

LCA Rapportage categorie 3 productkaarten

Element 57.3 - Luchtbehandeling; kanaalwerk

Datum rapportage: 31 Maart 2023
Versie rapportage: 2.0

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase
Opdrachtnemer(s): Dispersed & Arcadis Nederland B.V.

Auteur(s): Edwin van Leth & Vince Evers, Dispersed
Marie Ernst, Arcadis

Peer reviewer(s): Gert-Jan Vroege, Eco-intelligence

Productkaarten onderdeel LCA-rapportage
--

Geïsoleerde luchtkanalen rond / verzinkt staal / steenwol

Geïsoleerde luchtkanalen vierkant / verzinkt staal / steenwol

Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer Reviewer	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
1.0	6-3-2023	<i>Edwin van Leth</i>	Gert-Jan Vroege		
2.0	30-03-2023	Edwin van Leth	Gert-Jan Vroege		

Toelichting: Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd voor de (deel)producten / productkaarten in het rapport (bijv. als er (deel)producten / productkaarten op een later moment zijn toegevoegd), dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke (deel)producten / productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie van het rapport

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	4
1. Inleiding	5
Doelstelling en doelgroep	6
Verantwoording.....	6
Leeswijzer.....	7
2. Methode	8
Aanpak	8
Scope	8
Systeemgrenzen	9
3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)	10
Dataverzameling	10
Specificatie en decompositie deelproducten in materialen en processen.....	10
3.2.1 Specificatie en decompositie luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol	11
3.2.1 Specificatie en decompositie luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol	16
4. Resultaten	21
Berekening milieuprofiel	21
Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat	21
Duiding van de resultaten (Zwaartepuntanalyse)	24
Gevoeligheidsanalyse	28
5. Referenties	29
6. Bijlagen	30
Bijlage I Gekarakteriseerde en gewogen resultaten per module per variant	30
Bijlage I Schalingsformules	32
Schaling geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol.....	32
Schaling geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol.....	33

1. Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 57.3 in de Nationale Milieudatabase².

De B&U-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de materiaalgebonden milieuprestatie van bouwwerken (MPG-berekening). De milieuprestatie wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken'³. Met rekeninstrumenten zoals GPR Materiaal⁴ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MPG-berekening voor een bouwwerk berekend worden.

De milieuprestatieberekening is een objectief hulpmiddel in het ontwerpproces en het kan gebruikt worden in een Programma van Eisen om het resultaat van een ontwerpproces vast te leggen.

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In de paragraaf "Verantwoording" wordt toegelicht hoe verbeterpunten voor de categorie 3 data bij Stichting NMD kunnen worden aangedragen.

Categorie 3 data wordt automatisch geactualiseerd als Stichting NMD de NMD-basisprocessendatabase actualiseert, bijvoorbeeld als gevolg van een update van de EcoInvent database of wijziging in verwerking-scenario's einde leven. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de NMD-Basisprocessendatabase en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage. De meest actuele categorie 3 data kan altijd ingezien worden in de gevalideerde rekeninstrumenten, zoals GPR Materiaal.

¹ LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

² Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

³ Meer informatie over de Bepalingsmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

⁴ Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van luchtbehandeling; kanaalwerk op basis van hoofdstuk 57.3 van de functionele beschrijvingen B&U. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD). De onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage zal, naast de ingevoerde productkaarten, worden aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de NMD.
- Opdrachtgevers in de B&U-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de B&U-sector als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van de categorie 3 data.

Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U", welke in lijn is met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de laatste versies van de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804-A2*)⁵. Bij het uitvoeren is gebruik gemaakt van de databronnen conform **Fout!**

Verwijzingsbron niet gevonden..

De LCA is in samenwerking met Stichting Nationale Milieudatabase, uitgevoerd door Dispersed en Arcadis Nederland B.V. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode Januari 2023 t/m Maart 2023 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld, is niet volledig getoetst conform het toetsingsprotocol door een erkend LCA deskundige. Echter de studie is wel intern getoetst door Gert-Jan Vroege van Eco-Intelligence met behulp van de "peer review" conform "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U". In deze crosscheck is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd.

De productkaarten zoals deze op basis van deze studie zijn ingevoerd, zijn in beheer bij Stichting NMD. De studie is zorgvuldig uitgevoerd. Indien echter een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan er een verzoek tot rectificatie worden ingediend bij Stichting NMD. Deze zal een dergelijk verzoek conform haar procedures afwikkelen. Hiervoor kan een e-mail gestuurd worden aan info@milieudatabase.nl.

⁵ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd. In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De productbeschrijving, productsamenstelling en de inventarisatie van de levenscyclusanalyse komen hierin aan bod. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de zwaartepuntanalyse beschreven.

