Laar, B., & Hoflack, M. (2005). *Biologische aantastingen in hout*.
- Schuurmans, T. (2022, september 29). *Carla en Geert Verbeke, van transporteur tot collectionneur*. <https://kunstflaneur.be/2022/09/29/carla-en-geert-verbeke-van-transporteur-tot-collectionneur/#>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- SGSSearch. (2021). *Beslisboom Hergebruik (ge)bouwelementen*.
- Shipit. (2024, maart 23). *Binnenvaarttransport & multimodaal vervoer - Shipit*. <https://shipit.be/nl/home/>. Geraadpleegd op 23 maart 2024.

- Sleiderink. (2024a). *Resol Isolatie*. <https://www.sleiderink.nl/isolatiematerialen/resol-isolatie>. Geraadpleegd op 1 februari 2024.
- Sleiderink. (2024b). *Tubespaan deuren*. <https://www.sleiderink.nl/deuren/binnendeuren/tubespaan-deuren>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Steenbakkerijen van Ploegsteert. (2024, maart 23). *Over ons - Steenbakkerijen van Ploegsteert*. <https://www.ploegsteert.com/nl-be/over-ons/>. Geraadpleegd op 16 februari 2024.
- Stockmans, M. (2016a). *Handleiding voor demontage met het oog op hergebruik*. <http://www.opalis.be/nl/materialen>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Stockmans, M. (2016b). *Handleiding voor demontage met het oog op hergebruik: tegelwerk*. <http://www.opalis.be/nl/materialen>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Strauss, T. (2021). *Concrete as a palimpsest -the value in the deconstruction and reuse of structural concrete*.
- Sturm, B. (2024, januari 28). *Circulariteit in de bouw*. Vlaio. <https://www.vlaio.be/nl/begeleiding-advies/dossiers/circulaire-economie/circulariteit-de-bouw>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Superuse. (2014). *Kringloop Zuid*. https://issuu.com/2012architecten/docs/su-s_presskit_kringloop_zuid. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- The ReUse people. (2024). *Residential deconstruction*. <https://thereusepeople.org/residential-deconstruction/>. Geraadpleegd op 7 mei 2024.
- Van Wesemael, F. (2023). *(DE)BUILD*.
- Verbeke, G. (2024, januari 5). *Website Verbeke Foundation*. <https://verbekefoundation.com/over-ons/>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek. (2018). *Kalkmortel en baksteenmetselwerk*.
- Vereniging Koninklijke Nederlandse bouwkeramiek. (2024). *Keramische tegels*. <https://www.knb-keramiek.nl/themas/keramische-tegels/>. Geraadpleegd op 6 april 2024.
- Verhaert. (2020). *Hergebruik van bouwmaterialen stimuleren: eindrapport marktconsultatie innovatief aanbesteden*.
- Verwimp, E. (2017). *Materialen voor de herinrichting van gebouwen buitenschrijnwerk (ramen en deuren)*.
- Vlaamse Overheid. (2024). *Erkenning en subsidiëring als maatwerkbedrijf*. <https://www.vlaanderen.be/erkenning-en-subsidiering-als-maatwerkbedrijf>. Geraadpleegd op 27 april 2024.
- Vlaanderen Circulair. (2022). *Green deal circulair bouwen*. <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/nl/onze-aanpak/green-deal>. Geraadpleegd op 31 januari 2024.
- Xella. (2019). *Productfiche gehydrofobeerde kimblok*. https://storefrontapi.commerce.xella.com/medias/sys_master/root/h05/h5f/879

[6572024862/fiche-gehydrofobeerde-kimblok/fiche-gehydrofobeerde-kimblok.pdf](#). Geraadpleegd op 31 januari 2024.

Xella. (2024a, januari 31). *Dit is Ytong, het nr. 1 merk voor hedendaags kostengunstig bouwen*. https://www.xella.be/nl_BE/Ytong. Geraadpleegd op 31 januari 2024.

Xella. (2024b, januari 31). *Wij bouwen aan een duurzame wereld*. https://www.xella.be/nl_BE/Duurzaamheid?utm_source=bouwinfo.be&utm_medium=content&utm_campaign=partnersite. Geraadpleegd op 31 januari 2024.

Bijlages

Inhoud

Bijlage A: Overzicht	146
Bijlage B: Beton	147
Gegevenstabellen	147
Prijsbepalingen	150
Bijlage C: Hout.....	150
Gegevenstabellen	150
Prijsbepalingen	157
Overige grafieken	158
Bijlage D: Snelbouwsteen	159
Gegevenstabellen	159
Prijsbepalingen	161
Overige grafieken	161
Bijlage E: Cellulose	161
Gegevenstabellen	161
Overige grafieken	163
Bijlage F: Glaswol	164
Gegevenstabellen	164
Prijsbepalingen	166
Bijlage G: Polybeton	166
Gegevenstabellen	166
Prijsbepalingen	167
Overige grafieken	167
Bijlage H: Gevelmetselwerk	168
Gegevenstabellen	168
Prijsbepalingen	171
Overige grafieken	171
Bijlage I: Keramische wandtegels -faience	172
Gegevenstabellen	172
Prijsbepalingen	175
Overige grafieken	175
Bijlage J: Schrijnwerk.....	176
Gegevenstabellen	176
Prijsbepalingen	178
Overige grafieken	178
Bijlage K: PIR	180
Prijsbepalingen	180
Bijlage L: Gebouwniveau	180

Bijlage A: Overzicht

Overzichtstabel gebruikte data				
Baksteen (kalkmortel)	Ontmantelingssnelheid [stenen/h]	Bron	kuissnelheid [stenen/h]	Bron
	93,75	Aclagro	180	Anke Frulleux & Esther Vandenbulcke
	187,5	Partij A	375	Partij A
	150	Katrien Devos	125-200	Pascal De Roover
	300	Reuse Brussels	45	Katrien Devos
			625	Déconstruction et Réemploi
Aangenomen waarde		182,8	270	
Baksteen (Cementmortel)	Ontmantelingssnelheid [stenen/h]	Bron	kuissnelheid [stenen/h]	Bron
	10	Aclagro	60	Anke Frulleux & Esther Vandenbulcke
	75	Katrien devos	125-200	Pascal De Roover
			45	Katrien Devos
Aangenomen waarde		42,5	101,7	
Minerale wol	Ontmantelingssnelheid [m³/h]	Bron	kuissnelheid [m³/h]	Bron
	20,83	Aclagro	/	
Polybeton	Ontmantelingssnelheid [m²/dag]	Bron	kuissnelheid [m³/h]	Bron
	50	Aclagro	/	
Beton (lateien)	Ontmantelingssnelheid [m³/dag]	Bron	kuissnelheid [m³/h]	Bron
	1	Aclagro	/	
Hout	Ontmantelingssnelheid [m³/h]	Bron	kuissnelheid [min/st.]	Bron
	0,16 (manueel)	Aclagro		8 Houthandel Ruiterkamp
	1,15 (mechanisch)	Houthandel Ruiterkamp		
Ramen	Ontmantelingssnelheid [m³/h]	Bron	kuissnelheid	Bron
	60 m²/dag (2 pers)	Aclagro	/	
	40 min/ raam (2pers)	Reuse Brussels	/	
Aangenomen waarde		1 raam/h		
Deuren	Ontmantelingssnelheid [m³/h]	Bron	kuissnelheid	Bron
	60 m²/dag (2 pers)	Aclagro	/	
	1h/ deur (2 pers)	Reuse Brussels	/	
Aangenomen waarde		2 deuren /h		
Cellulose	Ontmantelingssnelheid [m³/h]	Bron	kuissnelheid	Bron
	2,67	ISOPROC	/	
Faiencetegels	Ontmantelingssnelheid	Bron	kuissnelheid	Bron
	35 m²/ dag	Aclagro	5sec/ tegel	Rotor
	6,75 m²/h	Rotor		
	2 m²/ h	Reuse Brussels		
Aangenomen waarde		4,37m²/h	5sec/tegel	
Snelbouwsteen	Ontmantelingssnelheid [stenen/h]	Bron	kuissnelheid [stenen/h]	Bron
	10	Aclagro	166,66	Pascal De Roover

Bijlage B: Beton

Gegevenstabellen

BETON (LATEIEN)									
Basisgegevens									
Aantal									
	1,2 * 0,09*0,2		1						
	1,2*0,14*0,2		9						
	3,0*0,14*0,2		4						
Volume	[m³]		0,66						
Gewicht	[ton]		1,617						
Kost werkman	[€/h]		47						
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m³/h]	0,125	Algemeen [h/st.]	0,01	Algemeen [€/h]	50	Algemeen [€/maand]	2		
Duur lbSN [h]	5,28	Duur lbSN [h]	0,43	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]	6		
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]	2		
		stuks		extra kost transportbedrijf	65				
		kost		Aantal camions	1				
				Paletten	2				
				kost (€/st.)	12				
Totaal	€ 248,16	Totaal	€ 20,00	Totaal	€ 157,00	Totaal	€ 24,00		
Totale ontmantelingskost							Totaal	€ 606,16	
							Per latei	€ 67,35	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik	1,2 * 0,09*0,2	€	9,05	Marktwaaarde nieuw		€	243,20		
	1,2*0,14*0,2	€	12,28	kost nieuw materiaal		€	243,20		
	3,0*0,14*0,2	€	18,74						
opbrengst lbSN		€	194,56						
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer		€	606,16	Kost hergebruik klant		€	606,16		
Opbrengst aannemer		€	194,56	Kost nieuw materiaal klant		€	243,20		
Voordeel hergebruik		€	-411,60	Voordeel hergebruik		€	-362,96		
Voordeel per latei		€	-29,40	Voordeel per latei		€	-25,93		
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer		€	425,16	Kost hergebruik klant		€	425,16		
Opbrengst aannemer		€	194,56	Kost nieuw materiaal klant		€	243,20		
Voordeel hergebruik		€	-230,60	Voordeel hergebruik		€	-181,96		
Voordeel per latei		€	-16,47	Voordeel per latei		€	-13,00		
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer		€	292,16	Kost hergebruik klant		€	292,16		
Opbrengst aannemer		€	194,56	Kost nieuw materiaal klant		€	243,20		
Voordeel hergebruik		€	-97,60	Voordeel hergebruik		€	-48,96		
Voordeel per latei		€	-6,97	Voordeel per latei		€	-3,50		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer		€	268,16	Kost hergebruik klant		€	268,16		
Opbrengst aannemer		€	194,56	Kost nieuw materiaal klant		€	243,20		
Voordeel hergebruik		€	-73,60	Voordeel hergebruik		€	-24,96		
Voordeel per latei		€	-5,26	Voordeel per latei		€	-1,78		

BETON (LATEIEN) kleine bestelwagen die volledig vol is									
Basisgegevens									
Aantal									
	1,2 * 0,09*0,2		7						
	1,2*0,14*0,2		63						
	3,0*0,14*0,2		28						
Volume	[m³]		4,62						
Gewicht	[ton]		11,319						
Kost werkman	[€/h]		47						
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m³/h]	0,125	Algemeen [h/st.]	0,01	Algemeen [€/h]	50	Algemeen [€/maand]	2		
Duur lbSN [h]	36,96	Duur lbSN [h]	2,98	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]	6		
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]	8		
		stuks		extra kost transportbedrijf	20				
		kost		Aantal camions	1				
				Paletten	8				
				kost (€/st.)	45,276				
Totaal	€ 1.737,12	Totaal	€ 140,00	Totaal	€ 145,28	Totaal	€ 90,55		
Totale ontmantelingskost							Totaal	€ 2.258,22	
							Per latei	€ 35,84	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik	1,2 * 0,09*0,2	€	9,05	Marktwaaarde nieuw		€	1.702,39		
	1,2*0,14*0,2	€	12,28	kost nieuw materiaal		€	1.702,39		
	3,0*0,14*0,2	€	18,74						
opbrengst lbSN		€	1.361,91						
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer		€	2.258,22	Kost hergebruik klant		€	2.258,22		
Opbrengst aannemer		€	1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€	1.702,39		
Voordeel hergebruik		€	-896,31	Voordeel hergebruik		€	-556,84		
Voordeel per latei		€	-9,15	Voordeel per latei		€	-5,67		
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer		€	2.022,40	Kost hergebruik klant		€	2.022,40		
Opbrengst aannemer		€	1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€	1.702,39		
Voordeel hergebruik		€	-660,49	Voordeel hergebruik		€	-320,01		
Voordeel per latei		€	-6,74	Voordeel per latei		€	-3,27		
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer		€	1.967,67	Kost hergebruik klant		€	1.967,67		
Opbrengst aannemer		€	1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€	1.702,39		
Voordeel hergebruik		€	-605,76	Voordeel hergebruik		€	-265,28		
Voordeel per latei		€	-6,18	Voordeel per latei		€	-2,71		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer		€	1.877,12	Kost hergebruik klant		€	1.877,12		
Opbrengst aannemer		€	1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€	1.702,39		
Voordeel hergebruik		€	-515,21	Voordeel hergebruik		€	-174,73		
Voordeel per latei		€	-5,26	Voordeel per latei		€	-1,78		

BETON (LATEIEN) variëren in ontmantelingsnelheid (1m³/7uur)									
Basisgegevens									
Aantal		1,2 * 0,09*0,2	7						
		1,2*0,14*0,2	63						
		3,0*0,14*0,2	28						
Volume		[m³]	4,62						
Gewicht		[ton]	11,319						
Kost werkmán		[€/h]	47						
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m³/h]	0,142857143	Algemeen [h/st.]	0,01	Algemeen [€/h]	50	Algemeen [€/maand]			
Duur lbSN [h]	32,34	Duur lbSN [h]	2,98	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]			
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]			
			stuks	extra kost transportbedrijf	20				
			kost	Aantal camions	1				
				Paletten [st.]	8				
				kost (€/st.)	45,276				
Totaal	€ 1.519,98	Totaal	€ 140,00	Totaal	€ 145,28	Totaal	€ 90,55		
Totale ontmantelingskost						Totaal	€ 2.041,08		
						Per latei	€ 32,40		
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik		1,2 * 0,09*0,2	€ 9,05	Marktwaaarde nieuw		€ 1.702,39			
		1,2*0,14*0,2	€ 12,28	kost nieuw materiaal		€ 1.702,39			
		3,0*0,14*0,2	€ 18,74						
opbrengst lbSN			€ 1.361,91						
<i>Algemeen</i>					<i>Algemeen</i>				
Kost voor aannemer			€ 2.041,08	Kost hergebruik klant		€ 2.041,08			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -679,17	Voordeel hergebruik		€ -338,70			
Voordeel per latei			€ -6,93	Voordeel per latei		€ -3,46			
<i>Exclusief stockage</i>					<i>Exclusief stockage</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.805,26	Kost hergebruik klant		€ 1.805,26			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -443,35	Voordeel hergebruik		€ -102,87			
Voordeel per latei			€ -4,52	Voordeel per latei		€ -1,05			
<i>Exclusief transport</i>					<i>Exclusief transport</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.750,53	Kost hergebruik klant		€ 1.750,53			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -388,62	Voordeel hergebruik		€ -48,14			
Voordeel per latei			€ -3,97	Voordeel per latei		€ -0,49			
<i>Exclusief transport en stockage</i>					<i>Exclusief transport en stockage</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.659,98	Kost hergebruik klant		€ 1.659,98			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -298,07	Voordeel hergebruik		€ 42,41			
Voordeel per latei			€ -3,04	Voordeel per latei		€ 0,43			

BETON (LATEIEN) variëren in ontmantelingsnelheid(1m³/6uur)									
Basisgegevens									
Aantal		1,2 * 0,09*0,2	7						
		1,2*0,14*0,2	63						
		3,0*0,14*0,2	28						
Volume		[m³]	4,62						
Gewicht		[ton]	11,319						
Kost werkmán		[€/h]	47						
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m³/h]	0,166666667	Algemeen [h/st.]	0,01	Algemeen [€/h]	50	Algemeen [€/maand]			
Duur lbSN [h]	27,72	Duur lbSN [h]	2,98	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]			
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]			
			stuks	extra kost transportbedrijf	20				
			kost	Aantal camions	1				
				Paletten [st.]	8				
				kost (€/st.)	45,276				
Totaal	€ 1.302,84	Totaal	€ 140,00	Totaal	€ 145,28	Totaal	€ 90,55		
Totale ontmantelingskost						Totaal	€ 1.823,94		
						Per latei	€ 28,95		
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik		1,2 * 0,09*0,2	€ 9,05	Marktwaaarde nieuw		€ 1.702,39			
		1,2*0,14*0,2	€ 12,28	kost nieuw materiaal		€ 1.702,39			
		3,0*0,14*0,2	€ 18,74						
opbrengst lbSN			€ 1.361,91						
<i>Algemeen</i>					<i>Algemeen</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.823,94	Kost hergebruik klant		€ 1.823,94			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -462,03	Voordeel hergebruik		€ -121,56			
Voordeel per latei			€ -4,71	Voordeel per latei		€ -1,24			
<i>Exclusief stockage</i>					<i>Exclusief stockage</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.588,12	Kost hergebruik klant		€ 1.588,12			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -226,21	Voordeel hergebruik		€ 114,27			
Voordeel per latei			€ -2,31	Voordeel per latei		€ 1,17			
<i>Exclusief transport</i>					<i>Exclusief transport</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.533,39	Kost hergebruik klant		€ 1.533,39			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -171,48	Voordeel hergebruik		€ 169,00			
Voordeel per latei			€ -1,75	Voordeel per latei		€ 1,72			
<i>Exclusief transport en stockage</i>					<i>Exclusief transport en stockage</i>				
Kost voor aannemer			€ 1.442,84	Kost hergebruik klant		€ 1.442,84			
Opbrengst aannemer			€ 1.361,91	Kost nieuw materiaal klant		€ 1.702,39			
Voordeel hergebruik			€ -80,93	Voordeel hergebruik		€ 259,55			
Voordeel per latei			€ -0,83	Voordeel per latei		€ 2,65			

BETON (LATEIEN) variëren in ontmantelingsnelheid(1m³/5uur)											
Basisgegevens											
Aantal		1,2 * 0,09*0,2		7							
		1,2*0,14*0,2		63							
		3,0*0,14*0,2		28							
Volume		[m³]		4,62							
Gewicht		[ton]		11,319							
Kost werkmans		[€/h]		47							
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,2	Algemeen	[h/st.]	0,01	Algemeen	[€/h]	50	Algemeen	[€/maand]	2
Duur lbSN	[h]	23,1	Duur lbSN	[h]	2,98	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage [maand]		6
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	8
						extra kost transportbedrijf		20			
						Aantal camions		1			
						Paletten	[st.]	8			
						kost (€/st.)		45,276			
Totaal	€	1.085,70	Totaal	€	140,00	Totaal	€	145,28	Totaal	€	90,55
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	1.606,80
									Per latei	€	25,50
Baten											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		1,2 * 0,09*0,2	€	9,05		Marktwaaarde nieuw			€	1.702,39	
		1,2*0,14*0,2	€	12,28		kost nieuw materiaal			€	1.702,39	
		3,0*0,14*0,2	€	18,74							
opbrengst lbSN			€	1.361,91							
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer			€	1.606,80		Kost hergebruik klant			€	1.606,80	
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39	
Voordeel hergebruik			€	-244,89		Voordeel hergebruik			€	95,58	
Voordeel per latei			€	-2,50		Voordeel per latei			€	0,98	
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer			€	1.370,98		Kost hergebruik klant			€	1.370,98	
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39	
Voordeel hergebruik			€	-9,07		Voordeel hergebruik			€	331,41	
Voordeel per latei			€	-0,09		Voordeel per latei			€	3,38	
Exlusief transport						Exlusief transport					
Kost voor aannemer			€	1.316,25		Kost hergebruik klant			€	1.316,25	
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39	
Voordeel hergebruik			€	45,66		Voordeel hergebruik			€	386,14	
Voordeel per latei			€	0,47		Voordeel per latei			€	3,94	
Exlusief transport en stockage						Exlusief transport en stockage					
Kost voor aannemer			€	1.225,70		Kost hergebruik klant			€	1.225,70	
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39	
Voordeel hergebruik			€	136,21		Voordeel hergebruik			€	476,69	
Voordeel per latei			€	1,39		Voordeel per latei			€	4,86	

