



Ballast Nedam

Ringwade 71, 3439 LM Nieuwegein
+31 (0)30 285 33 33
<https://www.ballast-nedam.nl/>

Ketenanalyse

Biobased Conceptwoning

Variantenstudie tussen een rijwoning gemaakt van hernieuwbare materialen en gemiddelde standaard rijwoning
CO₂-Prestatieladder trede 5



Samen zorgen voor minder CO₂

Datum	26-08-2023	
Status	Concept	
Inhoud	Tamara Monster	Junior Adviseur Duurzaamheid
Goedkeuring	Patrick Ballast	Hoofd Milieu en Duurzaamheid

INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding.....	3
1.1.	Leeswijzer.....	3
2.	Beschrijving Nederlandse woningbouwindustrie, Ballast Nedam en de keten.....	4
2.1.	Nederlandse woningbouwindustrie.....	4
2.2.	Ballast Nedam.....	4
2.3.	De keten.....	5
2.4.	Methode en Aannames.....	5
2.5.	Resultaten <i>biobased</i> Home.....	6
2.6.	Conclusie / Doelstellingen.....	7
2.7.	Aanbevelingen.....	7
3.	Bijlages.....	8
3.1.	Resultatenoverzicht.....	8
3.2.	Aannames.....	9
4.	Referenties.....	10

1. INLEIDING

Bij alle nieuw te ontwikkelen producten, gebouwen of gebieden nemen wij nadrukkelijk de energiebehoefte in de gehele levenscyclus in ogenschouw: van ontwikkelen en realiseren naar beheren en onderhouden. Niet alleen tijdens de bouw, maar nog tientallen jaren daarna. Dat inzicht bepaalt onze inzet om duurzaam te ontwerpen over de hele levenscyclus van een project.

Op basis van de kwalitatieve kaart scope 3 emissies hebben wij een top zes opgesteld.

1. Ontwerp en energie neutrale huisvesting
2. Betonproducten en betonmortel
3. Asphalt
4. Grondtransport
5. Damwanden/staal
6. Inkoop van brandstof/elektriciteit op de projecten

Wij dienen een ketenanalyse te maken voor een van de twee meest materiele emissies en een andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiele emissies uit de rangorde. In dit document geven wij een ketenanalyse voor huisvesting.

1.1. LEESWIJZER

In het vervolg van dit document zullen wij in hoofdstuk 2 een beschrijving geven van de Nederlandse woningbouw, het aandeel van Ballast Nedam daarin en de betreffende keten. Op basis hiervan benoemen wij in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4 de keten van de nieuwe manier van bouwen, welke worden vergeleken met de standaard samenstelling van een gemiddeld genomen tussenwoning uit de Nationale milieudatabase (NMD) 2023. De data is via het onlineprogramma GPR verkregen.

2. BESCHRIJVING NEDERLANDSE WONINGBOUWINDUSTRIE, BALLAST NEDAM EN DE KETEN.

2.1. NEDERLANDSE WONINGBOUWINDUSTRIE

De trend van prefab woningbouw is al jaren aan het groeien. In 2019 waren er 8.920 prefab woningen, terwijl dit aantal in 2020 steeg naar 10.338. Voor 2021 werd verwacht dat maar liefst 14.305 woningen prefab gebouwd zouden worden. Deze groei wordt voornamelijk aangestuurd door de energietransitie¹. Bestaande woningen kunnen in korte tijd voorzien worden van goed geïsoleerde prefab gevels en daken, wat de duurzaamheid ten goede komt.

Echter, er is nog ruimte voor verbetering in het realiseren van klimaatneutrale en *biobased* woningbouw om mens en milieu te ontzien. Hoewel het gebruik van hout in de bouw toeneemt, is het nog niet genoeg voor een revolutie. In 2017 bestond 1,6% van de 58.250 nieuwe woningen uit hout, terwijl dit in recentere jaren steeg naar 2,3% van de 69.150 nieuwe huizen². Deze opvallende stijging is des te meer opmerkelijk omdat het aandeel appartementen in nieuwbouw groter is geworden. Hoewel hout vooral in vrijstaande huizen wordt gebruikt, wordt verwacht dat de groei zal komen van geschakelde woningen, volgens directeur Michel van Eekert van onderzoeksbureau Buildsight.

2.2. BALLAST NEDAM

Ballast Nedam participeert middels verschillende afdelingen in het ontwikkelen en bouwen van woningen.

