

LCA berekening aanbesteding

Exploitatie bushokjes en vrijstaande
reclamevitruines

Gemeente Leiden

Inhoud

1.	Introductie	3
1.1.	Duurzaam materiaal gebruik	3
2.	Referentieberekening	5
2.1.	Productiefase (Module A1-A3)	6
2.2.	Bouwfase (Module A4-A5)	10
2.3.	Gebruiksfase (Module B1-B7)	11
2.4.	Sloop- en verwerkingsfase (Module C1-C4)	12
2.5.	Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens (Module D)	15
3.	Opstellen van een LCA	17
3.1.	Productiefase (Module A1-A3)	17
3.2.	Bouwfase (Module A4-A5)	17
3.3.	Gebruiksfase (Module B1-B7)	18
3.4.	Sloop- en verwerkingsfase (Module C1-C4)	18
3.5.	Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens (Module D)	19
4.	Te verstrekken gegevens	20
5.	Bronnen	21



1. Introductie

In deze rapportage zal de levenscyclusanalyse (LCA) voor de openbare aanbesteding '*exploitatie bushokjes en vrijstaande reclamevitruines*' ten behoeve van de gemeente Leiden worden toegelicht. Het doel van dit document is om de doelstellingen van de gemeente Leiden te formuleren, de scope van de LCA af te bakenen en de inschrijvers van een referentieberekening te voorzien.

1.1. Duurzaam materiaal gebruik

De gemeente Leiden wil een zo duurzaam mogelijk ontwerp aangeboden krijgen én de inschrijvers ruimte bieden voor het aandragen van duurzame en innovatieve oplossingen binnen de kaders van de vraagspecificatie. Door duurzaam materiaalgebruik in de aanbesteding als criterium te hanteren, wil de gemeente Leiden duurzame ontwikkeling in de toeleveringsketen stimuleren en de effecten van niet duurzame materialen zo veel mogelijk te beperken.

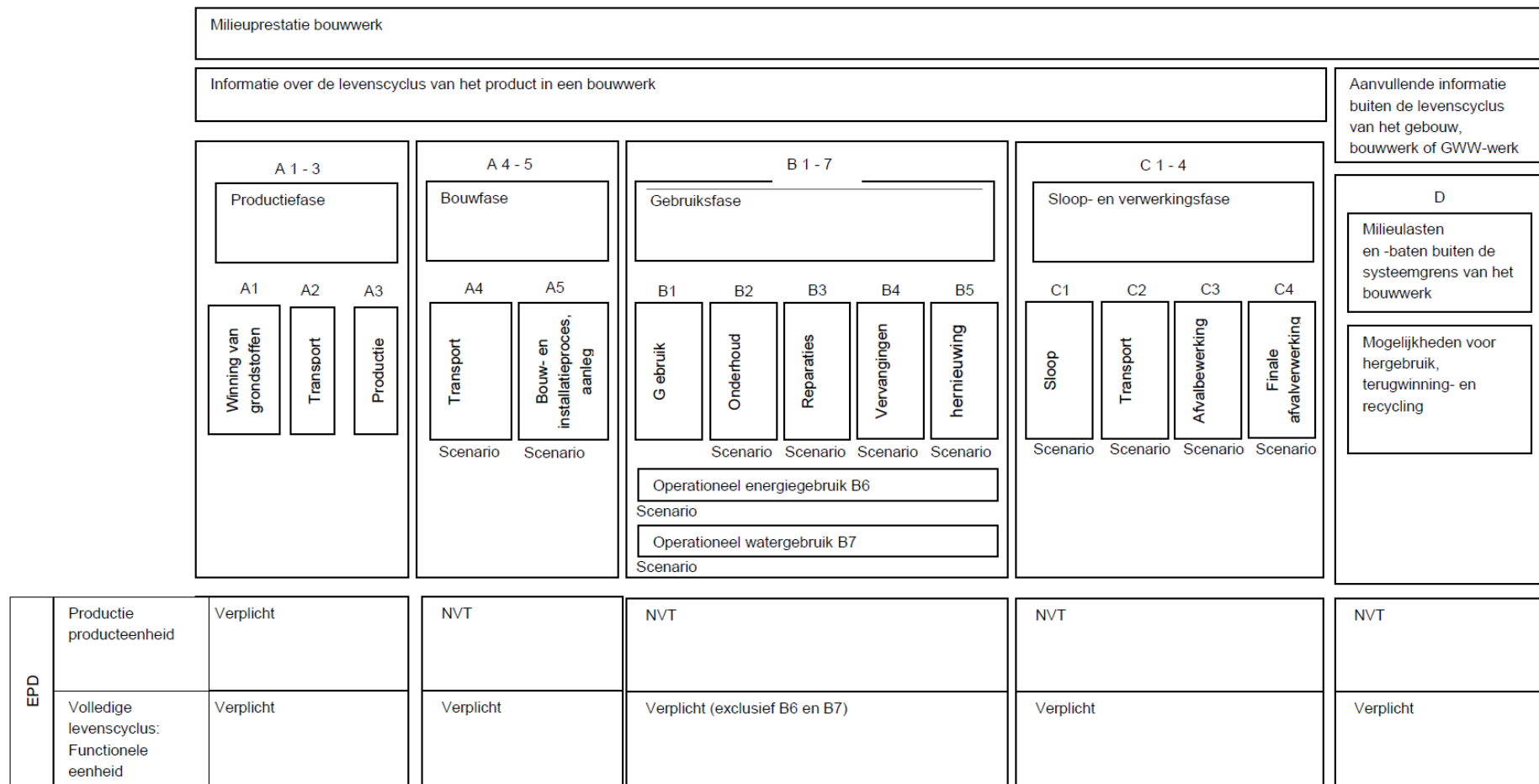
Een manier om duurzaamheid kwantitatief te maken en te kunnen meten, is door de milieu impact van de gekozen materialen, productiewijze, gebruik en afdanking ('cradle to grave') te berekenen in een zogenaamde milieukostenindicator (MKI)¹. De projectlevensduur waarmee gerekend moet worden voor dit project is 15 jaar. Deze berekening wordt gemaakt aan de hand van product Levens Cyclus Analyses (LCA's). In een product LCA wordt de invloed op verschillende milieu-impact categorieën inzichtelijk gemaakt, zoals bijvoorbeeld het broeikaseffect (als gevolg van CO₂ uitstoot), grondstofuitputting en toxiciteit. Voor de berekening van LCA's gelden internationale standaarden en rekenmethoden (waaronder ISO 14040-44 en 15804), waardoor LCA's goed onderling vergelijkbaar zijn. De uiteindelijke MKI-score (de bundeling van LCA's omgerekend naar een financiële waarde) vertegenwoordigt de zogenaamde schaduwkosten van de producten: de kosten die de maatschappij zou moeten maken om de verwachte milieu-impact van cradle-to-grave te voorkomen of te herstellen.