2. Methode

Aanpak

Dit rapport beschrijft alle varianten binnen dit B&U-hoofdstuk, welke binnen hetzelfde hoofdstuk als een productkaart in de NMD staan.

Voor alle varianten geldt dat de voorgrond -en achtergronddata is geïnventariseerd conform eisen en richtlijnen uit het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U", waarbij alle componenten en bijbehorende onderbouwingen beschreven zijn.

Scope

De studie is gericht op hoofdstuk 57.3 luchtbehandeling; kanaalwerk van de functionele beschrijvingen B&U, waarbij de volgende onderdelen zijn meegenomen in deze studie:

- Kanalen ten behoeve van de distributie van centraal behandelde lucht
- Ophangconstructies
- Isolatievoorzieningen
- verbindingsconstructies

Productbeschrijving

57.3 luchtbehandeling; kanaalwerk: Verzameling van voorzieningen ten behoeve van de distributie van centraal behandelde lucht, inclusief ophangconstructies, isolatievoorzieningen en verbindingsconstructies. Er zijn twee varianten uitgewerkt, te weten ronde en vierkante luchtkanalen. Op beide varianten is schaling van toepassing. De functionele eenheid is voor beide varianten per strekkende meter (m1). De schalingsformules worden toegelicht in bijlage II.

In de onderstaande **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de verschillende varianten opgenomen met daarbij de gebruikte versie van de Bepalingsmethode, NMD, Ecolnvent, de rekenmethode en de gebruikte software.

Hoofdstuk 57.3 Functionele beschrijvingen B&U, luchtbehandeling; kanaalwerk						
variant	Eenheid	Versie Bepalingsmethode	NMD-processendatabase versie	Ecolnvent versie ⁶	Rekenmethode	Software incl. versie
Luchtkanaal, rond / verzinkt staal / steenwol	m	1.1	3.6	3.6	3.4	Simapro 9.3.0.3
Luchtkanaal, vierkant/ verzinkt staal / steenwol	m	1.1	3.6	3.6	3.4	Simapro 9.3.0.3

Tabel 1: Varianten

⁶ Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd, bijvoorbeeld als er productkaarten op een later moment zijn toegevoegd, dan dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie.

Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In Tabel 2, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen, waarbij in Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: niet gedeclareerd) Tabel 2 tevens de productkaarten zijn opgenomen die afwijkende systeemgrenzen hebben.

	Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
	Winning van	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervanging	Verbouwing	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finale afvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinn
Geïsoleerde luchtkanalen rond/ verzinkt staal / steenwol	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geïsoleerde luchtkanalen, vierkant/ verzinkt staal / steenwol	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: niet gedeclareerd)

In de gebruikte achtergrondprocessen zijn ten minste de volgende ingrepen meegenomen in de analyse:

- emissies naar de lucht bij het gebruik van thermische energie van CO₂, CO, NO_x (N₂), SO₂, C_xH_x en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10µm);
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen.

3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen, zoals beschreven in de scope van hoofdstuk 2.

Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is van generieke / gemiddelde producten en processen, welke representatief zijn voor het (deel)product inclusief onderbouwing. Per (deel)product zijn per module de uitgangspunten en bronnen beschreven en gebaseerd op:

- Forfaitaire achtergrondprocessen, transportafstanden en scenario's conform de NMD Bepalingsmethode
- Deskresearch, minimaal 2 verschillende gedocumenteerde en vastgelegde bronnen indien beschikbaar
- Expert judgement: praktijkinformatie (B&U-kennis) vanuit een ingenieursbureau, aannemer, opdrachtgever en/of producent met daarbij een korte onderbouwing van de achtergrond van de expert. Minimaal 2 verschillende bronnen indien beschikbaar.
- Vergelijkbare categorie 3 productkaarten in vergelijkbare toepassingen

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie*, *completeheid*, *representativiteit*, *consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens conform eisen en richtlijnen uit het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U".

Vanuit de NMD processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden.

Specificatie en decompositie deelproducten in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnventariseerd. De gehanteerde decompositie is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In tabel 3 t/m 4 wordt per variant aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn. In Bijlage II zijn de uitgebreide schalingsformules met onderbouwing opgenomen.