BETON (LATEIEN) variëren in ontmantelingsnelheid(1m³/4uur)												
Basisgegevens												
Aantal												
		1,2 * 0,09*0,2		7								
		1,2*0,14*0,2		63								
		3,0*0,14*0,2		28								
Volume		[m³]		4,62								
Gewicht		[ton]		11,319								
Kost werkmans		[€/h]		47								
Kosten												
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage			
Algemeen	[m³/h]	0,25	Algemeen	[h/st.]	0,01	Algemeen	[€/h]	50	Algemeen	[€/maand]	2	
Duur lbsN	[h]	18,48	Duur lbsN	[h]	2,98	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6	
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	8	
						extra kost transportbedrijf		20				
						Aantal camions		1				
						Paletten	[st.]	8				
						kost (€/st.)		45,276				
Totaal		€	868,56	Totaal	€	140,00	Totaal	€	145,28	Totaal	€	90,55
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	1.389,66	
									Per latei	€	22,06	
Baten												
Perspectief aannemer						Perspectief klant						
Marktwaaarde hergebruik		1,2 * 0,09*0,2	€	9,05		Marktwaaarde nieuw			€	1.702,39		
		1,2*0,14*0,2	€	12,28		kost nieuw materiaal			€	1.702,39		
		3,0*0,14*0,2	€	18,74								
opbrengst lbsN			€	1.361,91								
Algemeen						Algemeen						
Kost voor aannemer			€	1.389,66		Kost hergebruik klant			€	1.389,66		
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39		
Voordeel hergebruik			€	-27,75		Voordeel hergebruik			€	312,72		
Voordeel per latei			€	-0,28		Voordeel per latei			€	3,19		
Exclusief stockage						Exclusief stockage						
Kost voor aannemer			€	1.153,84		Kost hergebruik klant			€	1.153,84		
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39		
Voordeel hergebruik			€	208,07		Voordeel hergebruik			€	548,55		
Voordeel per latei			€	2,12		Voordeel per latei			€	5,60		
Exlusief transport						Exlusief transport						
Kost voor aannemer			€	1.099,11		Kost hergebruik klant			€	1.099,11		
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39		
Voordeel hergebruik			€	262,80		Voordeel hergebruik			€	603,28		
Voordeel per latei			€	2,68		Voordeel per latei			€	6,16		
Exlusief transport en stockage						Exlusief transport en stockage						
Kost voor aannemer			€	1.008,56		Kost hergebruik klant			€	1.008,56		
Opbrengst aannemer			€	1.361,91		Kost nieuw materiaal klant			€	1.702,39		
Voordeel hergebruik			€	353,35		Voordeel hergebruik			€	693,83		
Voordeel per latei			€	3,61		Voordeel per latei			€	7,08		

Prijsbepalingen

INSCHATTING MARKTWAARDE							
Bron	afmeting (m)		afmetingen plint in lbsn (m)	nieuwprijs		waarde hergebruikmarkt	
andrecelis.be	1,20x0,20x0,09		1,2x0,09x0,2	9,89			
hubo	1,20x0,19x0,09			17,49			
				11,31	€	9,05	€
andrecelis.be	1,40x0,19x0,14		1,2x0,14x0,2	15,96			
hillra.be	1,20x0,19x0,14			21,20			
				15,36	€	12,28	€
hubo	3,00x0,14x0,06		3,0x0,14x0,2	33,99			
andrecelis.be	3,00x0,14x0,09			22,69			
				23,42	€	18,74	€

Bijlage C: Hout

Gegevenstabellen

a) CLS houtskeletwand

Massief Hout (oregon/douglas)									
Basisgegevens									
Aantal				Verlies na ontmanteling (20%)					
	[m²]	8,19			[m²]			6,552	
	[st]	693			[st.]			554,4	
Gewicht	[ton]	3,85		Verlies na kuisen (2%)				3,08	
Kost werkmans	[€/h]	47,00			[m²]			6,42	
					[st.]			543,31	
					[ton]			3,02	
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen	[m²/h]	0,16	ontnagelen	[st./h]	7,5	Algemeen	[€/m²/maand]		2
Duur lbsN	[h]	52,42	Duur lbsN	[h]	73,92	Duur transport	[h]	0,6	6
hoogte werkers (huur)		2	Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	8
Aantal dagen		7				Totale duur	[h]	1,6	
prijs/dag		135				Extra transportkost		56	
prijs/week		490				Paletten	[st.]	0	
Totaal		760				kost (€/st.)		0	
Totaal	€	3.223,55	Totaal	3.474,24 €	Totaal	200,00 €	Totaal	96,00 €	
Totale ontmantelingskost							Totaal	7.193,79 €	
							Per m³	1.120,36 €	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik		444,01	Stortkost		[€/ton]			45	
opbrengst lbsN	€	2.850,98	Stortkost lbsN		[€]			138,5748	
vergoedde storkost	€	138,57	Marktwaaarde nieuw		[€/m²]			758,83	
			kost nieuw materiaal		[€]			4872,39	
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€	7.193,79	Kost hergebruik klant	€		7.193,79			
Opbrengst aannemer	€	2.850,98	Kost nieuw materiaal klant	€		4.872,39			
Voordeel hergebruik	€	-4.342,82	Voordeel hergebruik	€		-2.321,40			
Voordeel per m³	€	-676,35	voordeel per m³	€		-361,54			
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€	6.897,79	Kost hergebruik klant	€		6.897,79			
Opbrengst aannemer	€	2.850,98	Kost nieuw materiaal klant	€		4.872,39			
Voordeel hergebruik	€	-4.046,82	Voordeel hergebruik	€		-2.025,40			
Voordeel per m³	€	-630,25	voordeel per m³	€		-315,44			
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€	6.793,79	Kost hergebruik klant	€		6.793,79			
Opbrengst aannemer	€	2.850,98	Kost nieuw materiaal klant	€		4.872,39			
Voordeel hergebruik	€	-3.942,82	Voordeel hergebruik	€		-1.921,40			
Voordeel per m³	€	-614,05	voordeel per m³	€		-299,24			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€	6.697,79	Kost hergebruik klant	€		6.697,79			
Opbrengst aannemer	€	2.850,98	Kost nieuw materiaal klant	€		4.872,39			
Voordeel hergebruik	€	-3.846,82	Voordeel hergebruik	€		-1.825,40			
Voordeel per m³	€	-599,10	voordeel per m³	€		-284,29			

Massief Hout (incl. storkost)											
Basisgegevens											
Aantal								Verlies na ontmanteling	[m³]		6,522
										[st.]	554,4
Gewicht										[ton]	3,08
Kost werkmán										[st.]	543,31
										[ton]	3,02
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,16	ontnagelen	[st./h]	7,5	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur tóSN	[h]	52,42	Duur tóSN	[h]	73,92	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
hoogtewerkers (huur)		2	uurloon		1,6	Laden + lossen		1,6	Oppervlakte	[m²]	8
Aantal dagen		7				Totale duur		56			
prijs/dag		135				Extra transportkost		0			
prijs/week		490				Paletten		0			
Totaal		760				kost (€/st.)		0			
Totaal	€	3.223,55	Totaal		3.474,24 €	Totaal	200,00 €	Totaal		96,00 €	
Totale ontmantelingskost									Totaal	7.193,79 €	
									Per m³	1.120,36 €	
Baten											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik					444,01	Storkost					45
opbrengst tóSN					2850,975011	Storkost tóSN					138,5748
vergoede storkost					138,5748	Marktaandeel nieuw					758,83
						kost nieuw materiaal					4872,39
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer	€				7.193,79	Kost hergebruik klant			€	7.193,79	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-4.204,24	Voordeel hergebruik			€	-2.182,83	
Voordeel per m³	€				-654,77	voordeel per m³			€	-339,95	
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer	€				6.897,79	Kost hergebruik klant			€	6.897,79	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-3.908,24	Voordeel hergebruik			€	-1.886,83	
Voordeel per m³	€				-608,67	voordeel per m³			€	-293,85	
Exclusief transport						Exclusief transport					
Kost voor aannemer	€				6.793,79	Kost hergebruik klant			€	6.793,79	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-3.804,24	Voordeel hergebruik			€	-1.782,83	
Voordeel per m³	€				-592,47	voordeel per m³			€	-277,66	
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer	€				6.697,79	Kost hergebruik klant			€	6.697,79	
Opbrengst aannemer	€				3.128,12	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-3.569,67	Voordeel hergebruik			€	-1.886,83	
Voordeel per m³	€				-555,94	voordeel per m³			€	-262,71	

Massief Hout (sociale economie én vergoede storkost)											
Basisgegevens											
Aantal								Verlies na ontmanteling	[m³]		6,522
										[st.]	554,4
Gewicht										[ton]	3,08
Kost werkmán										[st.]	543,31
										[ton]	3,02
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,16	ontnagelen	[st./h]	7,5	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur tóSN	[h]	52,42	Duur tóSN	[h]	221,76	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
hoogtewerkers (huur)		2	uurloon		10	Laden + lossen		1,6	Oppervlakte	[m²]	8
Aantal dagen		7				Totale duur		56			
prijs/dag		135				Extra transportkost		0			
prijs/week		490				Paletten		0			
Totaal		760				kost (€/st.)		0			
Totaal	€	3.223,55	Totaal		2.217,80 €	Totaal	200,00 €	Totaal		96,00 €	
Totale ontmantelingskost									Totaal	5.937,15 €	
									Per m³	924,65 €	
Baten											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik					444,01	Storkost					45
opbrengst tóSN					2850,975011	Storkost tóSN					138,5748
vergoede storkost					138,5748	Marktaandeel nieuw					758,83
						kost nieuw materiaal					4872,39
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer	€				5.937,15	Kost hergebruik klant			€	5.937,15	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-2.947,60	Voordeel hergebruik			€	-926,19	
Voordeel per m³	€				-459,06	voordeel per m³			€	-144,24	
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer	€				5.641,15	Kost hergebruik klant			€	5.641,15	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-2.651,60	Voordeel hergebruik			€	-630,19	
Voordeel per m³	€				-412,98	voordeel per m³			€	-98,15	
Exclusief transport						Exclusief transport					
Kost voor aannemer	€				5.537,15	Kost hergebruik klant			€	5.537,15	
Opbrengst aannemer	€				2.989,55	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-2.547,60	Voordeel hergebruik			€	-526,19	
Voordeel per m³	€				-396,76	voordeel per m³			€	-81,95	
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer	€				5.441,15	Kost hergebruik klant			€	5.441,15	
Opbrengst aannemer	€				3.128,12	Kost nieuw materiaal klant			€	5.010,96	
Voordeel hergebruik	€				-2.313,03	Voordeel hergebruik			€	-430,19	
Voordeel per m³	€				-360,23	voordeel per m³			€	-67,00	

Massief Hout (in stukken ontmantelen, reguliere arbeid)										
Basisgegevens										
Aantal						Verlies na ontmanteling		[m³]	6,552	
			[m³]		8,19			[st.]	554,4	
			[st]		693			[ton]	3,08	
Gewicht			[ton]		3,85	Verlies na kuisen		[m³]	6,42	
Kosten werkman			[€/h]	€	47,00			[st.]	543,31	
								[ton]	3,02	
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen			Transport		stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,35	ontnagelen	[st./h]	15,80	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN	[h]	23,30	Duur lbSN	[h]	35,09	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage [maand]	6
hoogte werkers (huur)		2	uurloon		47,00	Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte [m²]	18,6
Aantal dagen		3				Totale duur	[h]	1,6		
prijs/dag		135				Extra transportkost		56		
prijs/week		490				Paletten	[st.]	0		
Totaal		405				kost (€/st.)		0		
Totaal		€ 1.499,91	Totaal		1.649,39 €	Totaal		200,00 €	Totaal	223,20 €
Totale ontmantelingskost								Totaal	3.772,50 €	
								Per m³	587,53 €	
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik				444,01	Stortkost		[€/ton]	45		
opbrengst lbSN				2850,975011	Stortkost lbSN		[€]	138,5748		
vergoedde stortkost				138,5748	Marktaandeel nieuw		[€/m³]	758,83		
					kost nieuw materiaal		[€]	4872,39		
<i>Algemeen</i>					<i>Algemeen</i>					
Kost voor aannemer	€		3.772,50		Kost hergebruik klant	€	3.772,50			
Opbrengst aannemer	€		2.989,55		Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96			
Voordeel hergebruik	€		-782,95		Voordeel hergebruik	€	1.238,47			
Voordeel per m³	€		-121,94		voordeel per m³	€	192,88			
<i>Exclusief stockage</i>					<i>Exclusief stockage</i>					
Kost voor aannemer	€		3.349,30		Kost hergebruik klant	€	3.349,30			
Opbrengst aannemer	€		2.989,55		Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96			
Voordeel hergebruik	€		-359,75		Voordeel hergebruik	€	1.661,67			
Voordeel per m³	€		-56,03		voordeel per m³	€	258,79			
<i>Exclusief transport</i>					<i>Exclusief transport</i>					
Kost voor aannemer	€		3.372,50		Kost hergebruik klant	€	3.372,50			
Opbrengst aannemer	€		2.989,55		Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96			
Voordeel hergebruik	€		-382,95		Voordeel hergebruik	€	1.638,47			
Voordeel per m³	€		-59,64		voordeel per m³	€	255,17			
<i>Exclusief transport en stockage</i>					<i>Exclusief transport en stockage</i>					
Kost voor aannemer	€		3.149,30		Kost hergebruik klant	€	3.149,30			
Opbrengst aannemer	€		3.128,12		Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96			
Voordeel hergebruik	€		-21,17		Voordeel hergebruik	€	1.861,67			
Voordeel per m³	€		-3,30		voordeel per m³	€	289,94			

Massief Hout (in stukken ontmantelen, sociale economie, 3x trager)										
Basisgegevens										
Aantal						Verlies na ontmanteling		[m³]	6,552	
					[m³]	8,19		[st.]	554,4	
					[st]	693		[ton]	3,08	
Gewicht			[ton]			3,85	Verlies na kuisen		[m³]	6,42
Kost werkman			[€/h]		€	47,00			[st.]	543,31
									[ton]	3,02
Kosten										
Ontmantelen				Kuisen			Transport		stockage	
Algemeen	[m³/h]	0,35	ontnagelen	[st./h]	15,80	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN	[h]	23,30	Duur lbSN	[h]	105,28	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage [maand]	6
hoogte werkers (huur)		2	uurloon		10,00	Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte [m²]	18,6
Aantal dagen		3				Totale duur	[h]	1,5		
prijs/dag		135				Aantal camions		1		
prijs/week		490				Paletten	[st.]	0		
Totaal		405				kost (€/st.)		0		
Totaal	€	1.499,91	Totaal		1.052,80 €	Totaal		135,00 €	Totaal	223,20 €
Totale ontmantelingskost								Totaal	3.045,91 €	
								Per m³	474,37 €	
Baten										
Perspectief aannemer						Perspectief klant				
Marktaandeel hergebruik					444,01	Stortkost		[€/ton]	45	
opbrengst lbSN					2850,975011	Stortkost lbSN		[€]	138,5748	
vergoedde stortkost					138,5748	Marktaandeel nieuw		[€/m³]	758,83	
						kost nieuw materiaal		[€]	4872,39	
Algemeen						Algemeen				
Kost voor aannemer	€		3.045,91			Kost hergebruik klant	€	3.045,91		
Opbrengst aannemer	€		2.989,55			Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96		
Voordeel hergebruik	€		-56,36			Voordeel hergebruik	€	1.965,05		
Voordeel per m³	€		-8,78			voordeel per m³	€	306,04		
Exclusief stockage						Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€		2.687,71			Kost hergebruik klant	€	2.687,71		
Opbrengst aannemer	€		2.989,55			Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96		
Voordeel hergebruik	€		301,84			Voordeel hergebruik	€	2.323,25		
Voordeel per m³	€		47,01			voordeel per m³	€	361,82		
Exclusief transport						Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€		2.775,91			Kost hergebruik klant	€	2.775,91		
Opbrengst aannemer	€		2.989,55			Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96		
Voordeel hergebruik	€		213,64			Voordeel hergebruik	€	2.235,05		
Voordeel per m³	€		33,27			voordeel per m³	€	348,09		
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€		2.552,71			Kost hergebruik klant	€	2.552,71		
Opbrengst aannemer	€		3.128,12			Kost nieuw materiaal klant	€	5.010,96		
Voordeel hergebruik	€		575,41			Voordeel hergebruik	€	2.458,25		
Voordeel per m³	€		89,61			voordeel per m³	€	382,85		

b) CLS dakroostering

153

Massief Hout (incl. storkost)									
Basisgegevens									
Aantal						Verlies na ontmanteling			
			[m³]		4,62		[m³]		3,696
			[st]		255			[st.]	191,25
Gewicht			[ton]		2,17	Verlies na kuisen		[m³]	1,63
Kost werkman			[€/h]	€	47,00			[st.]	187,43
								[ton]	1,60
Kosten									
Ontmantelen				Kuisen			Transport		
Algemeen	[m³/h]	0,16	ontnagelen	[st./h]	7,5	Algemeen		90	Algemeen [€/m²/maand]
Duur lBSN	[h]	29,57	Duur lBSN	[h]	25,50	Duur transport		0,6	Duur stockage [maand]
hoogte werkers (huur)		2	Uurloon			Laden + lossen		1	Oppervlakte [m²]
Aantal dagen		4				Totale duur		1,6	
prijs/dag		135				Extra transportkost		56	
prijs/week		490				Paletten		0	
Totaal		355				kost (€/st.)		0	
Totaal	€	1.744,70	Totaal		1.199,50 €	Totaal		200,00 €	Totaal
Totale ontmantelingskost									96,00 €
									3.439,20 €
								Per m³	949,51 €
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktaandeel hergebruik				444,01	Storkost		[€/ton]		45
opbrengst lBSN				1608,242314	Storkost lBSN		[€]		73,28475
vergoede storkost				73,28475	Marktaandeel nieuw		[€/m³]		758,83
					kost nieuw materiaal		[€]		2748,53
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€		3.439,20	Kost hergebruik klant	€		3.439,20		
Opbrengst aannemer	€		1.681,53	Kost nieuw materiaal klant	€		2.821,81		
Voordeel hergebruik	€		-1.757,67	Voordeel hergebruik	€		-617,38		
Voordeel per m³	€		-485,27	voordeel per m³	€		-170,45		
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€		3.143,20	Kost hergebruik klant	€		3.143,20		
Opbrengst aannemer	€		1.681,53	Kost nieuw materiaal klant	€		2.821,81		
Voordeel hergebruik	€		-1.461,67	Voordeel hergebruik	€		-321,38		
Voordeel per m³	€		-403,54	voordeel per m³	€		-88,73		
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€		3.039,20	Kost hergebruik klant	€		3.039,20		
Opbrengst aannemer	€		1.681,53	Kost nieuw materiaal klant	€		2.821,81		
Voordeel hergebruik	€		-1.357,67	Voordeel hergebruik	€		-217,38		
Voordeel per m³	€		-374,83	voordeel per m³	€		-60,02		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€		2.943,20	Kost hergebruik klant	€		2.943,20		
Opbrengst aannemer	€		1.754,81	Kost nieuw materiaal klant	€		2.821,81		
Voordeel hergebruik	€		-1.188,38	Voordeel hergebruik	€		-121,38		
Voordeel per m³	€		-328,09	voordeel per m³	€		-33,51		