Figuur 1 geeft de levenscyclusfasen volgens de SBK Bepalingsmethode [1] weer. Voor deze aanbesteding dienen de volgende levenscyclusfasen meegenomen te worden: productiefase (A1-A3), bouwfase (A4-A5), gebruiksfase (B1-B7) sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) en milieulasten en -baten buiten de systeemgrens van het bouwwerk (D).

De functionele eenheid is gelijk aan de 133 in de aanbesteding aangeboden standaard bushokjes met normaal formaat (4000x1600), exclusief de productie van reclamevitruines en beeldschermen, maar inclusief het gebruik- en onderhoud van alle bushokjes en reclamevitruines gedurende 15 jaar.

¹ Met een LCA kan de MKI-waarde bepaald worden. MKI staat voor Milieu Kosten Indicator. Meer info over de MKI-waarde is terug te vinden op pag. 38 van de SBK Bepalingsmethode v3.0.





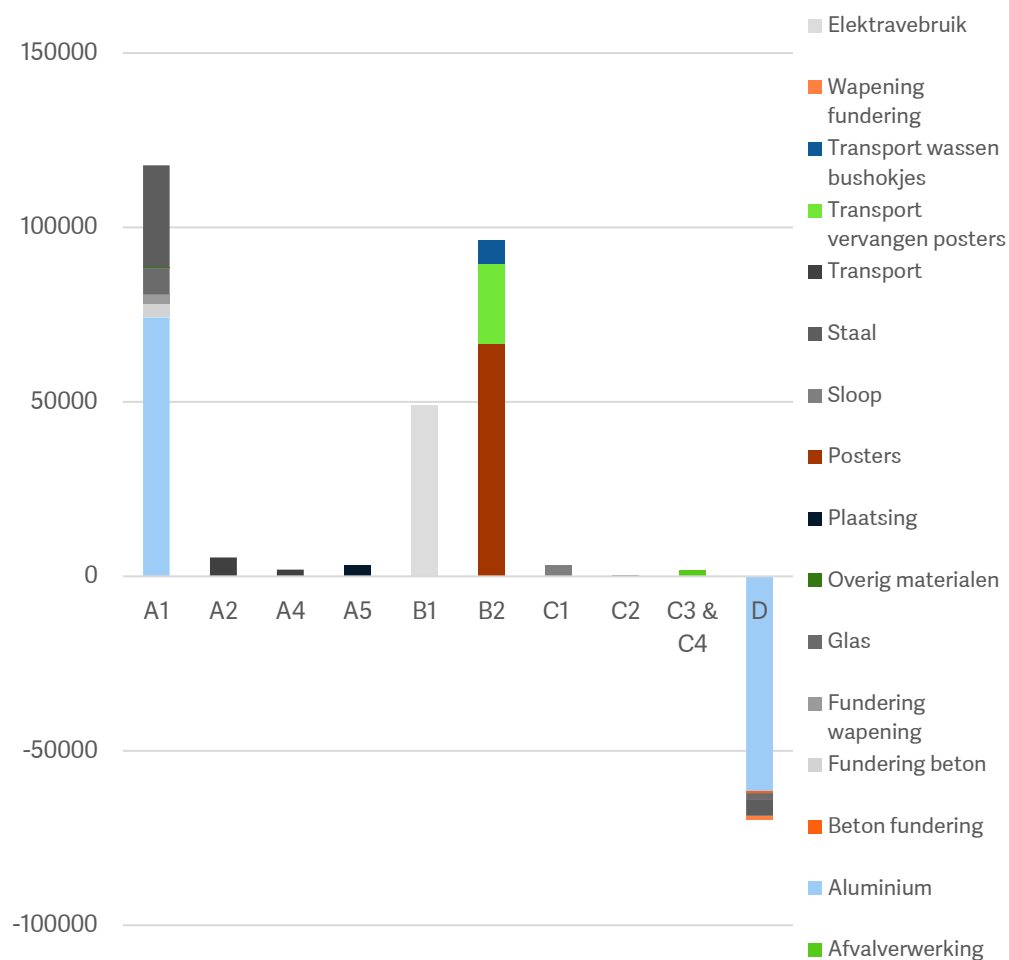
Figuur 1: Levenscyclusfasen volgens de SBK Bepalingsmethode [1]

2. Referentieberekening

De referentie MKI-waarde van de aanbestedende dienst komt uit op 209.114 Euro. Dit is het totaal voor de productie, bouw, sloop, afvalverwerking en recycling van 133 bushokjes van normaal formaat (1600x4000) en het gebruik en onderhoud van 163 bushokjes en 70 reclamevitrites. Tabel 1 geeft de MKI per module en de totale MKI weer. Figuur 2 geeft de bijdrage van verschillende materialen en processen per module weer. In de paragrafen hieronder wordt beschreven hoe deze referentie MKI-waarde tot stand is gekomen.