- Ballast Nedam Development
- Heddes Bouw & Ontwikkeling
- Ballast Nedam West
- Ballast Nedam Zuid
- Laudy Group
- Heddes Bouw & Ontwikkeling

Ballast Nedam Development

Ballast Nedam Development staat bekend als gebiedsontwikkelaar die als eerste in 2017 volledig overschakelde op gasloos bouwen, nog voor het regeerakkoord of wettelijke eisen. En al sinds 2019 wordt het hele portfolio grondgebonden woningen energieneutraal ontwikkeld. Met deze conceptwoning gaan we nog een stap verder door enkel te bouwen met natuurlijke, hergroeibare materialen, ook wel '*biobased* bouwen' genoemd dat voor klimaat, mens en dier en bovendien geschikt, comfortabel én betaalbaar is voor een groot publiek.

Met de *biobased* conceptwoning wil Ballast Nedam het verschil maken door partners te laten aanhaken en kennis te delen op het gebied van klimaatpositief bouwen. Om dit mogelijk te maken is gekozen om via een nationale prijsvraag (een) geschikte partner(s) met veel kennis over *biobased* bouwen en een frisse blik op gezond en duurzaam wonen te vinden. Tevens moet deze partner in staat zijn om een schaalbare rijwoning voor heel Nederland te ontwerpen en te bouwen.

Ballast Nedam daagt de markt uit

In de prijsvraag werden marktpartijen opgeroepen de *biobased* conceptwoning vorm te geven. Parallel aan de prijsvraag startte het pilotproject in het Brabantse Heeze, waarbij 10 rijtjeswoningen met 100% positieve klimaat-impact ontwikkeld gaan worden. Het winnende ontwerp, dat tot meest duurzame woning is verkozen door een vakjury, bestaat voor 95% uit natuurlijke materialen, is nul-op-de-meter en 100% natuurinclusief en is afkomstig van een samenwerking tussen een architectenbureau, een *biobased* gevelpanelenmaker en een extern bouwbedrijf

Op moment van schrijven is de *biobased* conceptwoning in VO/DO-fase. De voorgestelde bouwmethode moet geschikt zijn om op te schalen zodat deze nieuwe standaard in Nederland snel en op grotere schaal uitgerold kan worden. Met het laatste in gedachten liggen er nu twee varianten: de *biobased* conceptwoning met volledig houten vloeren en een variant met een in het werk gestort betonnen begane grondvloer. Deze twee varianten worden beiden meegenomen in een vergelijking met een gemiddeld genomen traditionele tussenwoning

2.3. DE KETEN

De keten omvat alle economische stromen, goederen (materialen, producten) en diensten -, zowel kwalitatief (processen) als kwantitatief (hoeveelheden) die nodig zijn om per producteenheid, in deze analyse vierkante meters, van de productiefase, constructiefase en herwinningsfase te berekenen. De Gebruiksfase en Sloofase zijn buiten beschouwing gelaten. Alle fases van de Levenscyclusanalyse (LCA) in de keten, zijn in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1. LCA-fases

2.4. METHODE EN AANNAMES

Methode

Voor het analyseren van de milieu-impact van de *biobased* conceptwoning ten opzichte van een standaard rijwoning, is een Ketenanalyse gemaakt op basis van MKI-scores. De milieukostenindicator (MKI) vat alle milieueffecten samen in één score en wordt uitgedrukt in euro's. Het weegt alle relevante milieueffecten die ontstaan tijdens de levenscyclus (fig. 1) van een product en telt deze op tot één enkele score. De MKI, ofwel schaduwprijs van een product, is een makkelijke manier om de milieu-impact van producten of projecten te vergelijken en communiceren. MKI is ontwikkeld voor de GWW-sector, zo gebruikt Rijkswaterstaat MKI-waarde als kwaliteitscriterium voor duurzaamheid bij projecten, maar wordt nu ook gebruikt in andere sectoren³.

In deze analyse wordt de milieu-impact van rijwoning in de keten onderzocht van productie en constructie en potentiële herwinning van grondstoffen voor hergebruik en recycling. Naast de totale impact in de constructie, productie en herwinningsfase, worden de rijwoningen ook vergeleken op het milieu-effect CO₂-equivalent. CO₂-equivalent is een maat die wordt gebruikt om de uitstoot van verschillende broeikasgassen te vergelijken, door hoeveelheden andere gassen om te zetten in de equivalente hoeveelheid kooldioxide met hetzelfde aardopwarmingsvermogen.