Massief Hout (sociale economie én vergoede storkost)										
Basisgegevens										
Aantal		[m³]	4,62	Verlies na ontmanteling		[m³]		3,696		
		[st]	255				[st.]	191,25		
Gewicht		[ton]	2,17	Verlies na kuisen		[m³]		1,63		
Kost werkman		[€/h]	€ 47,00				[st.]	3,62		
							[ton]	187,43		
								1,60		
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen			Transport		stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,16	ontnagelen	[st./h]	7,5	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lBSN	[h]	29,57	Duur lBSN	[h]	76,50	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage [maand]	6
hoogte werkers (huur)		2	uurloon		10	Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte [m²]	8
Aantal dagen		4				Totale duur	[h]	1,5		
prijs/dag		135				Aantal camions		1		
prijs/week		490				Paletten	[st.]	0		
Totaal		355				kost (€/st.)		0		
Totaal		€ 1.744,70	Totaal		765,00 €	Totaal		135,00 €	Totaal 96,00 €	
Totale ontmantelingskost								Totaal		2.875,70 €
								Per m³		793,93 €
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik			444,01	Storkost			[€/ton]		45	
opbrengst lBSN			1608,242314	Storkost lBSN			[€]		73,28475	
vergoede storkost			73,28475	Marktaandeel nieuw			[€/m³]		758,83	
				kost nieuw materiaal			[€]		2748,53	
Algemeen					Algemeen					
Kost voor aannemer			€ 2.875,70	Kost hergebruik klant			€ 2.875,70			
Opbrengst aannemer			€ 1.681,53	Kost nieuw materiaal klant			€ 2.821,81			
Voordeel hergebruik			€ -1.194,17	Voordeel hergebruik			€ -53,88			
Voordeel per m³			€ -329,69	voordeel per m³			€ -14,88			
Exclusief stockage					Exclusief stockage					
Kost voor aannemer			€ 2.644,70	Kost hergebruik klant			€ 2.644,70			
Opbrengst aannemer			€ 1.681,53	Kost nieuw materiaal klant			€ 2.821,81			
Voordeel hergebruik			€ -963,17	Voordeel hergebruik			€ 177,12			
Voordeel per m³			€ -265,92	voordeel per m³			€ 48,90			
Exclusief transport					Exclusief transport					
Kost voor aannemer			€ 2.605,70	Kost hergebruik klant			€ 2.605,70			
Opbrengst aannemer			€ 1.681,53	Kost nieuw materiaal klant			€ 2.821,81			
Voordeel hergebruik			€ -924,17	Voordeel hergebruik			€ 216,12			
Voordeel per m³			€ -255,15	voordeel per m³			€ 59,67			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer			€ 2.509,70	Kost hergebruik klant			€ 2.509,70			
Opbrengst aannemer			€ 1.754,81	Kost nieuw materiaal klant			€ 2.821,81			
Voordeel hergebruik			€ -754,88	Voordeel hergebruik			€ 312,12			
Voordeel per m³			€ -208,41	voordeel per m³			€ 86,17			

c) Glulam dakbalken en kolommen

Glulam balken en kolommen											
Basisgegevens											
Aantal	(m²)				12	Verlies na ontmanteling (25%)		(m²)		9	
			(m²)		6,44			(m²)		4,83	
			(st.)		24			(ton)		2,1735	
Gewicht	(ton)				2,9			(st.)			18
Kost werkman	(€/h)				47,00	Verlies na kuisen		(m²)		4,83	
								(ton)		2,1735	
Kosten											
Ontmantelen				Kuisen		Transport			stockage		
Algemeen	(m²/h)	0,16	ontnagelen	(min/balk)	10	Algemeen	(€/h)	90	Algemeen	(€/m²/maand)	2
Duur lbSN	[h]	41,22	Duur lbSN	[h]	3,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
hoogtewerkers (huur)		2	Materiaal (evt.)			Laden + loss	[h]	1	Oppervlakte	(m²)	4,5
	Aantal dagen	6		stuks		Totale duur	[h]	1,6			
	prijs/dag	135		kost		Extra kost		56			
	prijs/week	490				Paletten	(st.)	0			
	Totaal	625				kost (€/st.)		0			
Totaal	€	2.582,15	Totaal		141,00	Totaal		200,00	€	Totaal	54,00
Totale ontmantelingskost										3.157,15	€
										Totaal	653,65
										Per m²	
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktaandeel hergebruik	(€/m²)				561,76	Stortkost	(€/ton)				45
opbrengst lbSN	(€)				2713,32	Stortkost lbSN	(€)				97,8075
vergoedde stortkost					97,8075	Marktaandeel nieuw	(€/m²)				1209,40
						kost nieuw materiaal					5841,41
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer			€	3.157,15	Kost hergebruik klant			€	3.157,15		
Opbrengst aannemer			€	2.713,32	Kost nieuw materiaal klant			€	5.841,41		
Voorddeel hergebruik			€	-443,83	Voorddeel hergebruik			€	2.684,26		
Voorddeel per m²			€	-91,89	voorddeel per m²			€	555,75		
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer			€	2.903,15	Kost hergebruik klant			€	2.903,15		
Opbrengst aannemer			€	2.811,13	Kost nieuw materiaal klant			€	5.841,41		
Voorddeel hergebruik			€	-92,02	Voorddeel hergebruik			€	2.938,26		
Voorddeel per m²			€	-19,05	voorddeel per m²			€	608,33		
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer			€	2.757,15	Kost hergebruik klant			€	2.757,15		
Opbrengst aannemer			€	2.811,13	Kost nieuw materiaal klant			€	5.841,41		
Voorddeel hergebruik			€	53,98	Voorddeel hergebruik			€	3.084,26		
Voorddeel per m²			€	11,18	voorddeel per m²			€	638,56		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer			€	2.703,15	Kost hergebruik klant			€	2.703,15		
Opbrengst aannemer			€	2.811,13	Kost nieuw materiaal klant			€	5.841,41		
Voorddeel hergebruik			€	107,98	Voorddeel hergebruik			€	3.138,26		
Voorddeel per m²			€	22,36	voorddeel per m²			€	649,74		

Glulam balken en kolommen (incl. Stortkost)															
Basisgegevens															
Aantal	[m²]			12	Verlies na ontmanteling			[m²]			9				
		[m²]	6,44						[m²]	4,83					
		[st.]	24						[ton]	2,175					
Gewicht	[ton]			2,9					[st.]	18					
Kost werkman	[€/h]			47,00	Verlies na kuisen			[m²]			4,83				
										[ton]	2,175				
Kosten															
Ontmantelen				Kuisen				Transport				stockage			
Algemeen	[m²/h]	0,16	ontnagelen	[min/balk]	10	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2				
Duur lbSN	[h]	41,22	Duur lbSN	[h]	3,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6				
hoogtewerkers (huur)		2	Materiaal (evt.)			Laden + loss	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	4,5				
	Aantal dagen	6		stuks		Totale duur	[h]	1,6							
	prijs/dag	135		kost		Extra kost		56							
	prijs/week	490				Paletten	[st.]	0							
	Totaal	625				kost (€/st.)		0							
Totaal	€	2.582,15	Totaal		141,00	Totaal		200,00	Totaal		54,00				
Totale ontmantelingskost											3.157,15	€			
											653,65	€			
Baten															
Perspectief aannemer						Perspectief klant									
Marktaandeel hergebruik	[€/m²]			561,76	Stortkost	[€/ton]			45						
opbrengst lbSN	[€]			2713,32	Stortkost lbSN	[€]			97,875						
vergoedde stortkost				97,875	Marktaandeel nieuw	[€/m²]			1209,40						
					kost nieuw materiaal	[€]			5841,41						

Glulam balken en kolommen (met sociale economie)											
Basisgegevens											
Aantal		[m²]		12	Verlies na ontmanteling		[m²]		9		
		[m²]		6,44			[m²]		4,83		
		[st.]		24			[ton]		2,175		
Gewicht		[ton]		2,9			[st.]		18		
Kost werkmans		[€/h]		47,00	Verlies na kuisen		[m³]		4,83		
							[ton]		2,175		
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m³/h]	0,16	ontnagelen	[min/balk]	10	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur ltsN		41,22	Duur ltsN		9,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
hoogwerkers (huur)		2	uurloon		10	Laden + loss	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	4,5
Aantal dagen		6				Totale duur	[h]	1,6			
prijs/dag		135				Extra kost		56			
prijs/week		490				Paletten	[st.]	0			
Totaal		625					kost (€/st.)	0			
Totaal	€	2.582,15	Totaal		90,00	Totaal		200,00	Totaal		54,00
Totale ontmantelingskost									Totaal		3.106,15
									Per m²		643,10
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktaandeel hergebruik		[€/m³]		561,76	Stortkost		[€/ton]		45		
opbrengst ltsN		[€]		2713,32	Stortkost ltsN		[€]		97,875		
vergoedde stortkost				97,875	Marktaandeel nieuw		[€/m³]		1209,40		
					kost nieuw materiaal		[€]		5841,41		
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer	€		3.106,15	Kost hergebruik klant	€		3.106,15				
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€		5.939,28				
Voordeel hergebruik	€		-294,95	Voordeel hergebruik	€		2.833,13				
Voordeel per m³	€		-61,07	voordeel per m³	€		586,57				
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer	€		2.852,15	Kost hergebruik klant	€		2.852,15				
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€		5.939,28				
Voordeel hergebruik	€		-40,95	Voordeel hergebruik	€		3.087,13				
Voordeel per m³	€		-8,48	voordeel per m³	€		639,16				
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer	€		2.706,15	Kost hergebruik klant	€		2.706,15				
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€		5.939,28				
Voordeel hergebruik	€		105,05	Voordeel hergebruik	€		3.233,13				
Voordeel per m³	€		21,75	voordeel per m³	€		669,39				
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer	€		2.652,15	Kost hergebruik klant	€		2.652,15				
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€		5.939,28				
Voordeel hergebruik	€		159,05	Voordeel hergebruik	€		3.287,13				
Voordeel per m³	€		32,93	voordeel per m³	€		680,57				

Glulam balken en kolommen (incl. Stortkost en aankoop nieuw materiaal)									
Basisgegevens									
Aantal	[m²]			12	Verlies na ontmanteling	[m²]			9
	[m²]			6,44			[m²]		4,83
	[st.]			24			[ton]		2,175
Gewicht	[ton]			2,9			[st.]		18
Kost werkmans	[€/h]			47,00	Verlies na kuisen	[m²]			4,83
								[ton]	2,175
Kosten									
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage
Algemeen	[m²/h]	0,16	ontnagelen	[min/balk]		10	Algemeen	[€/h]	90
Duur ltsSN	[h]	41,22	Duur ltsSN	[h]		3,00	Duur transport	[h]	0,8
hoogtewerkers (huur)		2	Materiaal (evt.)				Laden + lossen	[h]	1
Aantal dagen		6		stuks			Totale duur	[h]	1,6
prijs/daag		135		kost			Extra kost		56
prijs/week		490					Paletten	[st.]	0
Totaal		625					kost (€/st.)		0
Totaal	€	2.562,15	Totaal		141,00 €	Totaal		200,00 €	Totaal
Totale ontmantelingskost								Totaal	3.157,15 €
								Per m³	653,65 €
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktaandeel hergebruik	[€/m²]			561,76	Stortkost	[€/ton]			45
opbrengst ltsSN	[€]			2713,32	Stortkost ltsSN	[€]			97,875
vergoedde stortkost				97,875	Marktaandeel nieuw	[€/m²]			1209,40
					kost nieuw materiaal	[€]			5841,41
					Aankoop nieuw materiaal voor verliespercentage				1947,14
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€		3.157,15	Kost hergebruik klant	€				5.104,29
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€				5.939,28
Voordeel hergebruik	€		-345,95	Voordeel hergebruik	€				834,99
Voordeel per m³	€		-71,63	voordeel per m³	€				172,88
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€		2.903,15	Kost hergebruik klant	€				4.860,29
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€				5.939,28
Voordeel hergebruik	€		-91,95	Voordeel hergebruik	€				1.088,99
Voordeel per m³	€		-19,04	voordeel per m³	€				225,46
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€		2.757,15	Kost hergebruik klant	€				4.704,29
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€				5.939,28
Voordeel hergebruik	€		54,05	Voordeel hergebruik	€				1.234,99
Voordeel per m³	€		11,19	voordeel per m³	€				255,69
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€		2.703,15	Kost hergebruik klant	€				4.650,29
Opbrengst aannemer	€		2.811,20	Kost nieuw materiaal klant	€				5.939,28
Voordeel hergebruik	€		108,05	Voordeel hergebruik	€				1.288,99
Voordeel per m³	€		22,37	voordeel per m³	€				266,87

Glulam balken en kolommen (machinaal ontmantelen)											
Basisgegevens											
Aantal			12	Verlies na ontmanteling (35%)							7,8
		[m²]	6,44					[m²]			4,83
		[st.]	24						[ton]		2,1735
Gewicht			2,9					[st.]			18
Kost werkmans		[€/l]	47,00	Verlies na kuisen					[m²]		4,83
										[ton]	2,1735
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m²/h]	1,15	ontnagelen	[min/balk]	10	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur lBSN	[h]	5,60	Duur lBSN	[h]	3,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
kraan (huur)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	3,9
	€/h	85		stuks		Totale duur	[h]	1,6			
totaal huur		476		kost		Extra kost		56			
						Paletten	[st.]	0			
						kost (€/€/st.)		0			
Totaal	€	739,20	Totaal		141,00 €	Totaal		200,00 €	Totaal		46,80 €
Totale ontmantelingskost									Totaal		1,327,00 €
									Per m³		274,74 €
Balen											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik	[€/m²]			561,76	Stortkost	[€/ton]					45
opbrengst lBSN				2713,32	Stortkost lBSN	[€]					97,8075
vergoede stortkost				97,8075	Marktaandeel nieuw	[€/m³]					1209,40
					kost nieuw materiaal	[€]					5841,41
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer	€			1.327,00	Kost hergebruik klant	€				1.327,00	
Opbrengst aannemer	€			2.713,32	Kost nieuw materiaal klant	€				5.841,41	
Voorddeel hergebruik	€			1.386,32	Voorddeel hergebruik	€				4.514,41	
Voorddeel per m³	€			287,02	voorddeel per m³	€				934,66	
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer	€			1.080,20	Kost hergebruik klant	€				1.080,20	
Opbrengst aannemer	€			2.811,13	Kost nieuw materiaal klant	€				5.841,41	
Voorddeel hergebruik	€			1.730,93	Voorddeel hergebruik	€				4.761,21	
Voorddeel per m³	€			358,37	voorddeel per m³	€				985,76	
Exclusief transport						Exclusief transport					
Kost voor aannemer	€			927,00	Kost hergebruik klant	€				927,00	
Opbrengst aannemer	€			2.811,13	Kost nieuw materiaal klant	€				5.841,41	
Voorddeel hergebruik	€			1.884,13	Voorddeel hergebruik	€				4.914,41	
Voorddeel per m³	€			390,08	voorddeel per m³	€				1.017,48	
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer	€			880,20	Kost hergebruik klant	€				880,20	
Opbrengst aannemer	€			2.811,13	Kost nieuw materiaal klant	€				5.841,41	
Voorddeel hergebruik	€			1.930,93	Voorddeel hergebruik	€				4.961,21	
Voorddeel per m³	€			399,78	voorddeel per m³	€				1.027,17	

Prijsbepalingen

a) CLS houtskeletwand

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>				
	V _{balk}		kost per balk	Prijs per m³
Trovo				
	0,59 m³		€ 459,54	776,22 €/m³
	1,04 m³		€ 383,63	368,03 €/m³
	1,76 m³		€ 1.038,84	590,62 €/m³
circulaire bouwmaterialen.com	0,06 m³		€ 24,46	414,14 €/m³
Gemiddelde waarde				444,01 €/m³

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>				
	V _{balk}		kost per balk	Prijs per m³
Houthandel Tavernier				
	0,03 m³	€	27,31	888,74 €/m³
Gadero	0,02 m³	€	18,10	924,39 €/m³
Claeys	0,05 m³	€	54,37	1097,67 €/m³
Belsack	0,04 m³	€	26,80	761,90 €/m³
Gemiddelde waarde				758,83 €/m³

b) CLS dakroostering

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>				
	V _{balk}		kost per balk	Prijs per m³
Trovo				
	0,59 m³	€	459,54	776,22 €/m³
	1,04 m³	€	383,63	368,03 €/m³
	1,76 m³	€	1.038,84	590,62 €/m³
circulaire bouwmaterialen.com	0,06 m³	€	24,46	414,14 €/m³
Gemiddelde waarde				444,01 €/m³

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>				
	V _{balk}		kost per balk	Prijs per m³
Houthandel Tavernier				
	0,03 m³	€	27,31	888,74 €/m³
Gadero	0,02 m³	€	18,10	924,39 €/m³
Claeys	0,05 m³	€	54,37	1097,67 €/m³
Belsack	0,04 m³	€	26,80	761,90 €/m³
Gemiddelde waarde				758,83 €/m³

c) Glulam dakbalken en kolommen

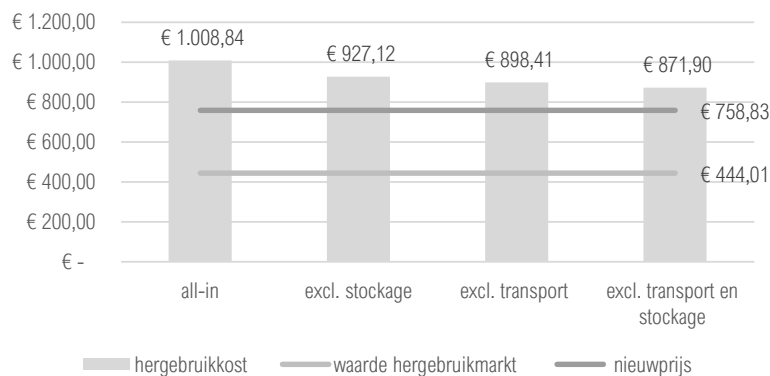
INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>					
	V_{balk}		kost per balk	Prijs per m³	
Trovo					
		0,81 m³	€ 378,13	469,72	€/m³
		0,79 m³	€ 544,50	691,82	€/m³
Rotor (panneel!)		0,15 m³	€ 209,00	1407,41	€/m³
Gebruikte bouwmaterialen.com		0,68 m³	€ 325,00	475,15	€/m³
Gebruikte bouwmaterialen Weert		0,10 m³	€ 107,50	1082,25	€/m³
Gemiddelde waarde				561,76 €/m³	

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>					
	V_{balk}		kost per balk	Prijs per m³	
Eurabo					
		0,14 m³	€ 189,10	1324,79	€/m³
		0,08 m³	€ 99,49	1228,30	€/m³
Claeys		0,36 m³	€ 594,07	1650,19	€/m³
		0,29 m³	€ 475,26	1650,21	€/m³
Gemiddelde waarde				1209,40 €/m³	

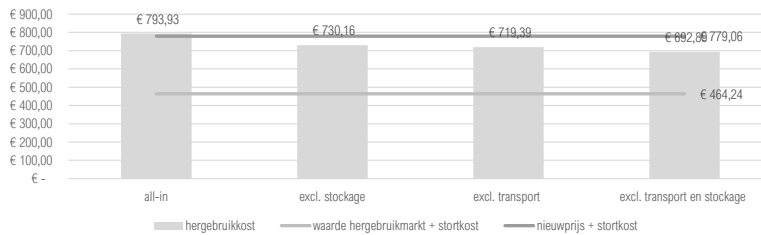
Overige grafieken

a) CLS dakroosting

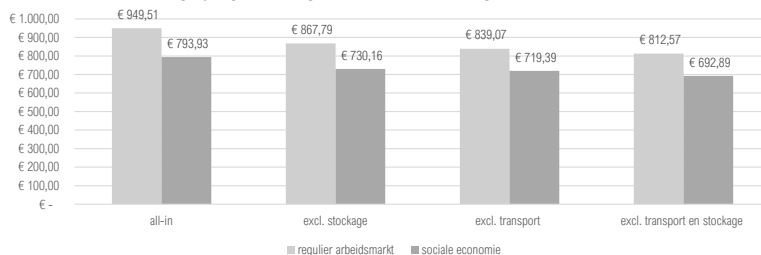
Hergebruikkost roosting t.o.v. marktwaarde (per m³)



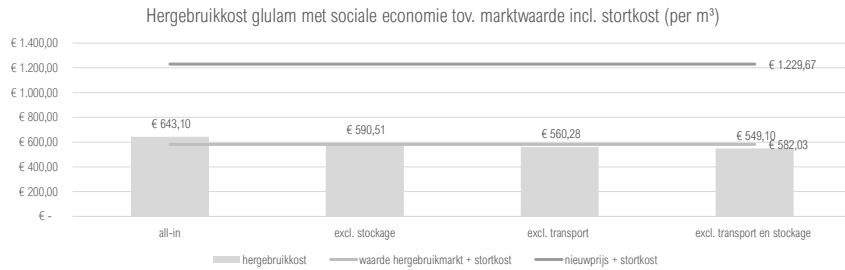
Hergebruikkost roosting met sociale economie t.o.v. marktwaarde incl. storkost (per m³)



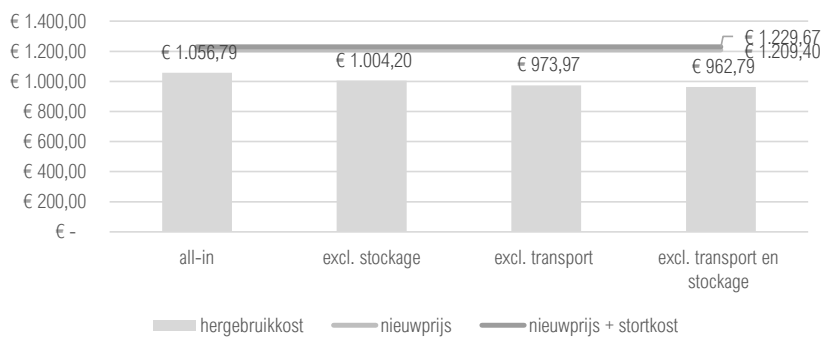
Vergelijking roosting sociale economie vs reguliere arbeidsmarkt



b) Glulam dakbalken en kolommen



Klant: hergebruikkost glulam incl. aankoop nieuw materiaal tov. marktwaarde (per m³)