3.2.1 Specificatie en decompositie luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol

- Korte omschrijving: Geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol
- Toepassing in het bouwwerk: De luchtkanalen worden toegepast in een woning of gebouw t.b.v. luchtdistributie en circulatie.
- (Functionele) Eenheid⁷: *De functionele eenheid conform het hoofdstuk 'Functionele Beschrijvingen' is per strekkende meter (m1)*
- Levensduur (jaar): 30 jaar
- Schaling (indien van toepassing):

Schalingsmaten van de ronde verzinkte luchtkanalen met steenwol isolatie, inclusief eenheden

- De standaard schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Diameter 0,2m
 - Wanddikte kanaal 0,0005m
 - Dikte steenwol 0,025m
 - De minimale schalingsmaat inclusief eenheden
 - Diameter 0,063m t/m 0,160m
 - Wanddikte kanaal 0,0004m
 - Dikte steenwol 0.025m
 - De maximale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Diameter 0,8m t/m 1,25m
 - Wanddikte 0.001m
 - Dikte steenwol 0.025m
 - Het productonderdeel waarop de schaling van toepassing is inclusief eenheden;
 - De bovenstaande schaling is van toepassing op de ronde luchtkanalen van verzinkt staal
- Gewicht (kg) van product per Functionele Eenheid (FE) : 3,10 kg
 - Dichtheden (kg/m³) :
 - Verzinkt staal: 7850 kg/m³
 - Steenwol : 37 kg/m³
 - Breedte (m) : 1m
 - Hoogte (m) : n.v.t
 - Diameter (m): 0,2 m
 - Wanddikte (m); 0,0005 m

Productiefase (A1-3)

Op basis van het vooronderzoek is besloten een standaard rond luchtkanaal een diameter heeft van 0,2m met een wanddikte van 0,0005m. Luchtkanalen bestaan over het algemeen uit verzinkt staal i.c.m. steenwol isolatiemateriaal. Op basis van de hierboven genoemde dichtheden en afmetingen komt het totaalgewicht per functionele eenheid op 3,10kg. De diktes van de luchtkanalen en de gebruikte materialen zijn gebaseerd op het kwaliteitshandboek luchtkanaalsystemen 2020-09 van de Nederlandse Vereniging van Luchtkanalenfabrikanten (LUKA) (Luka, 2020). De dichtheid van steenwol isolatiemateriaal is gebaseerd op het technische productblad van steenwol (Rockwool, 2022). In de luchtkanalen zijn ook de ophangconstructies en bevestigingsmiddelen meegenomen. De dichtheid van verzinkt staal is gehaald van Tosec (Tosec, 2022). Naast deze bronnen zijn ook fabrikant specifieke EPDs en informatiebladen geraadpleegd, te weten (P3italy, 2018) en (Aria Aduro, 2021). Tot slot zijn ook vergelijkbare categorie 3 productkaarten geraadpleegd, te weten die uit hoofdstuk 57.02 van de functionele beschrijvingen B&U.

⁷ Conform stappenplan Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten

Transportfase (A4, C2)

Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingsmethode zijn toegepast:

- De volgende forfaitaire waarden zijn van toepassing: transportafstand enkele reis naar de bouwplaats indien het bouwproduct in Nederland wordt geproduceerd: voor bulkmateriaal 50 km, voor overige materialen, producten en elementen 150 km
- Transportafstand enkele reis van slooplocatie naar sorteer- en/of breekinstallatie: 50 km;
- Transportafstand enkele reis afvoer grond: 50 km;
- Transportafstand enkele reis van sloop- of sorteerlocatie naar stortlocatie: 50 km;
- Transportafstand enkele reis brandbaar materiaal van sloop- of sorteerlocatie naar afvalverbrandingsinstallatie (AVI): 100 km.

Constructiefase (A5)

In de constructiefase wordt, conform de bepalingsmethode, 5% verlies gerekend voor verzinkt staal en steenwol. Dit houdt in dat in deze fase 5% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricagefouten.

Gebruiksfase (B1-B5)

Bij de luchtkanalen vind tijdens de levensduur geen onderhoud of vervanging plaats. Onderhoud bij luchtkanalen wordt doorgaans alleen gezien bij buitenlucht aanzuig of afblaas kanalen - ca. 1 keer per jaar inspectie en vuil verwijderen. Dit kan tegelijk met het wisselen van bijvoorbeeld filters in luchtbehandelingskasten. Kanalen in binneninstallaties behoeven normaal gesproken geen onderhoud of zijn niet binnen de levensduur aan vervanging toe. Alleen in vervuilende omgeving (waarbij vuil en vocht kunnen ophopen) bestaat er meer kans op vervanging. Deze informatie is gebaseerd op expert judgement, te weten inschatting van Eric van Zeventer, senior specialist (HVAC) bij Arcadis Nederland B.V. Werkzaam binnen de divisie gebouwen, Adviesgroep Sustainable Building Services & Physics binnen de marktgroep Real Estate Design & Consultancy. (Zeventer, 2023)

Sloophase (C1)