De waarden in deze analyse zijn afkomstig uit een Levenscyclus Analyse (LCA) en zijn beschikbaar in de Nationale Milieudatabase. De softwaretool GPR stelt ontwikkelaars in staat om (in de keten geschakelde) levenscyclusanalyses te maken. Hiermee verkrijgt men inzicht in de impact van processen en producten op o.a. het milieu (MKI), *Embodied carbon* (kg CO₂-eq/m² BVO), het energieverbruik (MJ) en in kg CO₂-equivalent. Als Ballast Nedam hebben wij met onze GPR-licentie directe toegang tot B&U sector MKI-data uit de Nationale Milieudatabase (NMD) waarmee wij direct de prestaties van onze eigen en nieuw ontwikkelde woningen kunnen inzien.

Via de softwaretool GPR kunnen we de waarden per fase inzien. In Excel is de totale berekening gemaakt. De resultaten staan in tabel B1.1 en B1.2.

In de analyse worden in totaal drie varianten met elkaar vergeleken:

- Variant 1: doorsnede van een gemiddeld genomen standaard tussenwoning in Nederland
- Variant 2a: *biobased* conceptwoning met betonnen begane grondvloer
- Variant 2b: *biobased* conceptwoning met volledig houten vloeren

In het VO is de *biobased* conceptwoning ontworpen met een houten begane grondvloer (BG-vloer), echter in de meest recente ontwerptekeningen is deze vervangen door een betonnen vloer. Omdat deze materialen verschillen, nemen we deze ontwerpen mee als aparte varianten om de duurzaamheid van beiden te beoordelen. De twee varianten zijn gelijk in opbouw, en wijken enkel af op het onderdeel "Begane grondvloer: Vloeren; constructief". De afwijkingen tussen Variant 2a en 2b is in tabel 1 weergegeven.

Afwijking	Variant 2a (betonnen BG-vloer)	Variant 2b (houten BG-vloer)
Begane grondvloer: Vloeren; constructief	Vloeren constructief, beton in het werk gestort, C30/37; incl. wapening	Vrijdragende Vloeren, HSB; Europees naaldhout balken, steenwol, multiplex, 2x gipsplaat, duurzame bosbouw
	EPS 150 SE vloerplaat Rd 3,5	
	Dekvloeren, Zandcement	

Tabel 1. Verschillen in BG-vloer opbouw *biobased* conceptwoning

In de analyse worden Variant 2a en 2b met een standaard rijwoning vergeleken op MKI en CO₂-eq. Daarnaast worden ook de varianten onderling met elkaar vergeleken, om te beschouwen wat de milieu-impact is van het aanpassen van de BG-vloer.

Niet meegenomen in deze analyse is de fundering van het huis, omdat de benodigde constructie per gebied kan verschillen. Wel kan gesteld worden dat totale massa van de *biobased* concept woning lichter is, waardoor volstaan kan worden met een lichtere fundering. Op basis van deze verschillen en onbekenden, is de fundering van deze analyse uitgesloten.

Aannames

In de ketenanalyse zijn een aantal aannames gedaan, te beginnen met het maken van een doorsnede van een 'standaard Nederlandse tussenwoning'. Tussen de mogelijke bouwstoffen om een woningelement op te bouwen, is er een 50/50 doorsnede gemaakt van beschikbare materialen in GPR. Een voorbeeld hiervan is de samenstelling van een woningscheidende wand: de samenstellingsmogelijkheden zijn prefabbeton of kalkzandsteen (KZS). Daarmee is aangenomen dat de MKI-waarde zal bestaan uit 50% van de waarde voor prefabbeton, 25% KZS en 25% KZS-lijmblokken. Alle overige aannames staan in bijlage B2.

Voor de *biobased* conceptwoning zijn ook enkele aannames gedaan. Zo is het materiaal 'Platowood gevelpaneel fraké' niet beschikbaar in GPR, maar wel als totale MKI-waarde, 0,85, in de NMD. Fraké is een snelgroeiende loofhoutsoort afkomstig uit verantwoord beheerde bossen in West-Afrika, dat thermisch afgewerkt wordt om het weersbestendig te maken. Ter aanname gebruiken we in de analyse: "Bekledingen, Vuren delen, thermisch behandeld, duurzame bosbouw". Deze gevelpanelen zijn ook thermisch afgewerkt (en niet afgelakt) en van duurzame origine. Echter is de totale MKI-score van dit item maar 0,65. De MKI-score van fraké zal per fase zal dus met factor 1,3 vermenigvuldigd worden om een weergave te geven van dit element. Een overzicht van alle aannames m.b.t. de *biobased* conceptwoning is te vinden in tabel B2.2 in bijlage B2.