Bijlage D: Snelbouwsteen

Gegevenstabellen

SNELBOUWSTEEN													
Basisgegevens													
Aantal		[m²]	43,24	Verlies na ontmanteling (50% verlies)		[m²]			64,09				
		[m²]	84,93				[st.]		1163				
		[m²]	128,17				[ton]		9,38				
		[st.]	2326	Verlies na kuisen (5% verlies)		[m²]			60,88				
Gewicht		[ton]	18,75				[st.]		1105				
Kost werkmán		[€/h]	47				[ton]		8,91				
Kosten													
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage				
Algemeen	[st/h]	10,00	Algemeen	[m²/h]	166,67	Algemeen	[€/h]	65	Algemeen	[€/m²/maand]	2		
Duur lbSN	[h]	232,63	Duur lbSN	[h]	6,98	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage [maand]		6		
			Materiaal (ext.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	3		
				stuks		Aantal camions		1					
				kost		Extra kost transportbedrijf		65					
						Paletten	[st.]	3					
							kost (€/st.)	18					
Totaal	€	10.933,54	Totaal	€	328,00	Totaal		€	187,00	Totaal	€	36,00	
Totale ontmantelingskost											€	11.671,54	
											Per m²	€	191,71
Baten													
Perspectief aannemer					Perspectief klant								
Marktaandeel hergebruik		[€/steen]	0,72	Marktaandeel nieuw		[€/steen]			0,90				
opbrengst lbSN		[€]	793,03	kost nieuw materiaal					991,29				
Algemeen					Algemeen								
Kost voor aannemer	€	11.671,54	Kost hergebruik klant	€	11.671,54								
Opbrengst aannemer	€	793,03	Kost nieuw materiaal klant	€	991,29								
Voordeel hergebruik	€	-10.878,51	Voordeel hergebruik	€	-10.680,25								
Voordeel per steen	€	-9,84	voordeel per steen	€	-9,67								
Exclusief stockage					Exclusief stockage								
Kost voor aannemer	€	11.448,54	Kost hergebruik klant	€	11.448,54								
Opbrengst aannemer	€	793,03	Kost nieuw materiaal klant	€	991,29								
Voordeel hergebruik	€	-10.655,51	Voordeel hergebruik	€	-10.457,25								
Voordeel per steen	€	-9,64	voordeel per steen	€	-9,46								
Exclusief transport					Exclusief transport								
Kost voor aannemer	€	11.297,54	Kost hergebruik klant	€	11.297,54								
Opbrengst aannemer	€	793,03	Kost nieuw materiaal klant	€	991,29								
Voordeel hergebruik	€	-10.504,51	Voordeel hergebruik	€	-10.306,25								
Voordeel per steen	€	-9,51	voordeel per steen	€	-8,86								
Exclusief stockage en transport					Exclusief stockage en transport								
Kost voor aannemer	€	11.261,54	Kost hergebruik klant	€	11.261,54								
Opbrengst aannemer	€	793,03	Kost nieuw materiaal klant	€	991,29								
Voordeel hergebruik	€	-10.468,51	Voordeel hergebruik	€	-10.270,25								
Voordeel per steen	€	-9,47	voordeel per steen	€	-9,29								

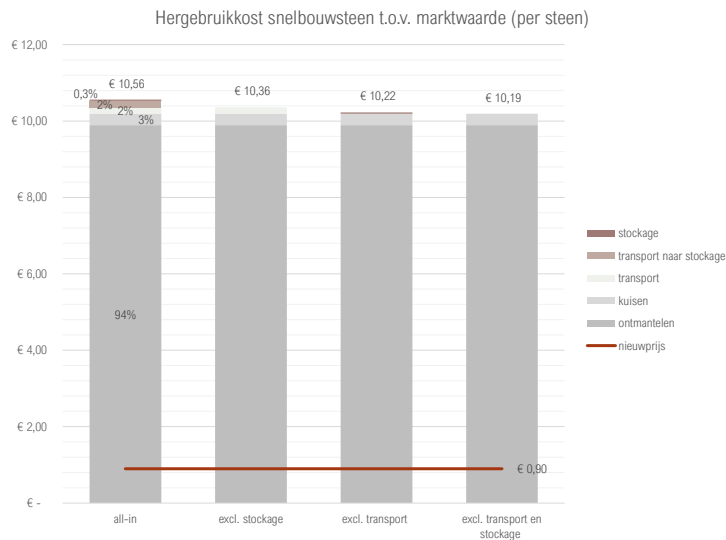
SNELBOUWSTEEN (inclusief stortkost)									
Basisgegevens									
Aantal			43,24	Verlies na ontmanteling (50% verlies)				64,09	
		[m²]	84,93			[m²]		1163	
		[m²]	128,17			[st.]		9,38	
		[st.]	2326	Verlies na kuisen (5% verlies)		[m²]		60,88	
Gewicht		[ton]	18,75			[st.]		1105	
Kost werkman		[€/h]	47			[ton]		8,91	
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [st/h]	10,00	Algemeen [m²/h]	166,67	Algemeen [€/h]	65	Algemeen [€/m²/maand]		2	
Duur lbSN [h]	232,63	Duur lbSN [h]	6,98	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]		6	
		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]		3	
			stuks	Aantal camions	1				
			kost	Extra kost transportbedrijf	65				
				Paletten [st.]	3				
				kost (€/6/st.)	18				
Totaal	€ 10.933,54	Totaal	€ 328,00	Totaal	€ 187,00	Totaal	€ 36,00		
Totale ontmantelingskost							Totaal	€ 11.671,54	
							Per m²	€ 191,71	
Baten									
Perspectief aannemer				Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		[€/steen]	0,72	Stortkost		[€/ton]		6,00	
opbrengst lbSN		[€]	793,03	Stortkost lbSN				€ 112,53	
Stortkost lbSN		€	112,53	Marktwaaarde nieuw		[€/steen]		0,90	
				kost nieuw materiaal				€ 991,29	
<i>Algemeen</i>				<i>Algemeen</i>					
Kost voor aannemer		€	11.671,54	Kost hergebruik klant		€		11.671,54	
Opbrengst aannemer		€	905,56	Kost nieuw materiaal klant		€		1.103,81	
Voordeel hergebruik		€	-10.765,99	Voordeel hergebruik		€		-10.567,73	
Voordeel per steen		€	-9,74	voordeel per steen		€		-9,56	
<i>Exclusief stockage</i>				<i>Exclusief stockage</i>					
Kost voor aannemer		€	11.448,54	Kost hergebruik klant		€		11.448,54	
Opbrengst aannemer		€	905,56	Kost nieuw materiaal klant		€		1.103,81	
Voordeel hergebruik		€	-10.542,99	Voordeel hergebruik		€		-10.344,73	
Voordeel per steen		€	-9,54	voordeel per steen		€		-9,36	
<i>Exclusief transport</i>				<i>Exclusief transport</i>					
Kost voor aannemer		€	11.297,54	Kost hergebruik klant		€		11.297,54	
Opbrengst aannemer		€	905,56	Kost nieuw materiaal klant		€		1.103,81	
Voordeel hergebruik		€	-10.391,99	Voordeel hergebruik		€		-10.193,73	
Voordeel per steen		€	-9,40	voordeel per steen		€		-9,23	
<i>Exclusief stockage en transport</i>				<i>Exclusief stockage en transport</i>					
Kost voor aannemer		€	11.261,54	Kost hergebruik klant		€		11.261,54	
Opbrengst aannemer		€	905,56	Kost nieuw materiaal klant		€		1.103,81	
Voordeel hergebruik		€	-10.355,99	Voordeel hergebruik		€		-10.157,73	
Voordeel per steen		€	-9,37	voordeel per steen		€		-9,19	

SNELBOUWSTEEN (inclusief stortkost) 25x hogere snelheid en slechts 15% verlies									
Basisgegevens									
Aantal			43,24	Verlies na ontmanteling (50% verlies)				108,94	
		[m²]	84,93			[m²]		1977	
		[m²]	128,17			[st.]		15,94	
		[st.]	2326	Verlies na kuisen (5% verlies)		[m²]		103,50	
Gewicht		[ton]	18,75			[st.]		1878	
Kost werkman		[€/h]	47			[ton]		15,14	
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [st/h]	250,00	Algemeen [m²/h]	166,67	Algemeen [€/h]	65	Algemeen [€/m²/maand]		2	
Duur lbSN [h]	9,31	Duur lbSN [h]	11,86	Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]		6	
		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]		6	
			stuks	Aantal camions	1				
			kost	Extra kost transportbedrijf	65				
				Paletten [st.]	6				
				kost (€/6/st.)	36				
Totaal	€ 437,34	Totaal	€ 557,60	Totaal	€ 205,00	Totaal	€ 72,00		
Totale ontmantelingskost							Totaal	€ 1.476,94	
							Per m²	€ 14,27	
Baten									
Perspectief aannemer				Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		[€/steen]	0,72	Stortkost		[€/ton]		6,00	
opbrengst lbSN		[€]	1348,15	Stortkost lbSN				€ 112,53	
Stortkost lbSN		€	112,53	Marktwaaarde nieuw		[€/steen]		0,90	
				kost nieuw materiaal				€ 1.685,19	
<i>Algemeen</i>				<i>Algemeen</i>					
Kost voor aannemer		€	1.476,94	Kost hergebruik klant		€		1.476,94	
Opbrengst aannemer		€	1.460,68	Kost nieuw materiaal klant		€		1.797,72	
Voordeel hergebruik		€	-16,26	Voordeel hergebruik		€		320,77	
Voordeel per steen		€	-0,01	voordeel per steen		€		0,17	
<i>Exclusief stockage</i>				<i>Exclusief stockage</i>					
Kost voor aannemer		€	1.199,94	Kost hergebruik klant		€		1.199,94	
Opbrengst aannemer		€	1.460,68	Kost nieuw materiaal klant		€		1.797,72	
Voordeel hergebruik		€	260,74	Voordeel hergebruik		€		597,77	
Voordeel per steen		€	0,14	voordeel per steen		€		0,32	
<i>Exclusief transport</i>				<i>Exclusief transport</i>					
Kost voor aannemer		€	1.066,94	Kost hergebruik klant		€		1.066,94	
Opbrengst aannemer		€	1460,68	Kost nieuw materiaal klant		€		1.797,72	
Voordeel hergebruik		€	393,74	Voordeel hergebruik		€		730,77	
Voordeel per steen		€	0,21	voordeel per steen		€		0,39	
<i>Exclusief stockage en transport</i>				<i>Exclusief stockage en transport</i>					
Kost voor aannemer		€	994,94	Kost hergebruik klant		€		994,94	
Opbrengst aannemer		€	1460,68	Kost nieuw materiaal klant		€		1.797,72	
Voordeel hergebruik		€	465,74	Voordeel hergebruik		€		802,77	
Voordeel per steen		€	0,25	voordeel per steen		€		0,43	

Prijsbepalingen

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>				
	Prijs per stuk		SL/m²	Prijs per m²
Gamma	€ 0,53		€ 22,22	€ 11,75
Bouwpunt De Witte	€ 1,02		€ 16,74	€ 17,07
Hubo	€ 1,99		€ 17,00	€ 33,83
Wienerberger	€ 0,98		€ 18,15	€ 17,79
Gemiddelde waarde	€ 0,90		€ 18,53	16,62 €/m²

Overige grafieken



Bijlage E: Cellulose

Gegevenstabellen

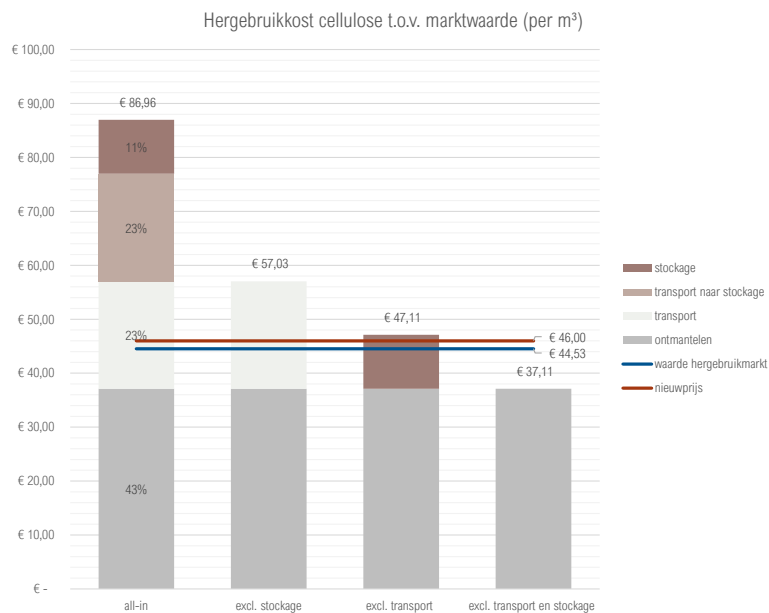
CELLULOSE									
Basisgegevens									
Aantal					Verlies na ontmanteling	[m³]			30,88
Gewicht	[kg]		32,5		Gewicht na ontmanteling	[kg]			1543,75
Gewicht	[ton]		1,63		Volume na ontmanteling in zakken	[m³]			26
Kost werkmans	[€/h]		47						
Kosten									
Ontmantelen			Kuisen is niet nodig			Transport			stockage
Algemeen	[m³/h]	2,67			Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]
Duur ltsN	[h]	12,19			Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]
					Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]
					Aantal camions		65		
					Extra kost transportbedrijf		135		
					Big BAGS	[st.]	406,25		
						kost (€/st.)			
Totaal	€	1.145,63			Totaal	€	615,25	Totaal	€
Totale ontmantelingskost								Per m²	
									€ 82,61
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaarde hergebruik	[€/kg]		0,89		Marktwaarde nieuw	[€/kg]		0,92	
opbrengst ltsN		€	1.374,80		kost nieuw materiaal		€	1.420,25	
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer		€	2.684,88		Kost hergebruik klant		€	2.684,88	
Opbrengst aannemer		€	1.374,80		Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25	
Voordeel hergebruik		€	-1.310,07		Voordeel hergebruik		€	-1.264,63	
Voordeel per m³		€	-42,43		Voordeel per m³		€	-40,96	
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer		€	1.760,88		Kost hergebruik klant		€	1.760,88	
Opbrengst aannemer		€	1.374,80		Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25	
Voordeel hergebruik		€	-386,07		Voordeel hergebruik		€	-340,63	
Voordeel per m³		€	-12,50		Voordeel per m³		€	-11,03	
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer		€	1.454,38		Kost hergebruik klant		€	1.454,38	
Opbrengst aannemer		€	1.374,80		Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25	
Voordeel hergebruik		€	-79,57		Voordeel hergebruik		€	-34,13	
Voordeel per m³		€	-2,58		Voordeel per m³		€	-1,11	
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer		€	1.145,63		Kost hergebruik klant		€	1.145,63	
Opbrengst aannemer		€	1.374,80		Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25	
Voordeel hergebruik		€	229,18		Voordeel hergebruik		€	274,63	
Voordeel per m³		€	7,42		Voordeel per m³		€	8,89	

CELLULOSE indien aannemer betaald krijgt voor de afvalverwerkingskost										
Basisgegevens										
Aantal			[m³]	32,5	Verlies na ontmanteling			[m³]	30,88	
Gewicht			[kg]	1625	Gewicht na ontmanteling			[kg]	1543,75	
Gewicht			[ton]	1,63	Volume na ontmanteling in zakken			[m³]	26	
Kost werkmán			[€/h]	47						
Kosten										
Ontmantelen				Kuisen is niet nodig			Transport		stockage	
Algemeen	[m²/h]		2,67				Algemeen	[€/m²/maand]		2
Duur ltsN	[h]		12,19				Duur transport	[h]	0,6	6
							Laden + lossen	[h]	1	26
							Aantal camions		1	
							Extra kost transportbedrijf		65	
							big bags	[st.]	135	
							kost (€/3/st.)	406,25		
Totaal	€	1.145,63			Totaal		€ 615,25	Totaal	€	308,75
Totale ontmantelingskost								Totaal		€ 2.684,88
								Per m³		€ 82,61
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik			[€/kg]	0,89	Marktwaaarde nieuw			[€/m²]	0,92	
opbrengst ltsN		€		1.374,80	kost nieuw materiaal				€	1.420,25
afvalverwerkingskost ltsN		€		455,00	afvalverwerkingskost				€	280,00
					afvalverwerkingskost ltsN				€	455,00
<i>Algemeen</i>					<i>Algemeen</i>					
Kost voor aannemer		€		2.684,88	Kost hergebruik klant				€	2.684,88
Opbrengst aannemer		€		1.829,80	Kost nieuw materiaal klant				€	1.875,25
Voordeel hergebruik		€		-855,07	Voordeel hergebruik				€	-809,63
Voordeel per m³		€		-27,69	Voordeel per m³				€	-26,22
<i>Exclusief stockage</i>					<i>Exclusief stockage</i>					
Kost voor aannemer		€		1.760,88	Kost hergebruik klant				€	1.760,88
Opbrengst aannemer		€		1.829,80	Kost nieuw materiaal klant				€	1.875,25
Voordeel hergebruik		€		68,93	Voordeel hergebruik				€	114,38
Voordeel per m³		€		2,23	Voordeel per m³				€	3,70
<i>Exclusief transport</i>					<i>Exclusief transport</i>					
Kost voor aannemer		€		1.454,38	Kost hergebruik klant				€	1.454,38
Opbrengst aannemer		€		1.829,80	Kost nieuw materiaal klant				€	1.875,25
Voordeel hergebruik		€		375,43	Voordeel hergebruik				€	420,88
Voordeel per m³		€		12,16	Voordeel per m³				€	13,63
<i>Exclusief transport en stockage</i>					<i>Exclusief transport en stockage</i>					
Kost voor aannemer		€		1.145,63	Kost hergebruik klant				€	1.145,63
Opbrengst aannemer		€		1.829,80	Kost nieuw materiaal klant				€	1.875,25
Voordeel hergebruik		€		684,18	Voordeel hergebruik				€	729,63
Voordeel per m³		€		22,16	Voordeel per m³				€	23,63

CELLULOSE 1 externe werkmán										
Basisgegevens										
Aantal		[m³]	32,5	Verlies na ontmanteling		[m³]	30,88			
Gewicht		[kg]	1625	Gewicht na ontmanteling		[kg]	1543,75			
Gewicht		[ton]	1,63	Volume na ontmanteling in zakken		[m³]	26			
Kost werkmán		[€/h]	47							
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen is niet nodig		Transport		stockage			
Algemeen	[m²/h]	2,67			Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur ltsN	[h]	12,19			Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
					Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	26
					Aantal camions		1			
					Extra kost transportbedrijf		65			
					Big BAGS	[st.]	135			
					kost (€/3/st.)		406,25			
Totaal	€	572,81			Totaal	€	615,25	Totaal	€	308,75
Totale ontmantelingskost								Totaal	€	2.112,06
								Per m³	€	64,99
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		[€/kg]	0,89	Marktwaaarde nieuw		[€/kg]	0,92			
opbrengst ltsN		€	1.374,80	kost nieuw materiaal		€	1.420,25			
<i>Algemeen</i>					<i>Algemeen</i>					
Kost voor aannemer		€	2.112,06	Kost hergebruik klant		€	2.112,06			
Opbrengst aannemer		€	1.374,80	Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25			
Voordeel hergebruik		€	-737,26	Voordeel hergebruik		€	-691,81			
Voordeel per m³		€	-23,88	Voordeel per m³		€	-22,41			
<i>Exclusief stockage</i>					<i>Exclusief stockage</i>					
Kost voor aannemer		€	1.188,06	Kost hergebruik klant		€	1.188,06			
Opbrengst aannemer		€	1.374,80	Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25			
Voordeel hergebruik		€	186,74	Voordeel hergebruik		€	232,19			
Voordeel per m³		€	6,05	Voordeel per m³		€	7,52			
<i>Exclusief transport</i>					<i>Exclusief transport</i>					
Kost voor aannemer		€	881,56	Kost hergebruik klant		€	881,56			
Opbrengst aannemer		€	1.374,80	Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25			
Voordeel hergebruik		€	493,24	Voordeel hergebruik		€	538,69			
Voordeel per m³		€	15,98	Voordeel per m³		€	17,45			
<i>Exclusief transport en stockage</i>					<i>Exclusief transport en stockage</i>					
Kost voor aannemer		€	572,81	Kost hergebruik klant		€	572,81			
Opbrengst aannemer		€	1.374,80	Kost nieuw materiaal klant		€	1.420,25			
Voordeel hergebruik		€	801,99	Voordeel hergebruik		€	847,44			
Voordeel per m³		€	25,98	Voordeel per m³		€	27,45			