Voor het verwijderen van de luchtkanalen is ervanuit gegaan dat dit wordt gedaan met een sloophamer. Per functionele eenheid duurt dit gemiddeld 10 seconden. Het gaat hier om een proxy aannahme, in praktijk is ook het gebruik van andere elektrische apparaten een mogelijkheid, maar voor dit model is uitgegaan van een sloophamer. Deze informatie is gebaseerd op expert judgement, te weten inschatting van Eric van Zeventer, senior specialist (HVAC) bij Arcadis Nederland B.V. Werkzaam binnen de divisie gebouwen, Adviesgroep Sustainable Building Services & Physics binnen de marktgroep Real Estate Design & Consultancy. (Zeventer, 2023)

Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C3, C4 en D)

De verwijderde luchtkanalen worden verwerkt volgens het forfaitaire scenario van verzinkt staal (95% recycling, 5% stort). De steenwol isolatie wordt verwerkt volgens het forfaitaire scenario van steenwol (85% stort, 5% AVI, 10% recycling). Voorkomen staalproductie en voorkomen steenwol door recycling is meegenomen in module D.

Tabel 3 Decompositie van geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per strekkende meter (m1)

Naam product(onderdeel), type materiaal, (relevantie dimensies)					
Fase	Materiaal / proces / productonderdeel	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1 – A3	steenwol isolatie	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO}) market for stone wool Cut-off, U)	0,58	Kg	Aluminiumlaag als afwerking
A1 – A3	Verzinkt staal voor buis	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	2,47	Kg	
A1 – A3	Verzinkt staal voor ophanging	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	0,05	kg	1 ophanging per 1 meter
A4	Transport naar bouwplaats	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	464,8	Kgkm	Forfaitair transport
A5	Verliezen, steenwol	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO}) market for stone wool Cut-off, U)	0,029	Kg	Forfaitair verlies an 5% $A1-A3 \cdot 0,05 = 0,029\text{kg}$
A5	Verliezen, verzinkt staal, buis	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	0,13	Kg	Forfaitair verlies an 5% $A1-A3 \cdot 0,05 = 0,1235\text{kg}$
A5	Verliezen, verzinkt staal, ophanging	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	0,0025	Kg	Forfaitair verlies an 5% $A1-A3 \cdot 0,05 = 0.0025\text{kg}$
A5	Transport verliezen naar bouwplaats	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	23,24	kgkm	$A4 \cdot 0,05$
A5	Transport verliezen van bouwplaats naar verwerking	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v.	9,45	kgkm	$C2 \cdot 0,05$

		Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)			
A5	Verwerken van verliezen	zie C3	C3 * 0,05	Kgkm	Afvalscenario van de verliezen
A5	Storten/verbranden van verliezen	Zie C4	C4 * 0,05	kgkm	Afvalscenario van de verliezen
C1	Sloophamer	0131-pro&Sloophamer, hydr.aanb., 600-1900 kg, per uur (o.b.v. 1800 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	10	s	
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	125,81	Kgkm	Transport verzinkt staal naar verwerker (100%) +5%verlies
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, kgklorry, unspecifikkmed Cut-off, U)	6,29	kgkm	Transport verzinkt staal naar stort (5%) +5%verlies
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	29,13	kgkm	Transport steenwol naar verwerker (100%) +5%verlies
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	24,76	kgkm	Transport steenwol naar stort (85%) +5%verlies
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	2,91	kgkm	Transport steenwol naar AVI (5%) +5%verlies
C3	Einde levensduur	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	2,52	Kg	

C4	Afvalscenario	0250-sto&Stort minerale wol (o.b.v. Waste mineral wool, for final disposal {Europe without Switzerland}) treatment of waste mineral wool, inert material landfill Cut-off, U)	0,50	Kg	Storten van Steenwol (85%)
C4	Afvalscenario	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	0,13	Kg	Storten van verzinkt staal (5%)
C4	Verbranden van steenwol	0106-pro&Verbranden, overig (o.b.v. Municipal solid waste {NL}) treatment of, incineration Cut-off, U)	0,03	Kg	
D	Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	2,5099	Kg	Voorkomen staalproductie (door recycling van buis)
D	Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	0274-reD&Module D, glaswol/glasschuim, per kg NETTO geleverd (glaswol/-schuimtoepassing waar primaire grondstoffen worden vermeden - niet de energie)	0,0612	Kg	