2.5. RESULTATEN BIOBASED HOME

Op basis van een vergelijking met MKI en CO₂-equivalent zijn de volgende cijfers inzichtelijk geworden (zie tabel B1.1-B1.3, bijlage 1):

- In vergelijking met volledig traditionele woningbouw behaalt de *biobased* conceptwoning met een betonnen vloer (Var 2b) een reductie van wel 42% op MKI en 50% lagere CO₂-eq uitstoot.
- Echter, de grootse besparing wordt behaald wanneer het huis ook nog wordt uitgevoerd met houtenvloer (Var 2a), dan wordt er 61% op MKI bespaard en 65% minder CO₂-eq uitgestoten.
- De grootste verbetering wordt behaald in de Grondstofherwinningsfase (fase D), hierbij neemt de potentie tot hergebruik, recycling en energieherwinning met factor 11 toe (MKI_{2a} = 1130%) en (MKI_{2b} = 1068%).
- Op CO₂-eq wordt de grootste verbetering behaald in de Productiefase (Fase A1-A3). Hier wordt ten opzichte van de standaard met variant 2a en 2b respectievelijk een reductie van factor 1,49 (CO₂-eq_{2a} = 49%) en factor 1,66 (CO₂-eq_{2b} = 66%) behaald. De totale milieu-impact wordt in deze fase verminderd met factor 1,42 (MKI_{2b} = 42%) en 1,22 (MKI_{2a} = 22%).
- In Constructiefase wordt de laagste reductie behaald, hier is slechts 4% verschil (MKI_{2b} = 2%) en 1,22 (MKI_{2a} = -2%), waarbij het natuurhuis met betonnen BG-vloer zelfs 2% meer uitstoot dan de standaard. Op CO₂-eq wordt hier nog wel een significantie reductie behaald CO₂-eq_{2b} = 30%) en (CO₂-eq_{2a} = 26%). Met 4% is het onderling is het verschil minimaal in deze fase.
- De *biobased* varianten verschillen ten opzichte van elkaar nauwelijks in de herwinning van grondstoffen (MKI=4%), of CO₂-eq uitstoot (CO₂-eq=5%).
- Ten opzichte van elkaar is de *biobased* conceptwoning gemiddeld factor 1,3 duurzamer (MKI=32%), (CO₂-eq=30%).

2.6. CONCLUSIE / DOELSTELLINGEN

Op basis van deze analyse kunnen wij het de volgende conclusies trekken:

- De grootste reducties in MKI en CO₂-eq worden behaald in Grondstofherwinningfase (fase D) door het toepassen van de Cross Laminated Timberplaten, in tegenstelling tot het gebruik van breed- en kanaalplaten voor vloeren in een standaard rijwoning. Echter, door de hoge terugwinningswaarde in fase D van EPS, toegepast in combinatie met een betonnen vloer, heeft variant 2B een grotere reductie ten opzichte van variant 2A met houtenvloer. Dit komt omdat de grootste terugwinningspotentie voor Europese naalddhouten balken (HSB) in de sloopfase (fase C) zit, welke buiten beschouwing is gelaten in deze analyse.
- Welke fases worden geïnccludeerd en welke uitgesloten van de ketenanalyses hebben invloed op de uitkomst van de analyse. In de sloopfase (fase C) is er voor meerdere materialen in variant 2a, zoals de HSB-balken in de houten BG-vloer, een hogere terugwinpotentie.
- De grote reducties in grondstofherwinningsfase maakt dat de *biobased* conceptwoning, met zowel betonnen en houten vloer, afgerond tot wel 11(!) keer meer potentie heeft voor hoogwaardig hergebruik, recycling en/of energieherwinning.
- Er wordt in verhouding weinig reductie behaald op de constructiefase tussen de twee *biobased* conceptwoning-varianten door vergelijkbare constructiemethoden.