CELLULOSE indien een test wordt gedaan + aannemer wordt betaald voor de afvalverwerking							
Basisgegevens							
Aantal				Verlies na ontmanteling	[m³]		30,88
	[m³]		32,5	Gewicht na ontmanteling	[kg]		1543,75
Gewicht	[kg]		1625	Volume na ontmanteling in zakken	[m³]		26
Gewicht	[ton]		1,63				
Kost werkman	[€/h]		47				
Kosten							
Ontmantelen				Testkosten			
Algemeen	[m³/h]	2,67		Algemeen	[€]	1000	
Duur lbSN	[h]	12,19					
Materiaal (evt.)				Transport			
	stuks			Algemeen	[€/h]	90	
	kost			Duur transport	[h]	0,6	
				Laden + lossen	[h]	1	
				Aantal camions		1	
				Extra kost transportbedrijf		65	
				big bags	[st.]	135	
				kost (€3/st.)		406,25	
Totaal	€	1.145,63	Totaal	€	1.000,00	Totaal	€
						615,25	Totaal
							€
							308,75
Totale ontmantelingskost						Totaal	€
						Per m³	€
							113,38
Baten							
Perspectief aannemer				Perspectief klant			
Marktwaaarde hergebruik	[€/kg]		0,89	afvalverwerkingskost		€	280,00
opbrengst lbSN	[€]		1829,80	afvalverwerkingskost lbSN		€	455,00
				Marktwaaarde nieuw	[€/kg]		0,92
				kost nieuw materiaal		€	1.420,25
				kost (materiaal + stort)		€	1.875,25
<i>Algemeen</i>				<i>Algemeen</i>			
Kost voor aannemer	€	3.684,88		Kost hergebruik klant	€	3.684,88	
Opbrengst aannemer	€	1.829,80		Kost nieuw materiaal klant	€	1.875,25	
Voordeel hergebruik	€	-1.855,07		Voordeel hergebruik	€	-1.809,63	
Voordeel per m³	€	-60,08		Voordeel per m³	€	-58,61	
<i>Exclusief stockage</i>				<i>Exclusief stockage</i>			
Kost voor aannemer	€	2.760,88		Kost hergebruik klant	€	2.760,88	
Opbrengst aannemer	€	1.829,80		Kost nieuw materiaal klant	€	1.875,25	
Voordeel hergebruik	€	-931,07		Voordeel hergebruik	€	-885,63	
Voordeel per m³	€	-30,16		Voordeel per m³	€	-28,68	
<i>Exclusief transport</i>				<i>Exclusief transport</i>			
Kost voor aannemer	€	2.454,38		Kost hergebruik klant	€	2.454,38	
Opbrengst aannemer	€	1.829,80		Kost nieuw materiaal klant	€	1.875,25	
Voordeel hergebruik	€	-624,57		Voordeel hergebruik	€	-579,13	
Voordeel per m³	€	-20,23		Voordeel per m³	€	-18,76	
<i>Exclusief transport en stockage</i>				<i>Exclusief transport en stockage</i>			
Kost voor aannemer	€	2.145,63		Kost hergebruik klant	€	2.145,63	
Opbrengst aannemer	€	1.829,80		Kost nieuw materiaal klant	€	1.875,25	
Voordeel hergebruik	€	-315,82		Voordeel hergebruik	€	-270,38	
Voordeel per m³	€	-10,23		Voordeel per m³	€	-8,76	

Overige grafieken



Bijlage F: Glaswol

Gegevenstabellen

MINERALE WOL											
Basisgegevens											
Aantal	[m²]			352,85	Verlies na ontmanteling	(20% verlies)	[m²]		282,28		
	[m³]			33,19				[m³]	27		
								[ton]	1,06		
Gewicht	[ton]			1,33	Verlies na kuisen		[m²]		282,28		
Kost werkmán	[€/h]			47				[m²]	27		
								[ton]	1,06		
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen		Transport			stockage			
Algemeen	[m²/h]	20,83	Algemeen	[m²/h]	0	Algemeen	[€/h]	80	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur lts	[h]	16,94	Duur lts	[h]	0,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	19
	stuks			stuks		Aantal camions		1			
	kost			kost		Extra kost transportbedrijf		72			
						Paletten	[st.]	19			
							kost (€/st.)	114			
Totaal		€ 796,03	Totaal		€ -	Totaal		€ 314,00	Totaal		€ 228,00
Totale ontmantelingskost									Totaal		€ 1.652,03
									Per m³		€ 62,22
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaide hergebruik	[€/m²]		49,55	afvalverwerkingskost	[€/ton]				180,00		
opbrengst lts	[€]		1315,60	afvalverwerkingskost lts					238,97		
				Marktwaaide nieuw	[€/m²]				67,26		
				kost nieuw materiaal					1785,97		
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer		€	1.652,03	Kost hergebruik klant		€	1.652,03				
Opbrengst aannemer		€	1.315,60	Kost nieuw materiaal klant		€	1.785,97				
Voordeel hergebruik		€	-336,43	Voordeel hergebruik		€	133,95				
Voordeel per m³		€	-12,67	Voordeel per m³		€	5,04				
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer		€	1.110,03	Kost hergebruik klant		€	1.110,03				
Opbrengst aannemer		€	1.315,60	Kost nieuw materiaal klant		€	1.785,97				
Voordeel hergebruik		€	205,57	Voordeel hergebruik		€	675,95				
Voordeel per m³		€	7,74	Voordeel per m³		€	25,46				
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer		€	1.024,03	Kost hergebruik klant		€	1.024,03				
Opbrengst aannemer		€	1.315,60	Kost nieuw materiaal klant		€	1.785,97				
Voordeel hergebruik		€	291,57	Voordeel hergebruik		€	761,95				
Voordeel per m³		€	10,98	Voordeel per m³		€	28,70				
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer		€	796,03	Kost hergebruik klant		€	796,03				
Opbrengst aannemer		€	1.315,60	Kost nieuw materiaal klant		€	1.785,97				
Voordeel hergebruik		€	519,57	Voordeel hergebruik		€	989,95				
Voordeel per m³		€	19,57	Voordeel per m³		€	37,28				

MINERALE WOL (incl. afvalverwerkingskost)										
Basisgegevens										
Aantal [m²]				352,85	Verlies na ontmanteling (20% verlies)	[m²]			282,28	
[m²]				33,19			[m²]		27	
							[ton]		1,06	
Gewicht [ton]				1,33	Verlies na kuisen		[m²]		282,28	
Kost werkmán [€/h]				47			[m²]		27	
							[ton]		1,06	
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen			Transport		stockage		
Algemeen [m²/h]		20,83	Algemeen [m²/h]		0	Algemeen [€/h]		80	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lts [h]		16,94	Duur lts [h]		0,00	Duur transport [h]		0,6	Duur stockage [maand]	6
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen [h]		1	Oppervlakte [m²]	19
	stuks			stuks		Aantal camions		1		
	kost			kost		Extra kost transportbedrijf		72		
						Paletten [st.]		19		
						kost (€/st.)		114		
Totaal		€ 796,03	Totaal		€ -	Totaal		€ 314,00	Totaal	€ 228,00
Totale ontmantelingskost									Totaal	€ 1.652,03
									Per m³	€ 62,22
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaaide hergebruik [€/m²]				49,55	afvalverwerkingskost [€/ton]				180,00	
opbrengst lts [€]				1315,60	afvalverwerkingskost lts				238,97	
afvalverwerkingskost [€/ton]				180,00	Marktwaaide nieuw [€/m²]				67,26	
afvalverwerkingskost lts				238,97	kost nieuw materiaal				1785,97	
Algemeen					Algemeen					
Kost voor aannemer		€		1.652,03	Kost hergebruik klant		€		1.652,03	
Opbrengst aannemer		€		1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€		2.024,94	
Voordeel hergebruik		€		-97,46	Voordeel hergebruik		€		372,91	
Voordeel per m³		€		-3,67	Voordeel per m³		€		14,04	
Exclusief stockage					Exclusief stockage					
Kost voor aannemer		€		1.110,03	Kost hergebruik klant		€		1.110,03	
Opbrengst aannemer		€		1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€		2.024,94	
Voordeel hergebruik		€		444,54	Voordeel hergebruik		€		914,91	
Voordeel per m³		€		16,74	Voordeel per m³		€		34,46	
Exclusief transport					Exclusief transport					
Kost voor aannemer		€		1.024,03	Kost hergebruik klant		€		1.024,03	
Opbrengst aannemer		€		1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€		2.024,94	
Voordeel hergebruik		€		530,54	Voordeel hergebruik		€		1.000,91	
Voordeel per m³		€		19,98	Voordeel per m³		€		37,70	
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer		€		796,03	Kost hergebruik klant		€		796,03	
Opbrengst aannemer		€		1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€		2.024,94	
Voordeel hergebruik		€		758,54	Voordeel hergebruik		€		1.228,91	
Voordeel per m³		€		28,57	Voordeel per m³		€		46,28	

MINERALE WOL (inclusief test en afvalverwerkingskost)									
Basisgegevens									
Aantal [m²]		352,85	Verlies na ontmanteling (20% verlies) [m²]					282,28	
[m³]		33,19			[m³]			27	
					[ton]			1,06	
Gewicht [ton]		1,33	Verlies na kuisen		[m²]			282,28	
Kost werkmán [€/h]		47			[m³]			27	
					[ton]			1,06	
Kosten									
Ontmantelen		Testkosten		Transport		stockage			
Algemeen [m²/h]	20,83	λ-waarde test	1000	Algemeen [€/h]	80	Algemeen [€/m²/maand]		2	
Duur lbs [h]	16,94			Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]		6	
Materiaal (evt.)				Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]		19	
				Aantal camions	1				
stuks				Extra kost transportbedrijf	72				
kost				Paletten [st.]	19				
				kost (€/st.)	114				
Totaal	€ 796,03	Totaal	€ 1.000,00	Totaal	€ 314,00	Totaal		€ 228,00	
Totale ontmantelingskost						Totaal		€ 2.652,03	
						Per m³		€ 99,88	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik [€/m³]		49,55	afvalverwerkingskost [€/ton]					180,00	
opbrengst lbsN [€]		1315,60	afvalverwerkingskost lbsN					238,97	
afvalverwerkingskost [€/ton]		180,00	Marktwaaarde nieuw [€/m³]					67,26	
afvalverwerkingskost lbsN		238,968	kost nieuw materiaal					1785,97	
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€	2.652,03	Kost hergebruik klant		€	2.652,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	-1.097,46	Voordeel hergebruik		€	-627,09			
Voordeel per m³	€	-41,33	Voordeel per m³		€	-23,62			
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€	2.110,03	Kost hergebruik klant		€	2.110,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	-555,46	Voordeel hergebruik		€	-85,09			
Voordeel per m³	€	-20,92	Voordeel per m³		€	-3,20			
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€	2.024,03	Kost hergebruik klant		€	2.024,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	-469,46	Voordeel hergebruik		€	0,91			
Voordeel per m³	€	-17,68	Voordeel per m³		€	0,03			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€	1.796,03	Kost hergebruik klant		€	1.796,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	-241,46	Voordeel hergebruik		€	228,91			
Voordeel per m³	€	-9,09	Voordeel per m³		€	8,62			

MINERALE WOL (incl. afvalverwerkingskost, paletten niet als kost)									
Basisgegevens									
Aantal [m²]		352,85	Verlies na ontmanteling (20% verlies) [m²]					282,28	
[m³]		33,19			[m³]			27	
					[ton]			1,06	
Gewicht [ton]		1,33	Verlies na kuisen		[m²]			282,28	
Kost werkmán [€/h]		47			[m³]			27	
					[ton]			1,06	
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m²/h]	20,83	Algemeen [m²/h]		Algemeen [€/h]	80	Algemeen [€/m²/maand]		2	
Duur lbs [h]	16,94	Duur lbsN [h]		Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]		6	
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]		19	
				Aantal camions	1				
stuks		stuks		Extra kost transportbedrijf	72				
kost		kost		Paletten [st.]	19				
				kost (€/st.)	3,8				
Totaal	€ 796,03	Totaal	€ -	Totaal	€ 203,80	Totaal		€ 228,00	
Totale ontmantelingskost						Totaal		€ 1.431,63	
						Per m³		€ 53,92	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik [€/m³]		49,55	afvalverwerkingskost [€/ton]					180,00	
opbrengst lbsN [€]		1315,60	afvalverwerkingskost lbsN					238,97	
afvalverwerkingskost [€/ton]		180,00	Marktwaaarde nieuw [€/m³]					67,26	
afvalverwerkingskost lbsN		238,968	kost nieuw materiaal					1785,97	
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€	1.431,63	Kost hergebruik klant		€	1.431,63			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	122,94	Voordeel hergebruik		€	593,31			
Voordeel per m³	€	4,63	Voordeel per m³		€	22,35			
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€	999,83	Kost hergebruik klant		€	999,83			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	554,74	Voordeel hergebruik		€	1.025,11			
Voordeel per m³	€	20,89	Voordeel per m³		€	38,61			
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€	1.024,03	Kost hergebruik klant		€	1.024,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	530,54	Voordeel hergebruik		€	1.000,91			
Voordeel per m³	€	19,98	Voordeel per m³		€	37,70			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€	796,03	Kost hergebruik klant		€	796,03			
Opbrengst aannemer	€	1.554,57	Kost nieuw materiaal klant		€	2.024,94			
Voordeel hergebruik	€	758,54	Voordeel hergebruik		€	1.228,91			
Voordeel per m³	€	28,57	Voordeel per m³		€	46,28			

Prijsbepalingen

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>			
1m² * dikte plaat		prijs per m² plaat	Prijs per volume eenheid
Verkoopprijs Trovo rotswol			
0,12 m³		7,26 €	60,5 €/m³
0,05 m³		3,63 €	72,60 €/m³
Gebruikte bouwmaterialen Weert			
0,02 m³		2 €	100,00 €/m³
www.gebruiktebouwmaterialen.com			
0,08 m³		5,33 €	66,67 €/m³
Gemiddelde waarde			49,55 €/m³

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>			
1m² * dikte plaat		prijs per m² plaat	Prijs per volume eenheid
Ursa			
0,2 m³		16,66 €	83,3 €/m³
0,06 m³		6,65 €	110,83 €/m³
0,18 m³		14,19 €	78,83 €/m³
Knauff			
0,14 m³		6,46 €	46,14 €/m³
0,24 m³		21,08 €	87,83 €/m³
Gemiddelde waarde			67,26 €/m³

Bijlage G: Polybeton

Gegevenstabellen

BETON (POLYBETON VLOERPLAAT) OP BASIS VAN SNLIJMACHINEPRIJS OP INTERNET									
Basisgegevens									
Aantal						Verlies na ontmanteling			
	[m²]	140					[m²]	100	
	[m³]	14,46					[ton]	245	
Gewicht		35,427							
Kost werkman	[€/	47							284,8
Kosten									
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage			
Algemeen [m²/h]	6,25	Algemeen [m²/h]		Algemeen [€/h]	90	Algemeen [€/maand]		2	
Duur lbSN [h]	22,4	Duur lbSN [h]		Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]		6	
Materiaal (evt.)		Materiaal (evt.)		Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]		24	
Kraan + machinist	1	stuks		extra kost transportbedrijf	62				
kost (€/h)	85,00	kost		Aantal camions	2				
Zaagmachine	1			Paletten	24				
kost	949,5			kost (€/st.)	141,71				
Totaal	€ 6.266,90	Totaal		Totaal	€ 491,71	Totaal	€ 283,42		
Totale ontmantelingskost							Totaal	€ 7.533,73	
							Per m²	€ 53,81	
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik	[€/m²]	€ 34,58			Stortkost	[€/ton]	0,00		
opbrengst lbSN		€ 3.458,11			Stortkost lbSN		€ -		
					Marktwaaarde nieuw	[€/m²]	€ 43,23		
					kost nieuw materiaal		€ 4.322,63		
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer		€ 7.533,73			Kost hergebruik klant		€ 7.533,73		
Opbrengst aannemer		€ 3.458,11			Kost nieuw materiaal klant		€ 4.322,63		
Voordeel hergebruik		€ -4.075,62			Voordeel hergebruik		€ -3.211,10		
Voordeel per m²		€ -40,76			voordeel per m²		€ -32,11		
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer		€ 6.758,61			Kost hergebruik klant		€ 6.758,61		
Opbrengst aannemer		€ 3.458,11			Kost nieuw materiaal klant		€ 4.322,63		
Voordeel hergebruik		€ -3.300,50			Voordeel hergebruik		€ -2.435,97		
Voordeel per m²		€ -33,01			voordeel per m²		€ -24,36		
Exlusief transport					Exlusief transport				
Kost voor aannemer		€ 6.550,32			Kost hergebruik klant		€ 6.550,32		
Opbrengst aannemer		€ 3.458,11			Kost nieuw materiaal klant		€ 4.322,63		
Voordeel hergebruik		€ -3.092,21			Voordeel hergebruik		€ -2.227,68		
Voordeel per m²		€ -30,92			voordeel per m²		€ -22,28		
Exlusief transport en stockage					Exlusief transport en stockage				
Kost voor aannemer		€ 6.266,90			Kost hergebruik klant		€ 6.266,90		
Opbrengst aannemer		€ 3.458,11			Kost nieuw materiaal klant		€ 4.322,63		
Voordeel hergebruik		€ -2.808,79			Voordeel hergebruik		€ -1.944,27		
Voordeel per m²		€ -28,09			voordeel per m²		€ -19,44		

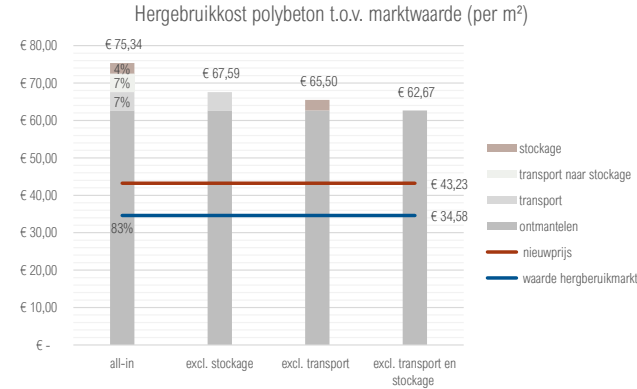
BETON (POLYBETON VLOERPLAAT) ALTERNATIEVE BERKENINGSMETHODE SNIJKOST											
Basisgegevens											
Aantal		[m²]	140	Verlies na ontmanteling		[m²]				[m²]	100
Gewicht		[m³]	14,46							[m³]	245
Kosten werkman		[ton]	35,427	snijwerk [m]						[ton]	284,8
		[€/h]	47								
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m²/h]	6,25	Algemeen	[m²/h]		Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/maand]	2
Duur ltsN	[h]	22,4	Duur ltsN	[h]		Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	24
Kraan + machinist		1		stuks		extra kost transportbedrijf		62			
kost (€/h)		0,00		kost		Aantal camions		24			
Zaagmachine prijs per cm/m		1,1				Paletten	[st.]	24			
kost		4385,92				kost (€/st.)		141,708			
Totaal	€	7.544,32	Totaal			Totaal	€	491,71	Totaal	€	283,42
Totale ontmantelingskost										8.811,15 €	
									Totaal		62,94 €
Per m²											
Baten											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		[€/m²]	€	34,58	Stortkost	[€/ton]				0	
opbrengst ltsN			€	3.458,11	Stortkost ltsN					0	
					Marktwaaarde nieuw	[€/m²]				43,23	
					kost nieuw materiaal					4.322,63 €	
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer	€	8.811,15	Kost hergebruik klant	€	8.811,15						
Opbrengst aannemer	€	3.458,11	Kost nieuw materiaal klant	€	4.322,63						
Voordeel hergebruik	€	-5.353,04	Voordeel hergebruik	€	-4.488,52						
Voordeel per m²	€	-53,53	voordeel per m²	€	-44,89						
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer	€	8.036,03	Kost hergebruik klant	€	8.036,03						
Opbrengst aannemer	€	3.458,11	Kost nieuw materiaal klant	€	4.322,63						
Voordeel hergebruik	€	-4.577,92	Voordeel hergebruik	€	-3.713,39						
Voordeel per m²	€	-45,78	voordeel per m²	€	-37,13						
Exclusief transport						Exclusief transport					
Kost voor aannemer	€	7.827,74	Kost hergebruik klant	€	7.827,74						
Opbrengst aannemer	€	3.458,11	Kost nieuw materiaal klant	€	4.322,63						
Voordeel hergebruik	€	-4.369,63	Voordeel hergebruik	€	-3.505,10						
Voordeel per m²	€	-43,70	voordeel per m²	€	-35,05						
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer	€	7.544,32	Kost hergebruik klant	€	7.544,32						
Opbrengst aannemer	€	3.458,11	Kost nieuw materiaal klant	€	4.322,63						
Voordeel hergebruik	€	-4.086,21	Voordeel hergebruik	€	-3.221,69						
Voordeel per m²	€	-40,86	voordeel per m²	€	-32,22						

Prijsbepalingen

INHUREN KRAAN + MACHINIST			INHUREN ZAAGMACHINE		
	Prijs per stuk			prijs per week	prijs per dag
Sankoo	85 minimum 3u te starten ven in Bergeijk en te stoppen daar (NL en BE in Pelt)		eurorent.be	680	227
groothandelsolar	85 minimaal 4u exclusief voorrijdkosten Marwijksoord (NL)		interrent.be	425	170
Gemiddelde waarde	85,00 €/h		Gemiddelde waarde (€)	552,50	198,50
			Duurtijd	1	2
			Uiteindelijke kost ltsn	949,5	

INSCHATTING MARKTWAARDE nieuw (betonnen plint)				
	aantal m²	dikte (cm)	prijs	Prijs per m²
NUBuiten.be	0,54	3,5	30,59 €	56,90 €
gamma	0,30	10	13,29 €	44,30 €
gardero	0,54	3,5	29,95 €	55,71 €
Gemiddelde waarde				43,23 €/m²
			hergebruikwa	34,58 €/m²