3.2.1 Specificatie en decompositie luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol

- Korte omschrijving: Geïsoleerde luchtkanalen, vierkant
- Toepassing in het bouwwerk: De luchtkanalen worden toegepast in een woning of gebouw t.b.v. luchtdistributie en circulatie.
- (Functionele) Eenheid⁸: *De functionele eenheid conform het hoofdstuk 'Functionele Beschrijvingen' is per strekkende meter (m1)*
- Levensduur (jaar): 30 jaar
- Schaling (indien van toepassing):
 - De standaardschalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte: 1m
 - Breedte: 0,60m
 - Wanddikte: 0,00088m
 - Dikte Steenwol: 0,025m
 - De minimale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte: 0,25m
 - Breedte: 0,25m
 - Wanddikte: 0.5 mm
 - Dikte steenwol: 0,025m
 - en maximale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte: 1.5m>
 - Breedte: 1.5m>
 - Wanddikte: 1.25mm
 - Dikte steenwol: 0.025m
- Gewicht (kg) van product per Functionele Eenheid (FE) : 25,57 kg
- Dichtheden (kg/m³) :
 - Verzinkt staal: 7850 kg/m³
 - Steenwol : 37 kg/m³
- Breedte (m) : 1m
- Hoogte (m) : 0,6m
- omtrek (m): 3,2m
- Wanddikte (m); 0,00088m

Productiefase (A1-3)

Op basis van het vooronderzoek is besloten dat een gemiddeld vierkant luchtkanaal een afmeting heeft van 1m bij 0,60m waarbij een wanddikte van 0,00088m wordt aangehouden. Op basis van de hierboven genoemde dichtheden en afmetingen komt het totaalgewicht per functionele eenheid op 25,61 kg. De diktes van de luchtkanalen en de gebruikte materialen zijn gebaseerd op het kwaliteitshandboek luchtkanaalsystemen 2020-09 van de Nederlandse Vereniging van Luchtkanalenfabrikanten (LUKA) (Luka, 2020). De dichtheid van steenwol isolatiemateriaal is gebaseerd op het technische productblad van steenwol (Rockwool, 2022). In de luchtkanalen zijn ook de ophangconstructies en bevestigingsmiddelen meegenomen. De dichtheid van verzinkt staal is gehaald van Tosec (Tosec, 2022). Naast deze bronnen zijn ook fabrikant specifieke EPD's en informatiebladen geraadpleegd, te weten (P3italy, 2018) en (Aria Aduro, 2021). Tot slot zijn ook vergelijkbare categorie 3 productkaarten geraadpleegd, te weten die uit hoofdstuk 57.02 van de functionele beschrijvingen B&U.

Transportfase (A4, C2)

Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingmethode zijn toegepast:

⁸ Conform stappenplan Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten

- De volgende forfaitaire waarden zijn van toepassing: transportafstand enkele reis naar de bouwplaats indien het bouwproduct in Nederland wordt geproduceerd: voor bulkmateriaal 50 km, voor overige materialen, producten en elementen 150 km
- Transportafstand enkele reis van slooplocatie naar sorteer- en/of breekinstallatie: 50 km;
- Transportafstand enkele reis afvoer grond: 50 km;
- Transportafstand enkele reis van sloop- of sorteerlocatie naar stortlocatie: 50 km;
- Transportafstand enkele reis brandbaar materiaal van sloop- of sorteerlocatie naar afvalverbrandingsinstallatie (AVI): 100 km.

Constructiefase (A5)

In de constructiefase wordt, conform de bepalingmethode, 5% verlies gerekend voor verzinkt staal en Steenwol . Dit houdt in dat in deze fase 5% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricagefouten.

Gebruiksfase (B1-B5)

Bij de luchtkanalen vind tijdens de levensduur geen onderhoud of vervanging plaats. Onderhoud bij luchtkanalen wordt doorgaans alleen gezien bij buitenlucht aanzuig of afblaas kanalen - ca. 1 keer per jaar inspectie en vuil verwijderen. Dit kan tegelijk met het wisselen van bijvoorbeeld filters in luchtbehandelingskasten. Kanalen in binneninstallaties behoeven normaal gesproken geen onderhoud of zijn niet binnen de levensduur aan vervanging toe. Alleen in vervuilende omgeving (waarbij vuil en vocht kunnen ophopen) bestaat er meer kans op vervanging. Deze informatie is gebaseerd op expert judgement, te weten inschatting van Eric van Zeventer, senior specialist (HVAC) bij Arcadis Nederland B.V. Werkzaam binnen de divisie gebouwen, Adviesgroep Sustainable Building Services & Physics binnen de marktgroep Real Estate Design & Consultancy.(Zeventer, 2023)

Sloopfase (C1)