Tabel 1: MKI van de verschillende modules en de totale MKI

Module	MKI (euro)
A1	117.824
A2	5.406
A4	1.905
A5	3.078
B1	49.125
B2	96.289
C1	3.078
C2	316
C3 & C4	1.819
D	-69.727
Totaal	209.114



Figuur 2: Bijdrage verschillende Modules aan totale MKI.



2.1. Productiefase (Module A1-A3)

Fabrique heeft een 'bill-of-materials' (BOM) aangeleverd die zij het beste vinden aansluiten bij het PvE van de aanbesteding. Deze BOM is gebruikt voor het bepalen van de referentie MKI-waarde en is weergegeven in Tabel 2 per 1 en 133 bushokjes.

Tabel 2: Bill-of-materials van een standaard maat bushokje (1600x4000)

Materiaal	Hoeveelheid per 1 bushokje	Hoeveelheid per 133 bushokjes
Achterwand glas	180 kg	23.940 kg
Afwatering PVC	2,5 kg	333 kg
Aluminium inkoop (standaard staf, poedercoat 0,5 m ²)	11 kg	1.463 kg
Dak aluminium (extrusie, poedercoat 10 m ²)	36 kg	4.788 kg
Dak glas	150 kg	19.950 kg
Dak staal (thermisch verzinken 3,2 m ² , tweelaags poedercoat 6,4 m ²)	80 kg	10.640 kg
Fundering beton	2200 kg	292.600 kg
Fundering wapening	45 kg	5.985 kg
Glashouders nylon (standaard staf, freeswerk)	36 gram	4,8 kg
Glasrubbers (extrusie)	1,2 kg	160 kg
Houten zitting (gefreesd)	0,028 m ³	2.421 kg ²
Reisinfo vitrine aluminium (extrusie, poedercoat 2,5 m ²)	12 kg	1.596 kg
Reisinfo vitrine aluminium (plaatwerk, poedercoat 2,4 m ²)	2 kg	266 kg
Reisinfo vitrine glas	15 kg	1.995 kg
Staander aluminium (extrusie, poedercoat 8,6 m ²)	50 kg	6.650 kg
Staander staal (laswerk, thermisch verzinken 5,6 m ²)	200 kg	26.600 kg
Zijwand aluminium (extrusie, poedercoat 0,66 m ²)	4,7 kg	625 kg
Zijwand glas	42 kg	5.586 kg
Zitting ondersteuning aluminium (gezet plaatwerk, poedercoat 0,5 m ²)	18,8 kg	2.500 kg

Voor deze materialen worden in Tabel 3 de gekozen database referenties (lees: milieu achtegronddata), de MKI-waardes en de bijdrage aan de totale MKI weergegeven. In deze tabel wordt voor het aluminium, staal en nylon eerst de referentie gegeven voor het materiaal (bijvoorbeeld aluminium, wroUGHT alloy voor aluminium), vervolgens wordt de referentie voor het bewerkingsproces weergegeven (bijvoorbeeld section bar extrusion voor aluminium) en daarna wordt de referentie voor de coating weergegeven (bijvoorbeeld powder coat, aluminium sheet voor aluminium).

² Dichtheid hout: 650 kg/m³

Tabel 3: Database referenties materialen A1 en bijdrage aan MKI

Materiaal	Hoeveelheid	Eenheid	Referentie	Database	MKI	% MKI
Achterwand glas	23940	kg	0019-fab&Glas, vlakglas (o.b.v. Flat glass, coated {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	3.500	1,7%
Afwatering PVC	332,5	kg	0199-fab&PVC, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyvinylchloride, suspension polymerised {GLO} market for Cut-off, U + Extrusion, plastic pipes {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	69	0,0%
Aluminium inkoop (standaard staf, poedercoat 0,5 m²)	1463	kg	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	1.299	0,6%
	1463	kg	Metal working, average for aluminium product manufacturing {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	1.255	0,6%
	66,5	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	22	0,0%
Dak aluminium (extrusie, poedercoat 10 m²)	4788	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	19.451	9,3%
	4788	kg	Section bar extrusion, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	602	0,3%
	1330	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	441	0,2%
Dak glas	19950	kg	0019-fab&Glas, vlakglas (o.b.v. Flat glass, coated {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2.916	1,4%
Dak staal (thermisch verzinken 3,2 m², tweelaags poedercoat 6,4 m²)	10640	kg	0238-fab&Staal, laaggelegeerd (o.b.v. Steel, low-alloyed {GLO} market for Cut-off, U; 57% primair, 43% secundair)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	7.361	3,5%
	10640	kg	Hot rolling, steel {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	317	0,2%
	851,2	m2	Powder coat, steel {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	313	0,1%
	425,6	m2	Zinc coat, coils {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	718	0,3%
Fundering beton	292600	kg	0158-fab&Betonmortel C30/37 (o.b.v. CEM I), 2395 kg/m3	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	3.897	1,9%