Overige grafieken



Bijlage H: Gevelmetselwerk

Gegevenstabellen

GEVELMETSELWERK (cement)										
Basisgegevens										
Aantal		[m²]	309,5	Verlies na ontmanteling		[t]	154,75			
		[st.]	26308			[ton]	24,5124			
Gewicht		[ton]	49,0248	Verlies na kuisen			147,01			
Kost werkman		[€/h]	47			[st.]	12496			
						[ton]	23,28678			
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen		Transport		Stockage			
Algemeen [st./h]		42,5	Algemeen [St./h]		101,666667	Algemeen [€/h]		90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN [h]		619,01	Duur lbSN [h]		129,38	Duur transport [h]		0,6	Duur stockage [maand]	6
Heftruck						Laden + lossen [h]		1	Oppervlakte [m²]	13
Duur [#dagen/ 6arbeiders]		13				Aantal camions		1		
prijs (excl. BTW)		34				Extra kost transportbedrijf		65		
Totaal		€ 438,47				Paletten [st.]		13		
						kost (€/6/st.)		78		
Totaal		€ 29.532,02	Totaal		€ 6.081,03	Totaal		€ 287,00	Totaal	€ 156,00
									Totaal	€ 36.343,05
									Per steen	€ 2,91
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaarde hergebruik			[€/st.]	0,51	Marktwaarde nieuw			[€/st.]	0,76	
opbrengst lbSN			€ 6.390,63	kost nieuw materiaal			€ 9.548,49			
Algemeen			€ 36.343,05	Kost hergebruik klant			€ 36.343,05			
Opbrengst aannemer			€ 6.390,63	Kost nieuw materiaal klant			€ 9.548,49			
Voordeel hergebruik			€ -29.952,42	Voordeel hergebruik			€ -26.794,56			
Voordeel per st.			€ -2,40	Voordeel per st.			€ -2,14			
Exclusief stockage				Exclusief stockage						
Kost voor aannemer			€ 35.900,05	Kost hergebruik klant			€ 35.900,05			
Opbrengst aannemer			€ 6.390,63	Kost nieuw materiaal klant			€ 9.548,49			
Voordeel hergebruik			€ -29.509,42	Voordeel hergebruik			€ -26.351,56			
Voordeel per st.			€ -2,36	Voordeel per st.			€ -2,11			
Exclusief transport				Exclusief transport						
Kost voor aannemer			€ 35.769,05	Kost hergebruik klant			€ 35.769,05			
Opbrengst aannemer			€ 6.390,63	Kost nieuw materiaal klant			€ 9548,49			
Voordeel hergebruik			€ -29.378,42	Voordeel hergebruik			€ -26.220,56			
Voordeel per st.			€ -2,35	Voordeel per st.			€ -2,10			
Exclusief transport en stockage				Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer			€ 35.613,05	Kost hergebruik klant			€ 35.613,05			
Opbrengst aannemer			€ 6.390,63	Kost nieuw materiaal klant			€ 9548,49			
Voordeel hergebruik			€ -29.222,42	Voordeel hergebruik			€ -26.064,56			
Voordeel per st.			€ -2,34	Voordeel per st.			€ -2,09			

GEVELMETSELWERK (cementmortel) incl afvalverwerkingskosten + sloopkosten										
Basisgegevens										
Aantal		[m²]	309,5	Verlies na ontmanteling		[m²]	154,75			
		[st.]	26308			[st.]	13154			
Gewicht		[ton]	49,0248	Verlies na kuisen		[m²]	24,5124			
Kost werkman		[€/h]	47			[st.]	147,01			
						[ton]	12496			
							23,28678			
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen		Transport		Stockage			
Algemeen [st./h]		42,5	Algemeen [St./h]		101,666667	Algemeen [€/h]		90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN [h]		619,01	Duur lbSN [h]		129,38	Duur transport [h]		0,6	Duur stockage [maand]	6
Heftruck						Laden + lossen [h]		1	Oppervlakte [m²]	13
Duur [#dagen/ 6arbeiders]		13				Aantal camions		1		
prijs (excl. BTW)		34				Extra kost transportbedrijf		65		
Totaal		€ 438,47				Paletten [st.]		13		
						kost (€/6/st.)		78		
Totaal		€ 29.532,02	Totaal		€ 6.081,03	Totaal		€ 287,00	Totaal	€ 156,00
									Totaal	€ 36.343,05
									Per steen	€ 2,91
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaarde hergebruik			[€/st.]	0,51	afvalverwerkingskost			[€/ton]	7,00	
opbrengst lbSN			€ 6390,63	afvalverwerkingskost lbSN				343,17		
vergoedde afvalverwerkingskost			€ 343,17	Marktwaarde nieuw			[€/st.]	0,76		
Vergoedde sloopkost			€ 4.011,12	kost nieuw materiaal				9548,49		
				Vergoedde sloopkost				4011,12		
Algemeen			€ 36.343,05	Kost hergebruik klant			€ 36.343,05			
Opbrengst aannemer			€ 10.744,93	Kost nieuw materiaal klant			€ 13.902,78			
Voordeel hergebruik			€ -25.598,12	Voordeel hergebruik			€ -22.440,27			
Voordeel per st.			€ -2,05	Voordeel per st.			€ -1,80			
Exclusief stockage				Exclusief stockage						
Kost voor aannemer			€ 35.900,05	Kost hergebruik klant			€ 35.900,05			
Opbrengst aannemer			€ 10.744,93	Kost nieuw materiaal klant			€ 13.902,78			
Voordeel hergebruik			€ -25.155,12	Voordeel hergebruik			€ -21.997,27			
Voordeel per st.			€ -2,01	Voordeel per st.			€ -1,76			
Exclusief transport				Exclusief transport						
Kost voor aannemer			€ 35.769,05	Kost hergebruik klant			€ 35.769,05			
Opbrengst aannemer			€ 10.744,93	Kost nieuw materiaal klant			€ 13.902,78			
Voordeel hergebruik			€ -25.024,12	Voordeel hergebruik			€ -21.866,27			
Voordeel per st.			€ -2,00	Voordeel per st.			€ -1,75			
Exclusief transport en stockage				Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer			€ 35.613,05	Kost hergebruik klant			€ 35.613,05			
Opbrengst aannemer			€ 10.744,93	Kost nieuw materiaal klant			€ 13.902,78			
Voordeel hergebruik			€ -24.868,12	Voordeel hergebruik			€ -21.710,27			
Voordeel per st.			€ -1,99	Voordeel per st.			€ -1,74			

GEVELMETSELWERK (kalk)											
Basisgegevens											
Aantal				Verlies na ontmanteling							
		[m²]	309,5			[m²]	216,65				
		[st.]	26308			[ton]	18415,6				
Gewicht		[tor]	49,0248	Verlies na kuisen							
Kost werkman		[€/h]	47			[m²]	34,31736				
						[m²]	205,82				
						[st.]	17495				
						[ton]	32,601492				
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen		Transport		Stockage				
Algemeen	[st./h]	182,8125	Algemeen	[St./h]	270	Algemeen	[€/m²/maand]		2		
Duur ltsN	[h]	143,91	Duur ltsN	[h]	68,21	Duur transport	[h]	0,6	6		
						Laden + lossen	[h]	1	18		
						Aantal camions		1			
						Extra kost transportbedrijf		65			
						Paletten	[st.]	18			
							kost (€/st.)	108			
Totaal	€	6.885,56	Totaal	€	3.205,88	Totaal	€	317,00	Totaal	€	216,00
									Totaal	€	10.921,24
									Per steen	€	0,62
Baten											
Perspectief aannemer						Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik		[€/st.]	0,51	Marktwaaarde nieuw		[€/st.]	0,76				
opbrengst ltsN		[€]	8946,88	kost nieuw materiaal			13367,88				
Algemeen						Algemeen					
Kost voor aannemer		€	10.921,24	Kost hergebruik klant		€	10.921,24				
Opbrengst aannemer		€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant		€	13.367,88				
Voordeel hergebruik		€	-1.974,36	Voordeel hergebruik		€	2.446,64				
Voordeel per st.		€	-0,11	Voordeel per st.		€	0,14				
Exclusief stockage						Exclusief stockage					
Kost voor aannemer		€	10.388,24	Kost hergebruik klant		€	10.388,24				
Opbrengst aannemer		€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant		€	13.367,88				
Voordeel hergebruik		€	-1.441,36	Voordeel hergebruik		€	2.979,64				
Voordeel per st.		€	-0,08	Voordeel per st.		€	0,17				
Exclusief transport						Exclusief transport					
Kost voor aannemer		€	10.287,24	Kost hergebruik klant		€	10.287,24				
Opbrengst aannemer		€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant		€	13.367,88				
Voordeel hergebruik		€	-1.340,36	Voordeel hergebruik		€	3.080,64				
Voordeel per st.		€	-0,08	Voordeel per st.		€	0,18				
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer		€	10.071,24	Kost hergebruik klant		€	10.071,24				
Opbrengst aannemer		€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant		€	13.367,88				
Voordeel hergebruik		€	-1.124,36	Voordeel hergebruik		€	3.296,64				
Voordeel per st.		€	-0,06	Voordeel per st.		€	0,19				

GEVELMETSELWERK (kalkmortel) incl stortkosten + afvalverwerkingskosten										
Basisgegevens										
Aantal		[m²]	309,5	Verlies na ontmanteling		[m²]	216,65			
		[st.]	26308			[ton]	18415,6			
Gewicht		[ton]	49,0248	Verlies na kuisen		[m²]	205,82			
Kost werkman		[€/h]	47			[st.]	17495			
						[ton]	32,601492			
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen		Transport		Stockage			
Algemeen [st./h]		182,8125	Algemeen [St./h]		270	Algemeen [€/h]		90	Algemeen [€/m²/maand]	
Duur ltsN [h]		143,91	Duur ltsN [h]		68,21	Duur transport [h]		0,6	Duur stockage [maand]	
						Laden + lossen [h]		1	Oppervlakte [m²]	
Heftruck						Aantal camions		1		
Duur [#dagen/ Garbeiders]		3				Extra kost transportbedrijf		65		
prijs		34				Paletten [st.]		18		
Totaal		€ 101,93				kost (€/st.)		108		
Totaal		€ 6.885,56	Totaal		€ 3.205,88	Totaal		€ 317,00	Totaal	
								€	216,00	
								€	10.921,24	
								€	0,62	
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktwaaarde hergebruik			[€/st.]	0,51	Stortkost			[€/ton]	7,00	
opbrengst ltsN			[€]	8946,88	Stortkost ltsN				343,17	
vergoedde stortkost				343,17	Marktwaaarde nieuw			[€/st.]	0,76	
Vergoedde afvalverwerkingskost				4011,12	kost nieuw materiaal				13367,88	
					Vergoedde afvalverwerkingskost				4011,12	
Algemeen										
Kost voor aannemer		€	10.921,24	Kost hergebruik klant		€	10.921,24			
Opbrengst aannemer		€	13.301,18	Kost nieuw materiaal klant		€	17.722,17			
Voordeel hergebruik		€	2.379,94	Voordeel hergebruik		€	6.800,93			
Voordeel per st.		€	0,14	Voordeel per st.		€	0,39			
Exclusief stockage										
Kost voor aannemer		€	10.388,24	Kost hergebruik klant		€	10.388,24			
Opbrengst aannemer		€	13.301,18	Kost nieuw materiaal klant		€	17.722,17			
Voordeel hergebruik		€	2.912,94	Voordeel hergebruik		€	7.333,93			
Voordeel per st.		€	0,17	Voordeel per st.		€	0,42			
Exclusief transport										
Kost voor aannemer		€	10.287,24	Kost hergebruik klant		€	10.287,24			
Opbrengst aannemer		€	13.301,18	Kost nieuw materiaal klant		€	17.722,17			
Voordeel hergebruik		€	3.013,94	Voordeel hergebruik		€	7.434,93			
Voordeel per st.		€	0,17	Voordeel per st.		€	0,42			
Exclusief transport en stockage										
Kost voor aannemer		€	10.071,24	Kost hergebruik klant		€	10.071,24			
Opbrengst aannemer		€	13.301,18	Kost nieuw materiaal klant		€	17.722,17			
Voordeel hergebruik		€	3.229,94	Voordeel hergebruik		€	7.650,93			
Voordeel per st.		€	0,18	Voordeel per st.		€	0,44			

GEVELMETSELWERK (kalkmortel, snel)									
Basisgegevens									
Aantal						Verlies na ontmanteling			
	[m²]	309,5					[m²]	216,65	
	[st.]	26308					[st.]	18415,6	
Gewicht	[ton]	49,0248				Verlies na kuisen	[m²]	205,82	
Kost werkmans	[€/h]	47					[st.]	17495	
							[ton]	32,601492	
Kosten									
Ontmantelen			Kuisen			Transport		Stockage	
Algemeen [st./h]	300		Algemeen [St./h]	625		Algemeen [€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN [h]	87,69		Duur lbSN [h]	29,46		Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]	6
						Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]	18
Heftruck						Aantal camions	1		
Duur [#dagen/ Barbeiders]	2					Extra kost transportbedrijf	65		
prijs	34					Paletten [st.]	18		
Totaal	€ 62,12					kost (€/st.)	108		
Totaal	€ 4.183,70		Totaal	€ 1.384,85		Totaal	€ 317,00	Totaal	€ 216,00
								Totaal	€ 6.418,56
								Per steen	€ 0,37
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik	[€/st.]	0,51	Marktwaaarde nieuw	[€/st.]	0,76				
opbrengst lbSN	€	8.946,88	kost nieuw materiaal	€	13.367,88				
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€	6.418,56	Kost hergebruik klant	€	6.418,56				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	2.528,33	Voordeel hergebruik	€	6.949,33				
Voordeel per st.	€	0,14	Voordeel per st.	€	0,40				
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€	5.885,56	Kost hergebruik klant	€	5.885,56				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	3.061,33	Voordeel hergebruik	€	7.482,33				
Voordeel per st.	€	0,17	Voordeel per st.	€	0,43				
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€	5.784,56	Kost hergebruik klant	€	5.784,56				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	3.162,33	Voordeel hergebruik	€	7.583,33				
Voordeel per st.	€	0,18	Voordeel per st.	€	0,43				
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€	5.568,56	Kost hergebruik klant	€	5.568,56				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	3.378,33	Voordeel hergebruik	€	7.799,33				
Voordeel per st.	€	0,19	Voordeel per st.	€	0,45				

GEVELMETSELWERK (kalkmortel, traag)									
Basisgegevens									
Aantal						Verlies na ontmanteling			
	[m²]	309,5					[m²]	216,65	
	[st.]	26308					[st.]	18415,6	
Gewicht		49,0248				Verlies na kuisen		205,82	
Kost werkmans	[€/h]	47					[st.]	17495	
							[ton]	32,601492	
Kosten									
Ontmantelen			Kuisen			Transport		Stockage	
Algemeen [st./h]	93,75		Algemeen [St./h]	125		Algemeen [€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Duur lbSN [h]	280,62		Duur lbSN [h]	147,32		Duur transport [h]	0,6	Duur stockage [maand]	6
						Laden + lossen [h]	1	Oppervlakte [m²]	18
Heftruck						Aantal camions	1		
Duur [#dagen/ Barbeiders]	6					Extra kost transportbedrijf	65		
prijs	34					Paletten [st.]	18		
Totaal	€ 198,77					kost (€/st.)	108		
Totaal	€ 13.387,85		Totaal	€ 6.924,27		Totaal	€ 317,00	Totaal	€ 216,00
								Totaal	€ 21.162,11
								Per steen	€ 1,21
Baten									
Perspectief aannemer					Perspectief klant				
Marktwaaarde hergebruik	[€/st.]	0,51	Marktwaaarde nieuw	[€/st.]	0,76				
opbrengst lbSN	€	8.946,88	kost nieuw materiaal	€	13.367,88				
Algemeen					Algemeen				
Kost voor aannemer	€	21.162,11	Kost hergebruik klant	€	21.162,11				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	-12.215,23	Voordeel hergebruik	€	-7.794,23				
Voordeel per st.	€	-0,70	Voordeel per st.	€	-0,45				
Exclusief stockage					Exclusief stockage				
Kost voor aannemer	€	20.629,11	Kost hergebruik klant	€	20.629,11				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	-11.682,23	Voordeel hergebruik	€	-7.261,23				
Voordeel per st.	€	-0,67	Voordeel per st.	€	-0,42				
Exclusief transport					Exclusief transport				
Kost voor aannemer	€	20.528,11	Kost hergebruik klant	€	20.528,11				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	-11.581,23	Voordeel hergebruik	€	-7.160,23				
Voordeel per st.	€	-0,66	Voordeel per st.	€	-0,41				
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage				
Kost voor aannemer	€	20.312,11	Kost hergebruik klant	€	20.312,11				
Opbrengst aannemer	€	8.946,88	Kost nieuw materiaal klant	€	13.367,88				
Voordeel hergebruik	€	-11.365,23	Voordeel hergebruik	€	-6.944,23				
Voordeel per st.	€	-0,65	Voordeel per st.	€	-0,40				

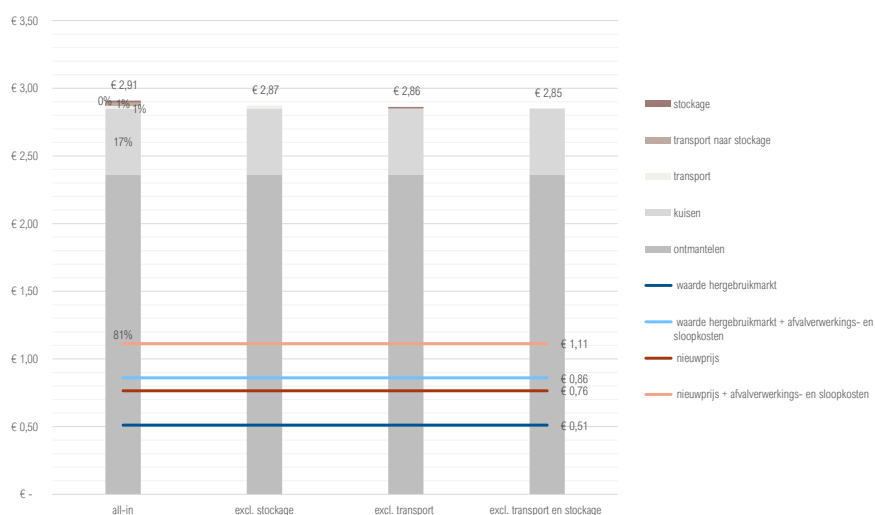
Prijsbepalingen

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>					
	Prijs per stuk		St./m²	Prijs per m²	
De Roover		0,5			€/m²
Rotor (Franck)		0,9	92,00	82,80	€/m²
Tweedehands.be		0,19			€/m²
Destijdsch.nl		0,89			€/m²
					€/m²
					€/m²
Gemiddelde waarde				0,51 €/st	

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>					
	Prijs per stuk		St./m²	Prijs per m²	
wienerberger	1,19		69	82,11	
	1				
Wienerberger (boomse recuup)	0,69			0,00	
Hilfra	0,68			0,00	
Bouwdepot	1,06				
Gemiddelde waarde				0,76 €/st.	