Voor het verwijderen van de luchtkanalen is ervanuit gegaan dat dit wordt gedaan met een sloophamer. Per functionele eenheid duurt dit gemiddeld 20 seconden. Het gaat hier om een proxy aannahme, in praktijk is ook het gebruik van andere elektrische apparaten een mogelijkheid, maar voor dit model is uitgegaan van een sloophamer. Deze informatie is gebaseerd op expert judgement, te weten inschatting van Eric van Zeventer, senior specialist (HVAC) bij Arcadis Nederland B.V. Werkzaam binnen de divisie gebouwen, Adviesgroep Sustainable Building Services & Physics binnen de marktgroep Real Estate Design & Consultancy.(Zeventer, 2023)

Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C3, C4 en D)

De verwijderde luchtkanalen worden verwerkt volgens het forfaitaire scenario van verzinkt staal (95% recycling, 5% stort). De Steenwol isolatie wordt verwerkt volgens het forfaitaire scenario van steenwol (85% stort, 5% AVI, 10% recycling). Voorkomen staalproductie en voorkomen steenwol door recycling is meegenomen in module D.

Tabel 4 Decompositie van geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per strekkende meter (m1)

Naam product(onderdeel), type materiaal, (relevantie dimensies)					
Fase	Materiaal / proces / productonderdeel	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1 – A3	Steenwol isolatie	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO} market for stone wool Cut-off, U)	2,96	Kg	Aluminiumlaag als afwerking



A1 – A3	Verzinkt staal voor buis	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	22,11	Kg	
A1 – A3	Verzinkt staal voor ophanging	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	0,5	kg	1 ophanging per 1,5m; aanname 500gr per meter.
A4	Transport naar bouwplaats	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	3834,8	Kgkm	Forfaitair transport
A5	Verliezen, steenwol	0013-fab&Steenwol (o.b.v. Stone wool {GLO}) market for stone wool Cut-off, U)	0,1480	Kg	Forfaitair verlies van 5%
A5	Verliezen, verzinkt staal, buis	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	1,1055	Kg	Forfaitair verlies van 5%
A5	Verliezen, verzinkt staal, ophanging	0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m2 Zinc coat, coils)	0,025	Kg	Forfaitair verlies van 5%
A5	Transport verliezen naar bouwplaats	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	191,7	kgkm	A4 * 0,05
A5	Transport verliezen van bouwplaats naar verwerking	C2 * 0,05		kgkm	C2 * 0,05
A5	Verwerken van verliezen	C3 * 0,05			Afvalscenario van de verliezen
A5	Storten/verbranden van verliezen	C4*0,05			Afvalscenario van de verliezen
C1	Sloophamer	0131-pro&Sloophamer, hydr.aanb., 600-1900 kg, per uur (o.b.v. 1800 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	20	s	
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	1130,28	Kgkm	Transport verzinkt staal naar verwerker (100%) +5%verlies
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry,	56,51	kgkm	Transport verzinkt staal naar stort (5%)

		unspecified {GLO} market group for transport, freight, kgkmlorry, unspecifkkgkmed Cut-off, U)			
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	148,00	kgkm	Transport Steenwol naar verwerker (100%)
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	125,80	kgkm	Transport Steenwol naar stort (85%)
C2	Transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	14,80	kgkm	Transport Steenwol naar AVI (5%)
C3	Einde levensduur	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	22,61	Kg	
C4	Afvalscenario	0250-sto&Stort minerale wol (o.b.v. Waste mineral wool, for final disposal {Europe without Switzerland} treatment of waste mineral wool, inert material landfill Cut-off, U)	2,52	Kg	Storten van Steenwol (85%)
C4	Afvalscenario	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	1,13	Kg	Storten van verzinkt staal (5%)
C4	Afvalscenario	0106-pro&Verbranden, overig (o.b.v. Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration Cut-off, U)	0,15	Kg	
D	Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	21,4753	Kg	
D	Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	0274-reD&Module D, glaswol/glasschuim, per kg NETTO geleverd (glaswol/-	2,8120	Kg	

		schuimtoepassing waar primaire grondstoffen worden vermeden - niet de energie)			
--	--	---	--	--	--

4. Resultaten

Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804+A2 (set 1 en set 2) en het "Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U".
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804+A2 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode. De gebruikte methode en Software versie per (deel)product is vastgelegd in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**
- Indien van toepassing zijn de regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit NEN-EN 15804 gevolgd, overeenkomstig de NEN-EN-ISO 14044.
- De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met SimaPro 9.3.0.3:
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

Gekarakteriseerde resultaten en gewogen resultaat

Gekarakteriseerde en gewogen resultaten zijn weergegeven in tabel 5 t/m 8, voor beide varianten en per functionele eenheid voor zowel Set 1 en Set 2. Voor set 2 is geen weging uitgevoerd omdat de weegfactoren hiervoor nog niet beschikbaar zijn. De gekarakteriseerde en gewogen resultaten per module zijn weergegeven in bijlage I.