2.7. AANBEVELINGEN

Met de biobased conceptwoning heeft Ballast Nedam Development samen met haar partners een duurzaam alternatief voor de standaard tussenwoning in Nederland. Met de inzichten verkregen uit de ketenanalyse volgen daarop nog enkele aanbevelingen voor de sector:

- Ontwerpkeuzes hebben invloed op de impact die wij maken. Welke ambities wij hebben, en willen realiseren? Gaan we voor maximaal duurzaam (MKIvar2b= 65%) of is een halvering van milieuschaduwkosten (MKIvar2a= 50%) ook al voldoende met onze huidige ambities?
- Om de totale prestatie van de *biobased* conceptwoning in beeld te brengen zou de analyse nogmaals na het in gebruik nemen van de woning moeten worden gemaakt. Door het uitbreiden van de ketenanalyse met de onderhouds- (fase B) en sloopfase (fase C) kan de volledige score van de conceptwoning in kaart worden gebracht, omdat uit de resultaten volgt dat veel van de terugwinpotentie zich in de sloopfase (fase C) bevindt.
- In de biobased conceptwoning zijn veel innovatieve alternatieven op de huidige standaard bouwmethododes toegepast. Het is interessant om dieper in te gaan op de afzonderlijke posten, zoals gevels of vloeren, om te beoordelen of ontwerpkeuzes in de biobased conceptwoning ook interessant zijn voor toepassen in standaard woningbouw. Kunnen we enkele innovaties ook toepassen in een standaard rijwoning om de Nederlandse woningbouw grootschalig te verduurzamen?

3. BIJLAGES

3.1. RESULTATENOVERZICHT

De gedachte bij het *biobased* conceptwoning is het verduurzamen van de woningbouw met een innovatief design waarbij natuurlijke materialen gezocht worden als alternatief voor emissie-intensieve bouwstoffen.

In deze analyse zijn er drie varianten:

- Variant 1: doorsnede van een gemiddeld genomen standaard tussenwoning in Nederland
- Variant 2a: *biobased* conceptwoning met betonnen begane grondvloer
- Variant 2b: *biobased* conceptwoning met volledig houten vloeren

Er is een vergelijking opgesteld tussen varianten 2a en 2b (tabel B1.3), variant 1-2a en variant 1-2b. De gegevens hiervan zijn te zien in tabel B1.1(CO₂-equivalent) en tabel B1.2(MKI).

Variantenvergelijking

In de onderstaande tabellen is te zien dat het *biobased* conceptwoning gunstiger uitkomt zowel als in de dikte van de mengsel als de MKI (tabel B1.2) en CO₂-eq waarde (tabel B1.1).

Item	CO ₂					
	A1-A3	A4-A5	D	CO ₂	CO ₂ /Unit	Embodied Carbon PPI
	Productie	Constructie	Herwinning grondstoffen	(Kg CO ₂ -eq.)	(Kg CO ₂ -eq/m ²)	kg CO ₂ -eq, per m ² BVO
Standaard	27.886,30	2.033,27	-740,24	29.179,33	627,77	326,00
Var 2a	14.098,94	1.507,04	-943,84	14.662,14	263,28	180,00
Var 2b	9.469,94	1.429,24	-640,15	10.259,04	155,05	125,00
2a vs. Standaard	33%	5%	32%	30%		31%
2b vs. standaard	49%	26%	-28%	50%		45%

Tabel B1.1. Vergelijking CO₂-eq: 2a met standaard en 2b met standaard. Bron: GPR 25-08-2023

Item	MKI				
	A1-A3	A4-A5	D	MKI/Unit	MKI totaal
	Productie	Constructie	Herwinning grondstoffen	€/m ²	€
Standaard	€ 2.066,41	€ 174,14	€ -30,87	€ 44,89	€ 2.209,68
Var 2a	€ 1.621,32	€ 177,47	€ -379,81	€ 18,85	€ 1.273,16
Var 2b	€ 1.198,25	€ 171,10	€ -360,42	€ 11,21	€ 863,11
2a vs. Standaard	22%	-2%	-1130%		42%
2b vs. standaard	42%	2%	-1068%		61%

Tabel B1.2. Vergelijking MKI: 2a met standaard en 2b met standaard. Bron: GPR 25-08-2023

Item	A1-A3	A4-A5	D	CO ₂	Embodied Carbon PPI	MKI totaal
	Productie	Constructie	Herwinning grondstoffen	(Kg CO ₂ -eq.)	kg CO ₂ -eq, per m ² BVO	€
2a vs. 2b CO ₂ -eq	33%	5%	32%	30%	31%	
2a vs. 2b MKI	26%	4%	5%			32%

Tabel B1.2. Vergelijking MKI en CO₂-eq: 2a met 2b. Bron: GPR 25-08-2023

3.2. AANNAMES

In deze bijlage zijn alle aannames voor het bepalen van een gemiddelde standaard rijwoning opgesomd (tabel B3.1).