Overige grafieken

Hergebruikkost metselwerk cementmortel tov. marktwaarde incl. afvalverwerkings- en sloopkosten (per steen)



Bijlage I: Keramische wandtegels -faience

Gegevenstabellen

FAIENCETEGEL											
Basisgegevens											
Aantal					Verlies na ontmanteling (60% verlies)	(m²)				6,95	
	(m²)			17,38		(st.)				717	
	(st.)			1791		(ton)				0,10	
Gewicht	(ton)			0,24	Verlies na kuisen	(m²)				6,60	
Kost werkman	(€/h)			47		(st.)				681	
						(ton)				0,09	
Kosten											
Ontmantelen				Kuisen		Transport			stockage		
Algemeen	(m²/h)		4,38	Algemeen	(m²/h)		7	Algemeen	(€/m²/maand)		2
Duur ltsN	(h)		3,97	Duur ltsN	(h)		2,48	Duur transport	(h)		0,6
								Laden + lossen	(h)		1
								Aantal camions			1
								Extra kost transportbedrijf			20
								Paletten	(st.)		1
								kost (€/st.)			6
Totaal	€		186,71	Totaal	€		116,69	Totaal	€		106,00
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	527,41
									Per m²	€	79,86
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaide hergebruik	(€/m²)				28,75	afvalverwerkingskost	(€/ton)			220,00	
opbrengst ltsN	(€)				189,86	afvalverwerkingskost ltsN				53,53	
vergoedde afvalverwerkingskost					53,53	Marktwaaide nieuw	(€/m²)			34,52	
						kost nieuw materiaal				228,00	
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer	€		527,41		Kost hergebruik klant	€		527,41			
Opbrengst aannemer	€		189,86		Kost nieuw materiaal klant	€		228,00			
Voordeel hergebruik	€		-337,54		Voordeel hergebruik	€		-299,41			
Voordeel per m²	€		-51,11		Voordeel per m²	€		-45,33			
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer	€		409,41		Kost hergebruik klant	€		409,41			
Opbrengst aannemer	€		189,86		Kost nieuw materiaal klant	€		228,00			
Voordeel hergebruik	€		-219,54		Voordeel hergebruik	€		-181,41			
Voordeel per m²	€		-33,24		Voordeel per m²	€		-27,47			
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer	€		315,41		Kost hergebruik klant	€		315,41			
Opbrengst aannemer	€		189,86		Kost nieuw materiaal klant	€		228,00			
Voordeel hergebruik	€		-125,54		Voordeel hergebruik	€		-87,41			
Voordeel per m²	€		-19,01		Voordeel per m²	€		-13,23			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer	€		303,41		Kost hergebruik klant	€		303,41			
Opbrengst aannemer	€		189,86		Kost nieuw materiaal klant	€		228,00			
Voordeel hergebruik	€		-113,54		Voordeel hergebruik	€		-75,41			
Voordeel per m²	€		-17,19		Voordeel per m²	€		-11,42			

FAIENCETEGEL (incl. afvalverwerkingskost)											
Basisgegevens											
Aantal					Verlies na ontmanteling (60% verlies)	(m²)				6,95	
	(m²)			17,38		(st.)				717	
	(st.)			1791		(ton)				0,10	
Gewicht	(ton)			0,24	Verlies na kuisen	(m²)				6,60	
Kost werkman	(€/h)			47		(st.)				681	
						(ton)				0,09	
Kosten											
Ontmantelen				Kuisen		Transport			stockage		
Algemeen	(m²/h)		4,38	Algemeen	(m²/h)		7	Algemeen	(€/m²/maand)		2
Duur ltsN	(h)		3,97	Duur ltsN	(h)		2,48	Duur transport	(h)		0,6
Materiaal (evt.)				Materiaal (evt.)				Laden + lossen	(h)		1
	stuks				stuks			Aantal camions			1
	kost				kost			Extra kost transportbedrijf			20
								Paletten	(st.)		1
								kost (€/st.)			6
Totaal	€		186,71	Totaal	€		116,69	Totaal	€		106,00
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	527,41
									Per m²	€	79,86
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaide hergebruik	(€/m²)				28,75	afvalverwerkingskost	(€/ton)			220,00	
opbrengst ltsN	(€)				189,86	afvalverwerkingskost ltsN				53,53	
vergoedde afvalverwerkingskost					53,53	Marktwaaide nieuw	(€/m²)			34,52	
						kost nieuw materiaal				228,00	
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer	€		527,41		Kost hergebruik klant	€		527,41			
Opbrengst aannemer	€		243,40		Kost nieuw materiaal klant	€		281,53			
Voordeel hergebruik	€		-284,01		Voordeel hergebruik	€		-245,88			
Voordeel per m²	€		-43,00		Voordeel per m²	€		-37,23			
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer	€		409,41		Kost hergebruik klant	€		409,41			
Opbrengst aannemer	€		243,40		Kost nieuw materiaal klant	€		281,53			
Voordeel hergebruik	€		-166,01		Voordeel hergebruik	€		-127,88			
Voordeel per m²	€		-25,14		Voordeel per m²	€		-19,36			
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer	€		315,41		Kost hergebruik klant	€		315,41			
Opbrengst aannemer	€		243,40		Kost nieuw materiaal klant	€		281,53			
Voordeel hergebruik	€		-72,01		Voordeel hergebruik	€		-33,88			
Voordeel per m²	€		-10,90		Voordeel per m²	€		-5,13			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer	€		303,41		Kost hergebruik klant	€		303,41			
Opbrengst aannemer	€		243,40		Kost nieuw materiaal klant	€		281,53			
Voordeel hergebruik	€		-60,01		Voordeel hergebruik	€		-21,88			
Voordeel per m²	€		-9,09		Voordeel per m²	€		-3,31			

FAIENCETEGEL (50% verliespercentage, volle vrachtwagen)															
Basisgegevens															
Aantal				Verlies na ontmanteling (50% verlies)				[m²]		150,00					
[m²]				300				[st.]		12368					
[st.]				30921				[ton]		1,68					
Gewicht [ton]				4,20				Verlies na kuisen		[m²]					
Kost werkmans [€/h]				47				[st.]		11750					
								[ton]		1,60					
Kosten															
Ontmantelen				Kuisen				Transport				stockage			
Algemeen [m²/h]				4,38				Algemeen [m²/h]				7			
Duur ltsN [h]				68,57				Duur ltsN [h]				42,86			
Materiaal (evt.)				Materiaal (evt.)				Laden + lossen [h]				50			
stuks				stuks				Aantal camions				1			
kost				kost				Extra kost transportbedrijf				20			
								Paletten [st.]				2			
								kost (€/st.)				12			
Totaal				€ 3.222,86				Totaal				€ 2.014,29			
								Totaal				€ 112,00			
Totale ontmantelingskost												Totaal			
												€ 5.485,14			
												Per m²			
												€ 38,49			
Baten															
Perspectief aannemer						Perspectief klant									
Marktwaaide hergebruik [€/m²]						afvalverwerkingskost [€/ton]						220,00			
opbrengst ltsN [€]						afvalverwerkingskost ltsN						924,00			
vergoedde afvalverwerkingskost						Marktwaaide nieuw						34,52			
						kost nieuw materiaal						4919,43			
Algemeen						Algemeen									
Kost voor aannemer						Kost hergebruik klant						€ 5.485,14			
Opbrengst aannemer						Kost nieuw materiaal klant						€ 5.843,43			
Voordeel hergebruik						Voordeel hergebruik						€ 358,29			
Voordeel per m²						Voordeel per m²						€ 2,51			
Exclusief stockage						Exclusief stockage									
Kost voor aannemer						Kost hergebruik klant						€ 5.349,14			
Opbrengst aannemer						Kost nieuw materiaal klant						€ 5.843,43			
Voordeel hergebruik						Voordeel hergebruik						€ 494,29			
Voordeel per m²						Voordeel per m²						€ 3,47			
Exclusief transport						Exclusief transport									
Kost voor aannemer						Kost hergebruik klant						€ 5.261,14			
Opbrengst aannemer						Kost nieuw materiaal klant						€ 5.843,43			
Voordeel hergebruik						Voordeel hergebruik						€ 582,29			
Voordeel per m²						Voordeel per m²						€ 4,09			
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage									
Kost voor aannemer						Kost hergebruik klant						€ 5.237,14			
Opbrengst aannemer						Kost nieuw materiaal klant						€ 5.843,43			
Voordeel hergebruik						Voordeel hergebruik						€ 606,29			
Voordeel per m²						Voordeel per m²						€ 4,25			

FAIENCETEGEL (40% verliespercentage, volle vrachtwagen)														
Basisgegevens														
Aantal					Verlies na ontmanteling (40% verlies)		[m²]				150,00			
	[m²]			250			[st.]				10307			
	[st.]			25767			[ton]				1,40			
Gewicht		[ton]		3,50	Verlies na kuisen		[m²]				142,50			
Kost werkmans		[€/h]		47			[st.]				9792			
							[ton]				1,33			
Kosten														
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage					
Algemeen		[m²/h]	4,38	Algemeen		[m²/h]		7	Algemeen		[€/m²/maand]	2		
Duur ltsN		[h]	57,14	Duur ltsN		[h]		35,71	Duur transport		[h]	0,6		
Materiaal (evt.)				Materiaal (evt.)					Laden + lossen		[h]	1		
		stuks				stuks			Aantal camions			1		
		kost				kost			Extra kost transportbedrijf			20		
									Paletten		[st.]	2		
									kost (€/st.)			12		
Totaal		€	2.685,71	Totaal		€	1.678,57	Totaal		€	112,00	Totaal	€	24,00
Totale ontmantelingskost										Totaal		€	4.612,29	
										Per m²		€	32,37	
Baten														
Perspectief aannemer						Perspectief klant								
Marktwaaide hergebruik		[€/m²]		28,75	afvalverwerkingskost		[€/ton]				220,00			
opbrengst ltsN		[€]		4096,63	afvalverwerkingskost ltsN						770,00			
vergoedde afvalverwerkingskost				770,00	Marktwaaide nieuw		[€/m²]				34,52			
					kost nieuw materiaal						4919,43			
Algemeen						Algemeen								
Kost voor aannemer		€	4.612,29	Kost hergebruik klant			€	4.612,29						
Opbrengst aannemer		€	4.866,63	Kost nieuw materiaal klant			€	5.689,43						
Voordeel hergebruik		€	254,34	Voordeel hergebruik			€	1.077,14						
Voordeel per m²		€	1,78	Voordeel per m²			€	7,56						
Exclusief stockage						Exclusief stockage								
Kost voor aannemer		€	4.476,29	Kost hergebruik klant			€	4.476,29						
Opbrengst aannemer		€	4.866,63	Kost nieuw materiaal klant			€	5.689,43						
Voordeel hergebruik		€	390,34	Voordeel hergebruik			€	1.213,14						
Voordeel per m²		€	2,74	Voordeel per m²			€	8,51						
Exclusief transport						Exclusief transport								
Kost voor aannemer		€	4.388,29	Kost hergebruik klant			€	4.388,29						
Opbrengst aannemer			4866,63	Kost nieuw materiaal klant			€	5.689,43						
Voordeel hergebruik		€	478,34	Voordeel hergebruik			€	1.301,14						
Voordeel per m²		€	3,36	Voordeel per m²			€	9,13						
Exclusief transport en stockage						Exclusief transport en stockage								
Kost voor aannemer		€	4.364,29	Kost hergebruik klant			€	4.364,29						
Opbrengst aannemer			4866,63	Kost nieuw materiaal klant			€	5.689,43						
Voordeel hergebruik		€	502,34	Voordeel hergebruik			€	1.325,14						
Voordeel per m²		€	3,53	Voordeel per m²			€	9,30						

FAIENCETEGEL (10% verliespercentage, volle vrachtwagen)											
Basisgegevens											
Aantal				Verlies na ontmanteling		(10% verlies)	[m²]			150,00	
	[m²]		166,666				[st.]			6871	
	[st.]		17178				[ton]			0,93	
Gewicht		[ton]	2,33	Verlies na kuisen			[m²]			142,50	
Kost werkmans		[€/h]	47				[st.]			6528	
							[ton]			0,89	
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Algemeen	[m²/h]	4,38	Algemeen	[m²/h]	7	Algemeen	[€/h]	50	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur lbSN	[h]	38,10	Duur lbSN	[h]	23,81	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
Materiaal (evt.)			Materiaal (evt.)			Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	2
	stuks			stuks		Aantal camions		1			
	kost			kost		Extra kost transportbedrijf		20			
						Paletten	[st.]	2			
							kost (€/st.)	12			
Totaal	€	1.790,47	Totaal	€	1.119,04	Totaal	€	112,00	Totaal	€	24,00
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	3.157,51
									Per m²	€	22,16
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaarde hergebruik		[€/m²]		28,75	afvalverwerkingskost		[€/ton]			220,00	
opbrengst lbSN		[€]		4096,61	afvalverwerkingskost lbSN					513,33	
vergoedde afvalverwerkingskost				513,33	Marktwaaarde nieuw		[€/m²]			34,52	
					kost nieuw materiaal					4919,41	
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer		€	3.157,51	Kost hergebruik klant				€	3.157,51		
Opbrengst aannemer		€	4.609,94	Kost nieuw materiaal klant				€	5.432,74		
Voordeel hergebruik		€	1.452,43	Voordeel hergebruik				€	2.275,23		
Voordeel per m²		€	10,19	Voordeel per m²				€	15,97		
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer		€	3.021,51	Kost hergebruik klant				€	3.021,51		
Opbrengst aannemer		€	4.609,94	Kost nieuw materiaal klant				€	5.432,74		
Voordeel hergebruik		€	1.588,43	Voordeel hergebruik				€	2.411,23		
Voordeel per m²		€	11,15	Voordeel per m²				€	16,92		
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer		€	2.933,51	Kost hergebruik klant				€	2.933,51		
Opbrengst aannemer		€	4609,94	Kost nieuw materiaal klant				€	5.432,74		
Voordeel hergebruik		€	1.676,43	Voordeel hergebruik				€	2.499,23		
Voordeel per m²		€	11,76	Voordeel per m²				€	17,54		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer		€	2.909,51	Kost hergebruik klant				€	2.909,51		
Opbrengst aannemer		€	4609,94	Kost nieuw materiaal klant				€	5.432,74		
Voordeel hergebruik		€	1.700,43	Voordeel hergebruik				€	2.523,23		
Voordeel per m²		€	11,93	Voordeel per m²				€	17,71		

FAIENCETEGEL (maar 40 verlies)											
Basisgegevens											
Aantal				Verlies na ontmanteling		(40% verlies)	[m²]			10,43	
	[m²]		17,38				[st.]			1075	
	[st.]		1791				[ton]			0,15	
Gewicht		[ton]	0,24	Verlies na kuisen			[m²]			9,91	
Kost werkmans		[€/h]	47				[st.]			1021	
							[ton]			0,14	
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen		Transport			stockage			
Algemeen	[m²/h]	4,38	Algemeen	[m²/h]	7	Algemeen	[€/h]	50	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Duur lbSN	[h]	3,97	Duur lbSN	[h]	1,49	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
						Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	1
						Aantal camions		1			
						Extra kost transportbedrijf		20			
						Paletten	[st.]	1			
							kost (€/st.)	6			
Totaal	€	186,71	Totaal	€	70,02	Totaal	€	108,00	Totaal	€	12,00
Totale ontmantelingskost									Totaal	€	480,73
									Per m²	€	48,53
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaarde hergebruik		[€/m²]		28,75	afvalverwerkingskost		[€/ton]			220,00	
opbrengst lbSN		[€]		284,80	afvalverwerkingskost lbSN					53,53	
vergoedde afvalverwerkingskost				53,53	Marktwaaarde nieuw		[€/m²]			34,52	
					kost nieuw materiaal					342,00	
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer		€	480,73	Kost hergebruik klant				€	480,73		
Opbrengst aannemer		€	284,80	Kost nieuw materiaal klant				€	342,00		
Voordeel hergebruik		€	-195,93	Voordeel hergebruik				€	-138,73		
Voordeel per m²		€	-19,78	Voordeel per m²				€	-14,00		
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer		€	362,73	Kost hergebruik klant				€	362,73		
Opbrengst aannemer		€	284,80	Kost nieuw materiaal klant				€	342,00		
Voordeel hergebruik		€	-77,93	Voordeel hergebruik				€	-20,73		
Voordeel per m²		€	-7,87	Voordeel per m²				€	-2,09		
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer		€	268,73	Kost hergebruik klant				€	268,73		
Opbrengst aannemer		€	284,80	Kost nieuw materiaal klant				€	342,00		
Voordeel hergebruik		€	16,07	Voordeel hergebruik				€	73,27		
Voordeel per m²		€	1,62	Voordeel per m²				€	7,40		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer		€	256,73	Kost hergebruik klant				€	256,73		
Opbrengst aannemer		€	284,80	Kost nieuw materiaal klant				€	342,00		
Voordeel hergebruik		€	28,07	Voordeel hergebruik				€	85,27		
Voordeel per m²		€	2,83	Voordeel per m²				€	8,61		

FAIENCETEGEL (maar 40 verlies)											
Basisgegevens											
Aantal				Verlies na ontmanteling (40% verlies)		[m²]				10,43	
[m²]			17,38				[st.]			1075	
[st.]			1791				[ton]			0,15	
Gewicht [ton]			0,24	Verlies na kuisen			[m²]			9,91	
Kost werkmans [€/h]			47				[st.]			1021	
							[ton]			0,14	
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen		Transport			stockage			
Algemeen [m²/h]		4,38	Algemeen [m²/h]		7	Algemeen [€/h]		50	Algemeen [€/m²/maand]		2
Duur lbSN [h]		3,97	Duur lbSN [h]		1,49	Duur transport [h]		0,6	Duur stockage [maand]		6
						Laden + lossen [h]		1	Oppervlakte [m²]		1
						Aantal camions		1			
						Extra kost transportbedrijf		20			
						Paletten [st.]		1			
						kost (€/st.)		6			
Totaal		€ 186,71	Totaal		€ 70,02	Totaal		€ 108,00	Totaal		€ 12,00
Totale ontmantelingskost								Totaal		€ 480,73	
								Per m²		€ 48,53	
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktwaaarde hergebruik [€/m²]			28,75	afvalverwerkingskost [€/ton]						220,00	
opbrengst lbSN [€]			284,80	afvalverwerkingskost lbSN						53,53	
vergoedde afvalverwerkingskost			53,53	Marktwaaarde nieuw [€/m²]						34,52	
				kost nieuw materiaal						342,00	
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer			€ 480,73	Kost hergebruik klant				€ 480,73			
Opbrengst aannemer			€ 284,80	Kost nieuw materiaal klant				€ 342,00			
Voordeel hergebruik			€ -195,93	Voordeel hergebruik				€ -138,73			
Voordeel per m²			€ -19,78	Voordeel per m²				€ -14,00			
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer			€ 362,73	Kost hergebruik klant				€ 362,73			
Opbrengst aannemer			€ 284,80	Kost nieuw materiaal klant				€ 342,00			
Voordeel hergebruik			€ -77,93	Voordeel hergebruik				€ -20,73			
Voordeel per m²			€ -7,87	Voordeel per m²				€ -2,09			
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer			€ 268,73	Kost hergebruik klant				€ 268,73			
Opbrengst aannemer			284,80	Kost nieuw materiaal klant				€ 342,00			
Voordeel hergebruik			€ 16,07	Voordeel hergebruik				€ 73,27			
Voordeel per m²			€ 1,62	Voordeel per m²				€ 7,40			
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer			€ 256,73	Kost hergebruik klant				€ 256,73			
Opbrengst aannemer			284,80	Kost nieuw materiaal klant				€ 342,00			
Voordeel hergebruik			€ 28,07	Voordeel hergebruik				€ 85,27			
Voordeel per m²			€ 2,83	Voordeel per m²				€ 8,61			

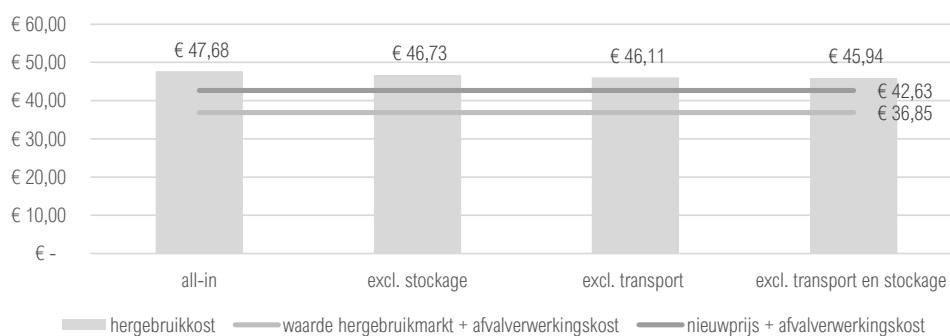
Prijsbepalingen

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>hergebruik</i>				
	Prijs per stuk	St./m²	Prijs per m²	
Rotor			49,00	€/m²
	1,00		44,44	€/m²
Materialenbank Leuven			10,00	€/m²
tweedehands.be	0,10	100	20,27	€/m²
FCRBE fiche			50,21	€/m²
Gemiddelde waarde			28,75 €/m²	

INSCHATTING MARKTWAARDE <i>nieuw</i>				
	Prijs per stuk	St./m²	Prijs per m²	
Zelfbouwmarkt			44,97	
Tegels in huis			39,95	
Impermo			59,99	
Maxaro			23,95	
CE.SI Talco Lucidi 10x10 (exacte tegel casel)			40,00	
Gemiddelde waarde			34,52 €/m²	

Overige grafieken

Hergebruikkost faiencetegels bij vol transport tov. marktwaarde incl. storkost (per m²)



Bijlage J: Schrijnwerk

Gegevenstabellen

Schrijnwerk: Binnendeuren (tubespaan type)											
Basisgegevens											
Aantal deuren	[st.]	8,00									
Gewicht	[to]	0,04									
Kost werkmán	[€/h]	47,00 €									
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Ramen	[St./h]				0	Algemeen	[€/m²/maand]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Deuren	[St./h]	2,00			0,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
Duur IbsN	[h]	4,00				Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	2,5
Vrachtwagenkraan						Totale duur	[h]	1,6			
Aantal weken						Extra kost transportbedrijf		56			
kost [€/h]	100					Paletten	[st.]	0			
Totaal	400,00					kost (€/st.)		0			
Totaal	€	588,00	Totaal	-	€	Totaal	200,00 €	Totaal		30,00 €	
Totale ontmantelingskost								Totaal		1.018,00 €	
								Per st.		127,25 €	
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktaandeel hergebruik		€	103,20	Stortkost		[€/ton]			45		
opbrengst IbsN		€	825,60	Stortkost IbsN		[€]			1,8		
				Marktaandeel nieuw		[€/st.]	€		180,50		
				kost nieuw materiaal		[€]			1443,97		
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer		€	1.018,00	Kost hergebruik klant			€		1.018,00		
Opbrengst aannemer		€	825,60	Kost nieuw materiaal klant			€		1.443,97		
Voordeel hergebruik		€	-192,40	Voordeel hergebruik			€		425,97		
Voordeel per st.		€	-24,05	Voordeel per st.			€		53,25		
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer		€	788,00	Kost hergebruik klant			€		788,00		
Opbrengst aannemer		€	825,60	Kost nieuw materiaal klant			€		1.443,97		
Voordeel hergebruik		€	37,60	Voordeel hergebruik			€		655,97		
Voordeel per st.		€	4,70	Voordeel per st.			€		82,00		
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer		€	618,00	Kost hergebruik klant			€		618,00		
Opbrengst aannemer		€	825,60	Kost nieuw materiaal klant			€		1.443,97		
Voordeel hergebruik		€	207,60	Voordeel hergebruik			€		825,97		
Voordeel per st.		€	25,95	Voordeel per st.			€		103,25		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer		€	588,00	Kost hergebruik klant			€		588,00		
Opbrengst aannemer		€	825,60	Kost nieuw materiaal klant			€		1.443,97		
Voordeel hergebruik		€	237,60	Voordeel hergebruik			€		855,97		
Voordeel per st.		€	29,70	Voordeel per st.			€		107,00		