Fundering wapening	5985	kg	0167-fab&Staal, wapening (betonstaal, wapeningsnet, vezels, voorspanstaal) (o.b.v. Reinforcing steel {GLO}) market for Cut-off, U; 84% primair, 16% secundair)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2.671	1,3%
Glashouders nylon (standaard staf, freeswerk)	4,8	kg	nylon 6//[GLO] market for nylon 6	Ecoinvent v3.4	3	0,0%
	4,8	kg	Extruding of polymer filament, no texturing - GLO	Ecochain – Textile database	1	0,0%
	4,8	kg	Spinning, for woven, average process (120-370 DTEX) - GLO	Ecochain – Textile database	3	0,0%
	4,8	kg	Weaving, 120-370 DTEX - GLO	Ecochain – Textile database	5	0,0%
Glasrubbers (extrusie)	159,6	kg	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO}) market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	52	0,0%
Houten zitting (gefreesd)	2420,6	kg	0182-fab&Hout, tropisch hardhout, gezaagd (o.b.v. Sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {GLO}) market for Cut-off, U + 7000 km ocean transport en 650 kg/m3)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	158	0,1%
Reisinfo vitrine aluminium (extrusie, poedercoat 2,5 m²)	1596	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	6.484	3,1%
	1596	kg	Section bar extrusion, aluminium {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	201	0,1%
	332,5	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	110	0,1%
Reisinfo vitrine aluminium (plaatwerk, poedercoat 2,4 m²)	266	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	1.081	0,5%
	266	kg	Sheet rolling, aluminium {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	26	0,0%
	319	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	106	0,1%
Reisinfo vitrine glas	1995	kg	0019-fab&Glas, vlakglas (o.b.v. Flat glass, coated {GLO}) market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	292	0,1%
Staander aluminium (extrusie, poedercoat 8,6 m²)	6650	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	27.015	12,9%
	6650	kg	Section bar extrusion, aluminium {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	836	0,4%
	1144	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO}) market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	379	0,2%
Staander staal (laswerk, thermisch verzinken 5,6 m²)	26600	kg	0238-fab&Staal, laaggelegeerd (o.b.v. Steel, low-alloyed {GLO}) market for Cut-off, U; 57% primair, 43% secundair)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	18.404	8,8%

	26600	kg	Hot rolling, steel {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	794	0,4%
	745	m2	Zinc coat, coils {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	1.257	0,6%
Zijwand aluminium (extrusie, poedercoat 0,66 m²)	625,1	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	2.539	1,2%
	625,1	kg	Section bar extrusion, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	79	0,0%
	88	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	29	0,0%
Zijwand glas	5586	kg	0019-fab&Glas, vlakglas (o.b.v. Flat glass, coated {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	817	0,4%
Zitting ondersteuning aluminium (gezet plaatwerk, poedercoat 0,5 m²)	2500,4	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	10.158	4,9%
	2500,4	kg	Metal working, average for aluminium product manufacturing {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	2.145	1,0%
	67	m2	Powder coat, aluminium sheet {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent v3.4	22	0,0%

Uit de BOM weergegeven in Tabel 2 kan worden afgeleid dat aluminium, staal, glas, beton fundering en wapening fundering verantwoordelijk zijn voor meer dan 99% van het totale gewicht van de bushokjes. Daarom is alleen voor deze materialen het transport naar de productielocatie meegenomen. Tabel 4 geeft de transportafstanden die zijn aangenomen voor deze materialen weer. De transportafstand met een oceaanschip is bepaald via <https://sea-distances.org/>; en de afstand per truck met Google Maps.

Voor het staal en aluminium is voor het zeeschiptransport de kortste afstand van Shanghai naar Rotterdam aangehouden, plus een transportafstand met een truck van 100 km naar de haven in China, en 100 km van de haven in Nederland naar de productielocatie. Voor het glas en de beton en wapening fundering is transport van midden Duitsland (Erfurt) naar midden Nederland (Utrecht) aangenomen. Uit Tabel 5 kunnen de gehanteerde referenties voor transport en de bijdrage op de MKI van het transport naar de productielocatie worden afgelezen.

Tabel 4: Gehanteerde transportafstanden materialen

Materiaal	Locatie leverancier	Truck (km)	Oceaanschip (km)
Aluminium	China	200	19.492
Staal	China	200	19.492
Glas	Duitsland	516	
Beton fundering	Duitsland	516	
Wapening fundering	Duitsland	516	

Tabel 5: Database referenties transport A2 en bijdrage aan MKI

Transport	Hoeveelheid tkm ³	Referentie	Database	MKI	% MKI
Truck	191.655	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2.982	1,4%
Oceaan-schip	1.074.565	XXXX Transport, vrachtschip, zee (o.b.v. Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2.424	1,2%

Voor de referentieberekening is er aangenomen dat het energieverbruik voor assemblage van het bushokje verwaarloosbaar is en is daarom in de nulmeting niet meegenomen. Het energieverbruik voor de productie van verschillende onderdelen (bijvoorbeeld een plaat uit aluminium) is reeds meegenomen in de database referenties, zoals weergegeven in Tabel 3. In deze database referenties zijn ook zaken als productie verliezen en kapitaalgoederen (lees: productie van machines en productiefaciliteiten) meegenomen.

2.2. Bouwfase (Module A4-A5)

Voor Module A4 (transport naar plaatsingslocatie) is een transportafstand van 300 km van de productielocatie naar de plaatsingslocatie aangenomen. Het totale gewicht van de 133 bushokjes is gelijk aan 408 ton. Voor Module A5 (plaatsing) is een kraangebruik van 2 uur per bushokje aangenomen; wat dus neerkomt op 266 uur per 133 bushokjes. In tabel 6 is de modelering van Module A4 en A5 weergegeven; en de bijdrage van deze Modules op de totale MKI waarde.