Tabel 4 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1), Set 1

Impact category	Unit	Total	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,41E-03	€ 0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,22E-02	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,33E+00	€ 0,22
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,16E-07	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,20E-03	€ 0,01
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	5,20E-02	€ 0,21
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	9,51E-03	€ 0,09
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,49E+00	€ 0,22
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	9,98E-02	€ 0,00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,16E+02	€ 0,02
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,87E-01	€ 0,01
MKI (€)			€ 0,78

Tabel 6 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1), Set 2

Impact category	Unit	Total
051. Climate change	kg CO2 eq	4,45E+00
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	4,40E+00
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	4,12E-02
054. Climate change - Land use and LU ch	kg CO2 eq	6,90E-03
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	4,62E-07
056. Acidification	mol H+ eq	8,28E-02
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,21E-04
058. Eutrophication, marine	kg N eq	8,48E-03
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,12E-01
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,28E-02
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	8,41E-03
062. Resource use, fossils	MJ	6,23E+01
063. Water use	m3 depriv.	1,60E+00
064. Particulate matter	disease inc.	8,42E-07
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,61E-01
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,63E+02
067. Human toxicity, cancer	CTUh	3,29E-08
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	9,66E-07
069. Land use	Pt	2,23E+01
111. Energy, primary, renewable, excludi	MJ	0,00E+00
113. Energy, primary, renewable, materia	MJ	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,87E+00
112. Energy, primary, non-renewable, exc	MJ	0,00E+00
114. Energy, primary, non-renewable, mat	MJ	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,66E+01
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,96E-02
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,14E-03
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,65E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,38E-04
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0,00E+00

Tabel 7 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1), Set 1

Impact category	Unit	Total	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,54E-02	€ 0,01
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,56E-01	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,41E+01	€ 1,71
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	3,04E-06	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,46E-02	€ 0,05
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,25E-01	€ 1,70
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	7,85E-02	€ 0,71
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,99E+01	€ 1,79
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	8,39E-01	€ 0,03
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,78E+03	€ 0,18
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,60E+00	€ 0,10
MKI (€)			€ 6,27

Tabel 8 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1), Set 2

Impact category	Unit	Total
051. Climate change	kg CO2 eq	3,51E+01
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	3,48E+01
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	2,82E-01
054. Climate change - Land use and LU ch	kg CO2 eq	5,91E-02
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	3,30E-06
056. Acidification	mol H+ eq	6,87E-01
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,91E-03
058. Eutrophication, marine	kg N eq	5,96E-02
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	2,60E+00
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,54E-01
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	7,54E-02
062. Resource use, fossils	MJ	4,90E+02
063. Water use	m3 depriv.	1,38E+01
064. Particulate matter	disease inc.	6,60E-06
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,07E+00
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,41E+03
067. Human toxicity, cancer	CTUh	2,83E-07
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,32E-06
069. Land use	Pt	1,80E+02
111. Energy, primary, renewable, excludi	MJ	0,00E+00
113. Energy, primary, renewable, materia	MJ	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,14E+01
112. Energy, primary, non-renewable, exc	MJ	0,00E+00
114. Energy, primary, non-renewable, mat	MJ	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,25E+02

108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,29E-01
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,02E-02
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,25E+01
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,77E-03
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0,00E+00

Duiding van de resultaten (Zwaartepuntanalyse)

Geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1)

Voor 1 strekkende meter ronde luchtkanalen geldt dat de meeste MKI-waarde wordt veroorzaakt in de productiefase (modules A1-A3). Een deel van de milieu impact bij productie wordt in module D gecompenseerd, doordat verzinkt staal en steenwol isolatie deels gerecycled worden en beschikbaar komen voor een volgende levenscyclus.