Schrijnwerk: Combinatie											
Basisgegevens											
Aantal ramen	[st.]	16,00									
Aantal deuren	[st.]	11,00									
Kost werkmán	[€/h]	47,00 €									
Kosten											
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage		
Ramen	[St./h]	0,50			0	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen	[€/m²/maand]	2
Deuren	[St./h]	2,00			0,00	Duur transport	[h]	0,6	Duur stockage	[maand]	6
Duur IbsN	[h]	37,50				Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte	[m²]	5
Vrachtwagenkraan						Totale duur	[h]	1,6			
Aantal weken						Extra kost transportbedrijf		56			
kost [€/h]	100					Paletten	[st.]	0			
Totaal	3750,00					kost (€/st.)		0			
Totaal	€	6.512,50	Totaal	-	€	Totaal	200,00 €	Totaal		60,00 €	
Totale ontmantelingskost								Totaal		5.972,50 €	
								Per st.		373,28 €	
Baten											
Perspectief aannemer					Perspectief klant						
Marktaandeel hergebruik		€	17.909,94	Stortkost		[€/ton]			0		
opbrengst IbsN		€	17.909,94	Stortkost IbsN		[€]			31.324,33		
				Marktaandeel nieuw		[€/st.]	€		31.324,33		
				kost nieuw materiaal		[€]					
Algemeen					Algemeen						
Kost voor aannemer		€	5.972,50	Kost hergebruik klant			€		5.972,50		
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant			€		31.324,33		
Voordeel hergebruik		€	11.937,44	Voordeel hergebruik			€		25.351,83		
Exclusief stockage					Exclusief stockage						
Kost voor aannemer		€	5.712,50	Kost hergebruik klant			€		5.712,50		
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant			€		31.324,33		
Voordeel hergebruik		€	12.197,44	Voordeel hergebruik			€		25.611,83		
Voordeel per st.		€	1.524,68								
Exclusief transport					Exclusief transport						
Kost voor aannemer		€	5.572,50	Kost hergebruik klant			€		5.572,50		
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant			€		31.324,33		
Voordeel hergebruik		€	12.337,44	Voordeel hergebruik			€		25.751,83		
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage						
Kost voor aannemer		€	5.512,50	Kost hergebruik klant			€		5.512,50		
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant			€		31.324,33		
Voordeel hergebruik		€	12.397,44	Voordeel hergebruik			€		25.811,83		

Schrijnwerk: Combinatie (3,5 x trager)										
Basisgegevens										
Aantal ramen	[st.]		16,00							
Aantal deuren	[st.]		11,00							
Kost werkmans	[€/h]		47,00 €							
Kosten										
Ontmantelen			Kuisen			Transport			stockage	
Ramen	[St./h]	0,50			0	Algemeen	[€/h]	90	Algemeen [€/m²/maand]	2
Deuren	[St/h]	2,00			0,00	Duur transport	[h]	0,8	Duur stockage [maand]	6
Duur tbsN	[h]	131,25				Laden + lossen	[h]	1	Oppervlakte [m²]	5
Vrachtwagenkraan						Totale duur	[h]	1,6		
	Aantal weken					Extra kost transportbedrijf		56		
	kost [€/h]	100				Paletten	[st.]	0		
	Totaal	13125,00					kost (€/st.)	0		
Totaal	€	19.293,75	Totaal	- €	Totaal	200,00 €	Totaal	60,00 €		
Totale ontmantelingskost								Totaal	19.753,75 €	
								Per st.	1.234,61 €	
Baten										
Perspectief aannemer				Perspectief klant						
Marktaandeel hergebruik		€	17.909,94	Stortkost		[€/ton]				
opbrengst tbsN		€	17.909,94	Stortkost tbsN		[€]			0	
				Marktaandeel nieuw		[€/st.]		€	31.324,33	
				kost nieuw materiaal		[€]			31324,33	
<i>Algemeen</i>				<i>Algemeen</i>						
Kost voor aannemer		€	19.753,75	Kost hergebruik klant				€	19.753,75	
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€	31.324,33	
Voordeel hergebruik		€	-1.843,81	Voordeel hergebruik				€	11.570,58	
<i>Exclusief stockage</i>				<i>Exclusief stockage</i>						
Kost voor aannemer		€	19.493,75	Kost hergebruik klant				€	19.493,75	
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€	31.324,33	
Voordeel hergebruik		€	-1.583,81	Voordeel hergebruik				€	11.830,58	
Voordeel per st.		€	-197,98							
<i>Exclusief transport</i>				<i>Exclusief transport</i>						
Kost voor aannemer		€	19.353,75	Kost hergebruik klant				€	19.353,75	
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€	31.324,33	
Voordeel hergebruik		€	-1.443,81	Voordeel hergebruik				€	11.970,58	
<i>Exclusief transport en stockage</i>				<i>Exclusief transport en stockage</i>						
Kost voor aannemer		€	19.293,75	Kost hergebruik klant				€	19.293,75	
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€	31.324,33	
Voordeel hergebruik		€	-1.383,81	Voordeel hergebruik				€	12.030,58	

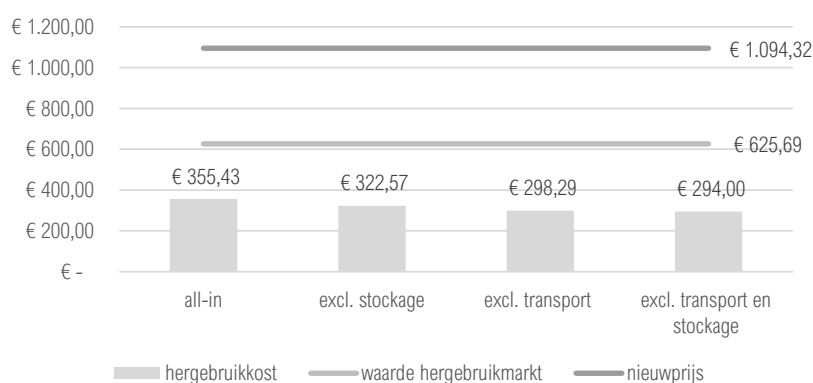
Schrijnwerk: Combinatie (6 x trager)										
Basisgegevens										
Aantal ramen	[st.]	16,00								
Aantal deuren	[st.]	11,00								
Kost werkmans	[€/h]	47,00 €								
Kosten										
Ontmantelen		Kuisen		Transport		stockage				
Ramen	[St./h]	0,50		0	Algemeen	[€/m²/maand]	90			2
Deuren	[St./h]	2,00		0,00	Duur transport	[h]	0,6			6
Duur tbsN	[h]	225,00			Laden + lossen	[h]	1			5
Vrachtwagenkraan					Totale duur	[h]	1,6			
	Aantal weken				Extra kost transportbedrijf		56			
	kost [€/h]	100			Paletten	[st.]	0			
	Totaal	22500,00				kost (€/st.)	0			
Totaal	€	33.075,00	Totaal	- €	Totaal	200,00 €	Totaal			60,00 €
Totale ontmantelingskost								Totaal		33.535,00 €
								Per st.		2.095,94 €
Baten										
Perspectief aannemer					Perspectief klant					
Marktaandeel hergebruik		€	17.909,94	Stortkost		[€/ton]				
opbrengst tbsN		[€] €	17.909,94	Stortkost tbsN		[€]				0
				Marktaandeel nieuw		[€/st.]		€		31.324,33
				kost nieuw materiaal		[€]				31324,33
Algemeen					Algemeen					
Kost voor aannemer		€	33.535,00	Kost hergebruik klant				€		33.535,00
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€		31.324,33
Voordeel hergebruik		€	-15.625,06	Voordeel hergebruik				€		-2.210,67
Exclusief stockage					Exclusief stockage					
Kost voor aannemer		€	33.275,00	Kost hergebruik klant				€		33.275,00
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€		31.324,33
Voordeel hergebruik		€	-15.365,06	Voordeel hergebruik				€		-1.950,67
Voordeel per st.		€	-1.920,63							
Exclusief transport					Exclusief transport					
Kost voor aannemer		€	33.135,00	Kost hergebruik klant				€		33.135,00
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€		31.324,33
Voordeel hergebruik		€	-15.225,06	Voordeel hergebruik				€		-1.810,67
Exclusief transport en stockage					Exclusief transport en stockage					
Kost voor aannemer		€	33.075,00	Kost hergebruik klant				€		33.075,00
Opbrengst aannemer		€	17.909,94	Kost nieuw materiaal klant				€		31.324,33
Voordeel hergebruik		€	-15.165,06	Voordeel hergebruik				€		-1.750,67

Prijsbepalingen

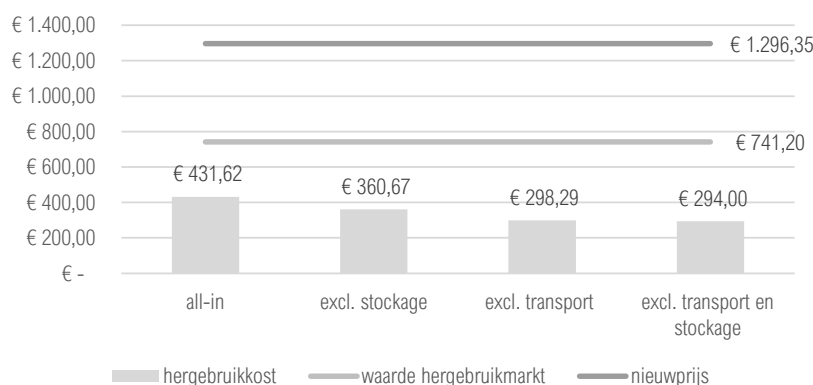
	INSCHATTING MARKTWAARDE nieuw (bzw. Indexering offerte)					
	Prijs offerte (2015) (Excl. BTW)	Geïndexeerde prijs		Prijs hergebruik (80% nieuwprijs)	oppervlakte	Prijs per m²
Grote ramen (2,10x2,10)	€ 782,11	€	1.094,32	€ 625,69	4,41	€ 248,15
Gordijngevel (2,12x2,98)	€ 1.791,67	€	2.506,89	€ 1.433,33	6,32	€ 396,81
Raam met opengaand deel (210x210), (60x194)	€ 926,50	€	1.296,35	€ 741,20	4,41	€ 293,96
Dubbele deur met glas (210 x210)	€ 1.059,73	€	1.482,77	€ 847,78	4,41	€ 336,23
Buitendeur met glas	€ 813,79	€	1.138,65	€ 651,03	1,89	€ 602,46
Buitendeur	€ 768,68	€	1.075,53	€ 614,94	1,89	€ 569,06
Binnendeuren	€ 129,00	€	180,50	€ 103,20	1,89	€ 95,50
Dubbele buitenpoort (242x242)	€ 400,00	€	559,68	€ 320,00	5,08	€ 95,57
Dubbele buitenpoort (242x210)	€ 400,00	€	559,68	€ 320,00	5,08	€ 110,13
Totale nieuwprijs					€	9.894,36
Totale hergebruikprijs					€	7.915,49

Overige grafieken

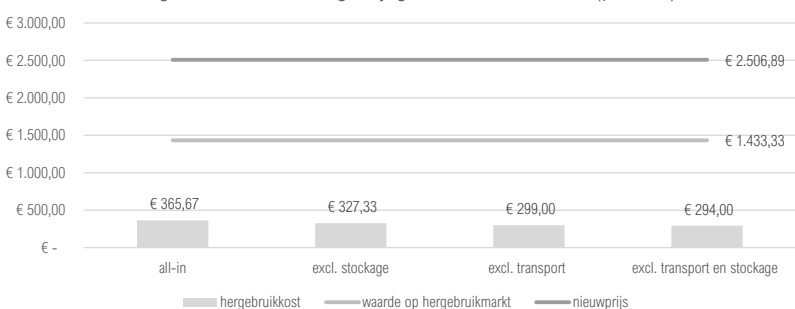
Hergebruikkost standaard raam (210 x 210) tov. marktwaarde (per stuk)



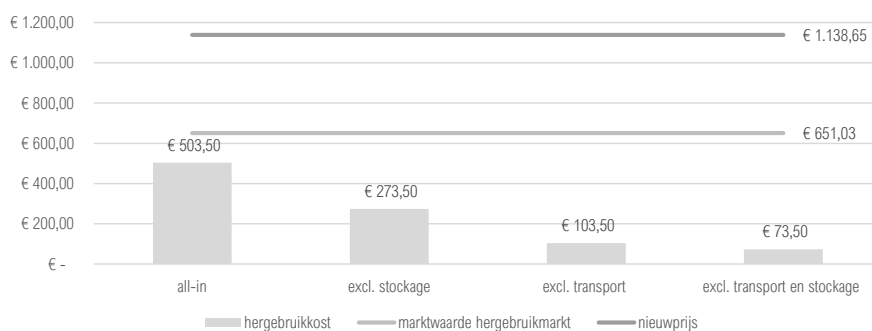
Hergebruikkost raam (210 x 210) met opengaan deel tov. marktwaarde (per stuk)



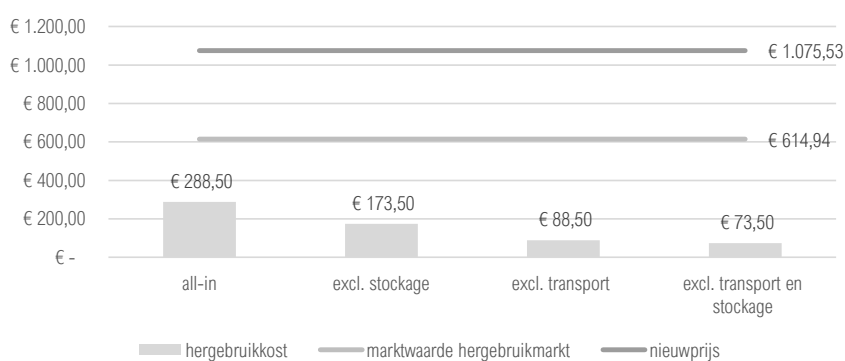
Hergebruikkost raam uit gordijngevel tov. marktwaarde (per stuk)



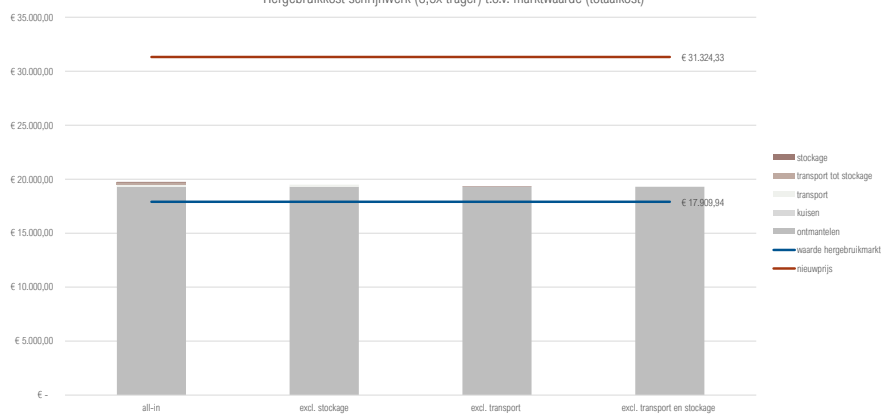
Hergebruikkost buitenndeur met glas tov. marktwaarde (per stuk)



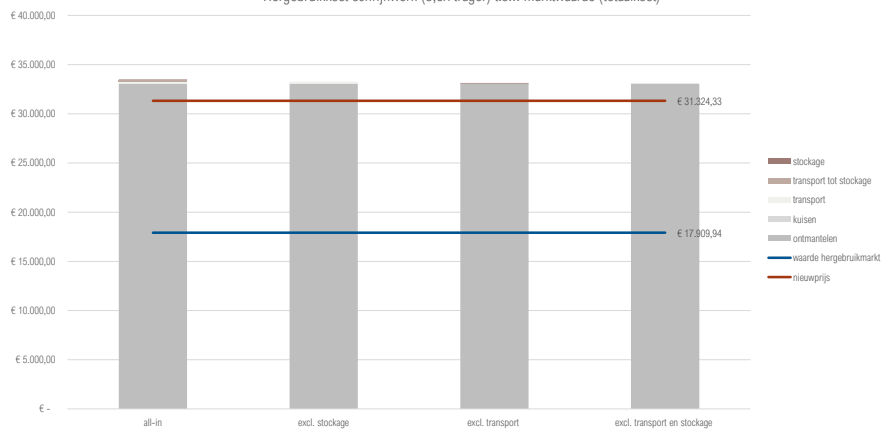
Hergebruikkost buitendeur PVC tov. marktwaarde (per stuk)



Hergebruikkost schrijnwerk (3,5x trager) t.o.v. marktwaarde (totaalkost)



Hergebruikkost schrijnwerk (3,5x trager) t.o.v. marktwaarde (totaalkost)



Prijsbepalingen

Bijlage L: Gebouwniveau

GEROUPWAAKE (PRAKTIJK)										
Material	All-in	Excl. stockage	Excl. transport	Excl. transport en stockage	Nieuwpreis	Hingebuikmarkt	Stoop- en afvalverwerkingskost	Palletten	Camion	Optimalisatie?
Baksteen (cement)		€ 38.789,05		35.613,05	€ 9.548,49	€ 6.390,63		13	nee	
Minerale vilt		1.024,03		796,03	1.785,97	1.315,80		19	nee	
Polysteen		7.827,74		7.544,32	4.332,63	3.458,11		24	nee	
Betonnen luisen		292,16		268,16	243,20	194,56		8	nee	
Hout (massief, wand)		2.775,91		2.552,71	4.872,39	2.850,98		-	in kaders	
Hout (massief, roostering)		2.995,70		2.599,70	2.748,53	1.656,24		-	sociale economie	
Hout (Glulam)		2.708,15		2.652,15	5.841,41	2.713,32		-	sociale economie	
Schrijfwerk		5.512,50		5.512,50	31.324,33	17.909,94		1	nee	
Cellulose		1.454,38		1.145,63	1.420,25	1.374,80		90	nee	
Paisien tegels		298,73		298,73	228,01	189,86		1	nee	
Smalzuiverend		-		-	-	-		0	nee	indien slechts 40% verlies verlagen
TOTAAL	€ 81.911,48	€ 59.858,54	€ 60.296,24	€ 58.850,87	€ 82.535,20	€ 58.000,05	€ 10.850,51	154	6	
domontagekost totaal - slooptest- afvalverwerking	€ -51.060,97	€ -48.808,03	€ -69.445,83		-48.000,46					
domontagekost totaal - slooptest- afvalverwerking- nieuwpreis	€ 11.274,23	€ 13.527,17	€ 12.889,37		14.334,74					
domontagekost totaal - slooptest- afvalverwerking- nieuwpreis	€ 17.652,62	€ 19.850,09	€ 21.699,79		20.047,43					

Materiaal	Nieuwprijs (21% BTW)	Hergebruikmarkt (21%)	Hergebruikmarkt (6% BTW)
Baksteen (cement)	€ 11.553,67	€ 7.732,66	€ 6.774,07
Minerale wol	€ 2.161,03	€ 1.591,88	€ 1.394,54
Polybeton	€ 5.230,39	€ 4.184,31	€ 3.665,59
Betonnen lateien	€ 294,27	€ 235,42	€ 206,23
Hout (massief, wand)	€ 5.895,59	€ 3.449,68	€ 3.022,03
Hout (massief, roostering)	€ 3.325,72	€ 1.945,97	€ 1.704,74
Hout (Glulam)	€ 7.068,10	€ 3.283,12	€ 2.876,12
Cellulose	€ 1.718,50	€ 1.663,51	€ 1.457,29
Faience tegels	€ 275,88	€ 229,74	€ 201,26
Snelbouwsteen	€ 1.199,46	€ 959,57	€ 840,61
Totaal	€ 38.722,61	€ 25.275,86	€ 22.142,49
	Besparing van	€ 16.580,12	43%