³ tkm staat voor tonkilometer en wordt bepaald door het aantal tonnen te vermenigvuldigen met het aantal kilometers.

Tabel 6: Database referenties A4 en A5 en bijdrage aan totale MKI

Module	Hoeveelheid	Referentie	Database	MKI	% MKI
A4: Transport naar plaatsing	122.400 tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	1.905	0,9%
A5: plaatsing	266 uur	hr 0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	3.078	1,5%

2.3. Gebruiksfase (Module B1-B7)

Voor het gebruik (B1) is per bushokje per jaar een elektraverbruik van 325 kWh aangenomen voor bushokjes met niet-roterende reclamevitrine en 25 kWh voor bushokjes zonder reclamevitrine. Per vrijstaande roterende reclamevitrine is een elektraverbruik van 500 kWh aangenomen. Voor 118 bushokjes met niet-roterende reclamevitrine, 45 bushokjes zonder reclamevitrine en 70 vrijstaande roterende reclamevitrites komt dit dus neer op een totaal elektraverbruik van 1.117.125 kWh over een periode van 15 jaar.

Voor Module B2 is het onderhoud van alle bushokjes en reclamevitrites meegenomen over een periode van 15 jaar. Hiervoor is uitgegaan van het eenmaal per week wisselen van de posters; en het eenmaal per 4 weken schoonmaken van de bushokjes en reclamevitrites. Voor het wisselen van de posters is dus het transport benodigd voor het vervangen van de posters meegenomen en de posters zelf; en voor het schoonmaken van de bushokjes en reclamevitrites is het transport meegenomen. Het wassen van de bushokjes is buiten beschouwing gelaten, omdat er voor het wassen alleen osmosewater wordt gebruikt en dit een zeer lage MKI-waarde heeft.

De gebruikte posters hebben een formaat van 1.185mx1.750m en een gramgewicht van 135 gram/m². Dit betekent dat 1 poster 0,280 kg weegt. Per week zijn er 236 posters benodigd voor de bushokjes⁴ en 210 posters voor de vrijstaande roterende reclamevitrites⁵. Per week is er dus 124,9 kg aan geprint papier nodig; en per 15 jaar dus 97.406 kg geprint papier.

Uitgangspunt voor het transport van de posters naar Leiden is het depot vanuit waar de Opdrachtnemer de posters richting Leiden vervoerd. Hiervoor is een transportafstand van 100 km aangenomen. Daarnaast is aangenomen dat de transportafstand naar elke locatie waar een posters wordt opgehangen 1,5 km bedraagt. Kortom, de transportafstand langs alle locaties komt bij deze aanname neer op 282 km (188 posterlocaties in totaal * 1,5 km). Per 15 jaar is de totale transportafstand die is afgelegd voor de posters 297.960 km (382 km per week * 52 weken * 15 jaar).

Voor het wassen is, vergelijkbaar met het transport van de posters, een transportafstand van 100 km aangenomen voor het transport vanuit het depot naar Leiden, plus een transportafstand naar elke locatie van 1,5 km. De totale transportafstand voor het wassen komt bij deze aanname neer op 450 km⁶ per 4 weken, en 87.653 km per 15 jaar (450 km per 4 weken * 52/4 * 15 jaar).

⁴ 163 bushokjes in totaal minus 45 bushokjes zonder reclamevitrite maal 2 posters per reclamevitrite.

⁵ 70 vrijstaande roterende reclamevitrites maal 3 posters per roterende reclamevitrite.

⁶ 100 km voor transport vanuit depot naar Leiden + (163 bushokjes+70 reclamevitrites in totaal) * 1,5 km



In tabel 7 is de modelering van Module B1 en B2 weergegeven; en de bijdrage van deze Modules op de totale MKI waarde. De inschrijvers dienen voor bepaling van de impact van Module B uit te gaan van de aantallen in de aanbesteding aangeboden reclamevitrites, bushokjes met en zonder reclamevitrites, en de gebruikte hoeveelheden posters. Indien roterende reclamevitrites worden toegepast dient ook het additionele elektraverbruik van deze reclamevitrites meegenomen te worden. Modules B3-B7 zijn in deze referentieberekening niet meegenomen.

Tabel 7: Database referenties B1 en B2 en bijdrage aan totale MKI

Module	Hoeveelheid	Referentie	Database	MKI	% MKI
B1: Elektra verbruik	1.117.125 kWh	Elektriciteit (Nederlands gemiddeld)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	49.125	23,5%
B2: Posters	97.406 kg	printed paper//[RoW] operation, printer, laser, colour, per kg printed paper	Ecoinvent v3.4	66.755	31,9%
B2: Transport posters	297.960 km	transport, passenger car, large size, diesel, EURO 4//[RER] transport, passenger car, large size, diesel, EURO 4	Ecoinvent v3.4	22.821	10,9%
B2: Transport wassen	87.653 km	transport, passenger car, large size, diesel, EURO 4//[RER] transport, passenger car, large size, diesel, EURO 4	Ecoinvent v3.4	6.713	3,2%

2.4. Sloop- en verwerkingsfase (Module C1-C4)

Voor de sloop van het bushokje (C1) is vergelijkbaar met Module A5 een kraangebruik van 2 uur per bushokje aangenomen, wat dus neerkomt op 266 uur per 133 bushokjes.