Woningelement	Item GPR	Factor
Woningscheidende wand	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen elementen VNK	0,25
	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen lijmblokken VNK	0,25
	Massieve wanden dragend, Beton, prefab, woningbouw, AB-FAB	0,50
Buitenwanden; constructief	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen elementen VNK	0,50
	Massieve wanden dragend, Beton, prefab, woningbouw, AB-FAB	0,50
Buitenwanden; niet constructief	Isolatielagen, steenwol MWA 2012; platen;	0,25
	NVPU; PIR-plaat; gecacheerd met alulaminaat gevelisolatie Rd=4,5	0,25
	Isolatielagen, Glaswol MWA 2012; platen;	0,25
	Spouwmuren binnenblad, Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB	0,25
	Baksteenmetselwerk buitenwanden KNB	0,75
Binnenwanden; niet-constructief	Binnenwand, dragend, beton, prefab, grondgebonden woningen, Betonhuis	1
Binnenwanden; niet-constructief	Massieve wanden, niet dragend, cellenbeton blokken, XellaYtong	0,33
	Binnenwanden, niet-constructief: Calduran kalkzandsteen lijmblokken CS12 of CS20	0,33
	Systeemwanden niet dragend verplaatsbaar, Beweegbare systeemwand, metalstud/steenwol/gipsplaat gemonteerd op plafond rails	0,33
Verdiepingsvloer; begane grond	Vrijdragende vloeren, ribbenvloer, betonprefab; incl. isolatie, rc:44.0;AB-FAB	1
Zwevende dekvloer (70)	Dekvloeren, Zandcement (VO-details: zwevende dekvloer met vloerverwarming n.t.b., data niet beschikbaar in GPR)	1
1e en 2e verdiepingsvloer: kanaalplaatvloer 250mm-cementdekvloer	Vrijdragende vloeren, VBI-kanaalplaatvoer 200 Groen	0,5
	Vrijdragende Vloeren, betonhuis, druklaag breedplaatvoer, betonmortel, C20/C25 CEMIII; incl. wapening	0,5
Daken; constructief	Hellende daken, dak elementen, houten ribben, PIR, spaanplaat, duurzame bosbouw	1
Dakafwerkingen; bekledingen	Bekledingen, Keramische dakpan - geglazuurd	1

Tabel B2.1 Aannames tot samenstelling van gemiddelde standaard rijwoning in Nederland

Woningelement	Item GPR	Factor
Woningscheidende wand	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen elementen VNK	0,25
	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen lijmblokken VNK	0,25
	Massieve wanden dragend, Beton, prefab, woningbouw, AB-FAB	0,50
Buitenwanden; constructief	Massieve wanden dragend, kalkzandsteen elementen VNK	0,50
	Massieve wanden dragend, Beton, prefab, woningbouw, AB-FAB	0,50
Buitenwanden; niet constructief	Isolatielagen, steenwol MWA 2012; platen;	0,25
	NVPU; PIR-plaat; gecacheerd met alulaminaat gevelisolatie Rd=4,5	0,25
	Isolatielagen, Glaswol MWA 2012; platen;	0,25
	Spouwmuren binnenblad, Beton, prefab, woningbouw; AB-FAB	0,25
	Baksteenmetselwerk buitenwanden KNB	0,75
Binnenwanden; niet-constructief	Massieve wanden niet dragend, kalkzandsteen lijmblokken VNK	0,25
	Binnenwanden, constructief, Calduran kalkzandsteen lijmblokken CS12/CS20	0,25

Tabel B2.2 Aannames voor MKI-waarden *biobased* conceptwoning

4. REFERENTIES

1. <https://www.bouwtotaal.nl/2022/08/prefab-bouwen-bij-energietransitie-nederland-hoe-helpt-het/#:~:text=Al%20jaren%20is%20het%20aandeel,woningen%20uit%20de%20fabriek%20verwacht>
2. <https://www.buildsight.nl/?p=3769>
3. <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/inkoopbeleid/duurzaam-inkopen/dubocalc>