Voor Module C2 (transport naar afvalverwerking) zijn de forfaitaire waarden voor de transportafstanden naar sorteerlocaties, stortlocaties en afvalverbrandingsinstallaties zoals opgenomen in paragraaf 2.6.3.6 van de SBK Bepalingsmethode [1] aangehouden. Voor Modules C3 (afvalbewerking) en C4 (finale afvalverwerking) zijn de forfaitaire waarden voor afvalscenario's conform de SBK Bepalingsmethode (Bijlage V, Tabel 1, pagina 61) [1] aangehouden. Deze forfaitaire waarden voor transport en afvalscenario's worden weergegeven in tabel 8 en 9. Voor de afvalverwerking is, vergelijkbaar met Module A2, alleen het aluminium, staal, glas, beton fundering en wapening fundering meegenomen, aangezien deze materialen verantwoordelijk zijn voor meer dan 99% van het totale gewicht van de bushokjes.

Tabel 8: Forfaitaire transportafstanden naar afvalverwerkingslocaties volgens de SBK Bepalingsmethode [1]

Transport	Afstand (km)
Transportafstand naar stort	50
Transportafstand naar AVI	100
Transportafstand naar sorteerlocatie	50

Tabel 9: Forfaitaire afvalscenario's volgens de SBK Bepalingsmethode [1]

Materiaal	Afval stroom (specificatie) [1]	Stort	AVI	Recycling	Her-gebruik
-----------	---------------------------------	-------	-----	-----------	-------------



Staal	Staal licht (o.a. profielen, platen, leidingen)	1%		87%	12%
Aluminium	Aluminium uit B&U (profielen, platen, leidingen)	3%	3%	94%	
Glas	Glas (o.a. vlakglas)	30%		70%	
Beton fundering	Beton (o.a. elementen, metselwerk, gewapend beton)	1%		99%	
Wapening fundering	Staal, wapening (gewapend betonnen constructies)	5%		95%	

Het hergebruik van het staal is op dezelfde manier worden gemodelleerd als het recycling van staal. Op basis van de in tabel 2 weergegeven BOM en de percentages weergegeven in tabel 9 kan het gewicht per afvalverwerkingsmethoden bepaald worden. Dit is weergegeven in tabel 10.

Tabel 10: Hoeveelheid materiaal per afvalverwerkingscenario

Materiaal	Totale gewicht (kg)	Gewicht stort (kg)	Gewicht AVI (kg)	Gewicht recycling (kg)
Staal	37.240	372	0	36.868
Aluminium	17.889	537	537	16.815
Glas	51.471	15.441	0	36.030
Beton fundering	292.600	2.926	0	289.674
Wapening fundering	5.985	299	0	5.686
Totaal	405.185	19.575	537	385.073

Het aantal tkm voor transport naar afvalverwerking (C2) is bepaald door het gewicht naar stort, AVI en recycling te vermenigvuldigen met de vermelde transportafstanden in tabel 8. De totale berekende hoeveelheid is gelijk aan 20.286 tkm. In Module C3 dienen de afvalbewerkingen voor verbranding en recycling meegenomen te worden. In Module C4 wordt de afvalverwerking van stort meegenomen. In tabel 11 wordt de gehanteerde modellering van Modules C1, C2, C3 en C4 weergegeven; en de bijdrage van deze Modules op de totale MKI waarde.

Tabel 11: Database referenties C1, C2, C3 en C4 en bijdrage aan totale MKI

Module	Materiaal	Hoeveelheid	Referentie	Database	MKI	% MKI
C1: sloop	-	266 uur	hr 0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	3.078	1,5%
C2: Transport	-	20.286 tkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	316	0,2%
C3: Afval bewerking AVI	Aluminium	537 kg	255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	1	0,0%



			aluminium, municipal incineration Cut-off, U)			
C3: Afval bewerking recycling	Staal	36.868 kg	Iron scrap, sorted, pressed//[RER sorting and pressing of iron scrap	Ecoinvent v3.4	467	0,2%
	Aluminium	16.815 kg	Aluminium scrap, post-consumer, prepared for melting//[RER] treatment of aluminium scrap, post-consumer, by collecting, sorting, cleaning, pressing	Ecoinvent v3.4	964	0,5%
	Glas	36.030 kg	waste glass sheet//[Europe without Switzerland] treatment of waste glass sheet, sorting plant	Ecoinvent v3.4	31	0,0%
	Beton fundering	289.674 kg	waste reinforced concrete//[Europe without Switzerland] treatment of waste reinforced concrete, recycling	Ecoinvent v3.4	270	0,1%
	Wapening fundering	5.686 kg	iron scrap, sorted, pressed//[RER] sorting and pressing of iron scrap	Ecoinvent v3.4	72	0,0%
C4: Finale afval-verwerking stort	Staal	372 kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	0	0,0%
	Aluminium	537 kg	0239-sto&Stort aluminium (o.b.v. Waste aluminium {RoW}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2	0,0%
	Glas	15.441 kg	0244-sto&Stort glas (o.b.v. Waste glass {CH}) treatment of, inert material landfill Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	9	0,0%
	Beton fundering	2.926 kg	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	2	0,0%

Wapening fundering	299 kg	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	0	0,0%
--------------------	--------	--	--	---	------

2.5. Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens (Module D)

In Module D wordt de uitsparing van materialen in een volgende levenscyclus door middel van recycling of energieteerugwinning berekend. In lijn met de Bepalingsmethode dient de hoeveelheid secundaire input (gerecycled materiaal in grondstoffen) vergeleken te worden met de hoeveelheid secundaire output (totale gewicht naar recycling). Daarnaast dient bepaald te worden wat voor materiaal in een volgende levenscyclus wordt uitgespaard. Een uitgebreidere beschrijving hiervan is te vinden in de Bepalingsmethode [1].

In dit geval zijn vanuit de Nationale Milieu Database de volgende gegevens bekend over de hoeveelheid secundaire input (zie tabel 3):

- Staal bestaat voor 57% uit primair materiaal en voor 43% uit secundair materiaal;
- Aluminium, wrought alloy (15440 kg naar recycling) bestaat voor 100% uit primair materiaal; Aluminium, cast alloy (1375 kg naar recycling) bestaat voor 20% uit primair materiaal en voor 80% uit secundair materiaal;
- Wapening fundering bestaat voor 84% uit primair materiaal en voor 16% uit secundair materiaal;
- Glas en beton wapen bestaan voor 100% uit primair materiaal.

De hoeveelheden uitgespaarde materialen kan bepaald worden door de hoeveelheid secundaire output af te trekken van de hoeveelheid secundaire input. Voor staal, aluminium en glas is er al een voorgeschreven uitsparing volgens de SBK Bepalingsmethode. Voor beton is de uitsparing in een volgende levenscyclus bepaald door Ecochain. Hiervoor zal een 50% zand en 50% steenslag uitsparing gehanteerd worden. In tabel 12 worden de hoeveelheden (kg) uitsparing, de database referenties en de bijdrage aan de totale MKI weergegeven.

In Module D dient ook de hoeveelheid opgewekte warmte en elektriciteit in de AVI meegenomen te worden. In dit referentieontwerp wordt echter alleen aluminium verbrand in een AVI. Aangezien verbranding van aluminium nagenoeg geen elektriciteit oplevert is uitsparing van warmte en elektriciteit voor de referentieberekening niet van toepassing.

Tabel 12: Database referenties D en bijdrage aan totale MKI

Module	Materiaal	Hoeveelheid	Referentie	Database	MKI	% MKI
D: Hergebruik	Staal	20.854 kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO} production Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	-4.805	-2,3%
D: Hergebruik	Aluminium	15.645 kg	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot	Nationale Milieudatabase	-61.633	-29,5%



			(vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO}) aluminium ingot, primary, to market; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner)	v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)		
D: Hergebruik	Glas	36.030 kg	0273-reD&Module D, vlakglas per kg NETTO geleverd kringloopglas (79% verpakkingsglas- en 21% glaswoltoepassing waar primaire grondstoffen worden vermeden - niet de energie)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	-1.670	-0,8%
D: Hergebruik	Beton fundering (50% zand)	144.837 kg	0168-fab&Zand, industriezand, ophoogzand, betonzand, drainagezand (o.b.v. Sand {GLO}) market for Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	-217	-0,1%
D: Hergebruik	Beton fundering (50% steenslag)	144.837 kg	0205-fab&Steenslag, groeve (NVLB: A3) (o.b.v. uitsluitend Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	-313	-0,1%
D: Hergebruik	Wapening fundering	4.728 kg	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Pig iron {GLO}) production Cut-off, U)	Nationale Milieudatabase v 3.0 (obv Ecoinvent 3.4)	-1.089	-0,5%



3. Opstellen van een LCA

Het is toegestaan om af te wijken van de referentieberekening. De inschrijver kiest bij deze werkwijze voor het toepassen van een projectspecifieke LCA van het desbetreffende materiaal of product, en de daarbij behorende MKI-waarde voor alle levenscyclusfasen (cradle to grave) met een projectlevensduur van 15 jaar. Het is bij deze werkwijze toegestaan om de projectspecifieke LCA op te bouwen uit separate onderdelen, mits deze onderdelen alle levenscyclusfasen omvatten (waaronder: winning grondstoffen, alle ketentransport- en productieprocessen, transport naar werk, bouwproces, onderhoud en vervanging, sloop, afvoer en verwerking). Als voorbeeld kan hierbij gedacht worden aan het opnemen van een materiaal-specifieke cradle to gate LCA (Modules A1-A3), waarbij voor de overige levenscyclusfasen de waarden uit de referentieberekening van de gemeente Leiden worden gehanteerd.

In de volgende alinea's is beschreven welke gegevens minimaal moeten worden meegenomen in de project specifieke berekening, indien wordt afgeweken van de referentieberekening. Zoals beschreven in de aanbestedingsleidraad is de gehanteerde norm voor de MKI-berekening de 'SBK Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken', versie 3.0 [1].

3.1. Productiefase (Module A1-A3)

Processen in de bedrijven van de betrokken producent(en):

- Alle processen in de bedrijven die nodig zijn voor productie⁷
- Hulpmaterialen, onderhoudsmaterialen, additieven en dergelijke;
- Productieverliezen; er wordt gewerkt met bruto procesgegevens;
- Intern transport;
- Interne opslag en uitval;
- Reinigingsprocessen van water en lucht (ook wanneer deze extern plaatsvinden);
- Recycling/verwerking van productieafval;
- Het proces "verpakken" met verpakkingsmateriaal als grondstof;
- Productie, onderhoud en afdanking van kapitaalgoederen (materieel). Als de bijdrage van kapitaalgoederen aan elke individuele effectcategorie van de Module productiefase (A1-A3) onderbouwd minder is dan 5% dan mag deze worden verwaarloosd.
- Overhead processen (kantoren en dergelijke) kunnen over het algemeen buiten beschouwing blijven.

De bestrating rondom het bushokje hoeft niet meegenomen te worden. Ook de productie van de reclamevitruines en beeldschermen hoeft niet meegenomen te worden.

3.2. Bouwfase (Module A4-A5)

Transport naar de bouwplaats (A4):

- Transport van het materiaal, product of element naar de bouwplaats. Leeg retourtransport dient aangenomen te worden, tenzij anders kan worden aangetoond.⁸

Bouw / installatie / aanleg (A5):

- De processen om de materialen/producten/elementen in het werk aan te brengen;

⁷ Materialen die minder dan 1 gewichtsprocent uitmaken van de gemiddelde samenstelling van het product dat onderwerp is van de milieuverklaring mogen worden genegeerd. Als uitzondering op deze regel geldt de situatie wanneer de productie van het samenstellende materiaal dat wordt weggelaten, naar verwachting meer dan 5 % bijdraagt aan één van de milieueffecten van het product. In dat geval moet het desbetreffende materiaal wel worden meegenomen. Als aanvullende eis geldt dat de som van de milieubelasting die op deze manier niet wordt meegenomen niet meer mag zijn dan 5 % van het totaal per effectcategorie.

⁸ Aan- en afvoer van personeel mag buiten beschouwing blijven.



- De afvoer met retourtransport en verwerking van restmateriaal, inclusief verpakkingsmateriaal, dat ontstaat bij het aanbrengen. Als minimum percentage voor verpakkingsmateriaal geldt het percentage genoemd in het Landelijk Afvalbeheerplan LAP3, tenzij anders kan worden aangetoond;
- Productie, onderhoud en afdanking van kapitaalgoederen (materieel). Indien kan worden aangetoond dat de bijdrage aan de functionele eenheid verwaarloosbaar ($<1\%$ op basis van gefundeerde inschatting) is, dan kan productie, onderhoud en afdanking van kapitaalgoederen verder buiten beschouwing blijven.

Indien de bushokjes voor plaatsing eerst worden bewaard in een opslag, dan dient in Module A4 het transport van productielocatie naar opslag en van de opslag naar de locatie van plaatsing meegenomen te worden.

3.3. Gebruiksfase (Module B1-B7)

In Module B1 dient het elektraverbruik van alle bushokjes en **reclamevitrites** meegenomen te worden over een periode van 15 jaar.

In Module B2 dient het onderhoud van de bushokjes en **reclamevitrites** meegenomen te worden over een periode van 15 jaar. Hiervoor dient uitgegaan te worden van het eenmaal per week wisselen van de posters; en het eenmaal per 4 weken schoonmaken van de bushokjes en reclamevitrites. Voor het wisselen van de posters dient dus het transport benodigd voor het vervangen van de posters meegenomen te worden; en de posters zelf. Voor het schoonmaken van de bushokjes en reclamevitrites hoeft alleen het transport naar de bushokjes meegenomen te worden. Het wassen van de bushokjes hoeft niet meegenomen te worden, omdat er voor het wassen alleen osmosewater wordt gebruikt en dit een zeer lage MKI-waarde heeft.

De Modules B3-B7 hoeven in deze berekening niet meegenomen te worden.

3.4. Sloop- en verwerkingsfase (Module C1-C4)

Sloopfase (C1):

- Slooppacten en demontage⁹.

Transport van de bouwplaats naar plaats van verwerking (C2):

- Transport van de bouwplaats naar de plaats van afvalverwerking van elk materiaal/product/element inclusief retourtransport.

Verwerkingsfases (C3-C4):

- indien van toepassing: hergebruik van materialen;
- het stortproces, indien een materiaal wordt gestort;
- indien van toepassing: recyclingprocessen, tot aan einde afval.

Voor de Modules C2 dient de inschrijver uit te gaan van de forfaitaire waarden voor de transportafstanden naar sorteerlocaties, stortlocaties en afvalverbrandingsinstallaties zoals opgenomen in paragraaf 2.6.3.6 van de SBK Bepalingsmethode [1]. Voor Modules C3 en C4 mag in deze aanbesteding niet worden afgeweken van de forfaitaire waarden voor afvalscenario's conform de SBK bepalingmethode (zie Bijlage V, Tabel 1, pagina 61) [1]. Er is gekozen voor deze benadering omdat het bushokje na verloop van de initiële looptijd van 15 jaar naar verwachting wordt gekocht door de gemeente Leiden. De inschrijver heeft zodoende geen invloed op de wijze van sloop- en afvalverwerking van de bushokjes. Tabel 11 geeft de

⁹ Handmatige processen kunnen buiten beschouwing blijven.

referenties weer die verplicht gekozen moeten worden voor de afvalverwerkingsfasen (C3 en C4) van materialen die standaard gebruikt worden in bushokjes.

3.5. Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens (Module D)

Voor Module D geeft tabel 12 een lijst met database referenties die verplicht gekozen dienen te worden voor materialen die standaard gebruikt worden in bushokjes. Aangezien Module C en D sterk aan elkaar gerelateerd zijn geldt hiervoor dezelfde motivatie als voor Module C.



4. Te verstrekken gegevens

De MKI-berekening dient het aanbod te beschrijven. De inschrijver levert een ondertekend formulier 'MKI-waarde inschrijving' aan bij indiening. Als bijlage dienen de volgende documenten te worden toegevoegd:

- EPD samenvatting;
- Toelichting op de MKI-berekening, waarin wordt ingegaan op de aanpak, de voorgestelde innovaties, materialen en achtergronden van de besparingen waarmee de MKI-waarde wordt bereikt (max 4 pagina's A4 (enkelzijdig A4-formaat met lettergrootte 11, lettertype Arial en een regelafstand enkel));
- Eventueel aanvullende bijlagen voor zover hier in de toelichting naar verwezen wordt (bijvoorbeeld projectspecifieke LCA's).

De beoordeling zal zich beperken tot de bovenstaand genoemde pagina's en bijlagen. Het meerdere wordt niet in behandeling genomen en wordt aldus ongelezen terzijde geschoven.



5. Bronnen

[1] 'SBK Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken', Stichting Bouwkwiteit, versie januari 2019.



EcoChain Technologies B.V.
Burgerweeshuispad 201
1076 GR Amsterdam

+31 (0)20 303 5777
www.ecochain.com