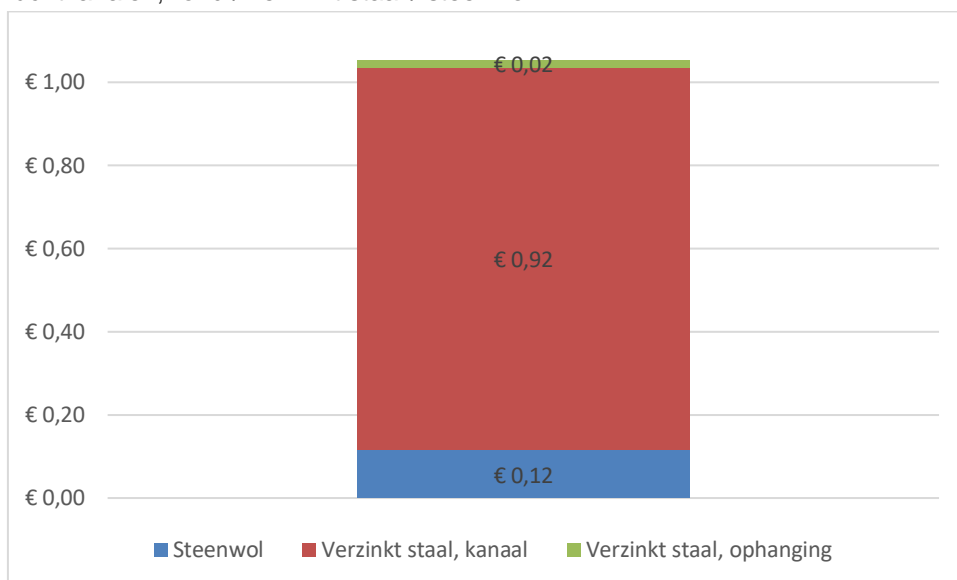
In de navolgende figuren zijn per product eenheid de zwaartepunt analyse weergegeven. De zwaartepunt analyse laat respectievelijk zien;

- welke levensfase het met meeste bijdraagt aan de gewogen rekenresultaten
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten (in de productiefase)
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten in Module D



Figuur 1: Zwaartepuntanalyse in levensfasen

Uit figuur 9 blijkt dat de productiefase (A1-A3) de grootste bijdrage levert aan de MKI waarde van luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol.



Figuur 2: Zwaartepuntanalyse in Productiefase (A1-3), opgesplitst per proces

Uit figuur 10 blijkt dat de productie van verzinkt staal voor de buizen de grootste bijdrage levert aan de MKI in de productiefase. De buizen vertegenwoordigen ook het grootste gedeelte aan staal dat in de luchtkanalen aanwezig is per functionele eenheid. Figuur 11 hierbeneden laat zien dat het recyclen van staal de grootste bijdrage levert aan module D en dat de bijdrage van het recyclen van Steenwol een kleine bijdrage levert.



Figuur 11: Zwaartepuntanalyse van module D, opgesplitst per proces

Geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1)

Voor 1 strekkende meter vierkante luchtkanalen geldt dat de meeste MKI-waarde wordt veroorzaakt in de productiefase (modules A1-A3). Een deel van de milieu impact bij productie wordt in module D gecompenseerd, doordat verzinkt staal en steenwol isolatie deels gerecycled worden en beschikbaar komen voor een volgende levenscyclus.

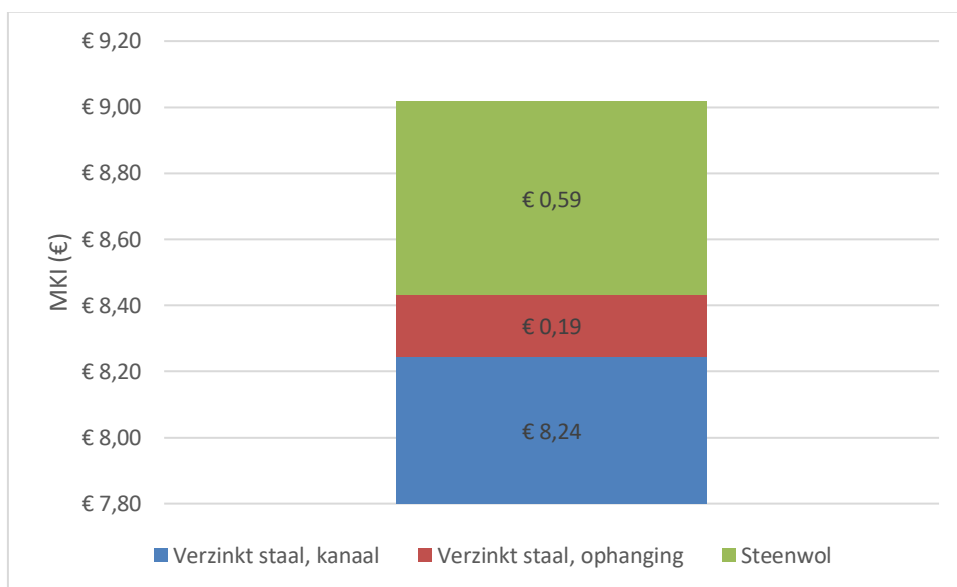
In de navolgende figuren zijn per product eenheid de zwaartepunt analyse weergegeven. De zwaartepunt analyse laat respectievelijk zien;

- welke levensfase het met meeste bijdraagt aan de gewogen rekenresultaten
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten (in de productiefase)
- welke processen het meest bijdragen aan de gewogen rekenresultaten in Module D



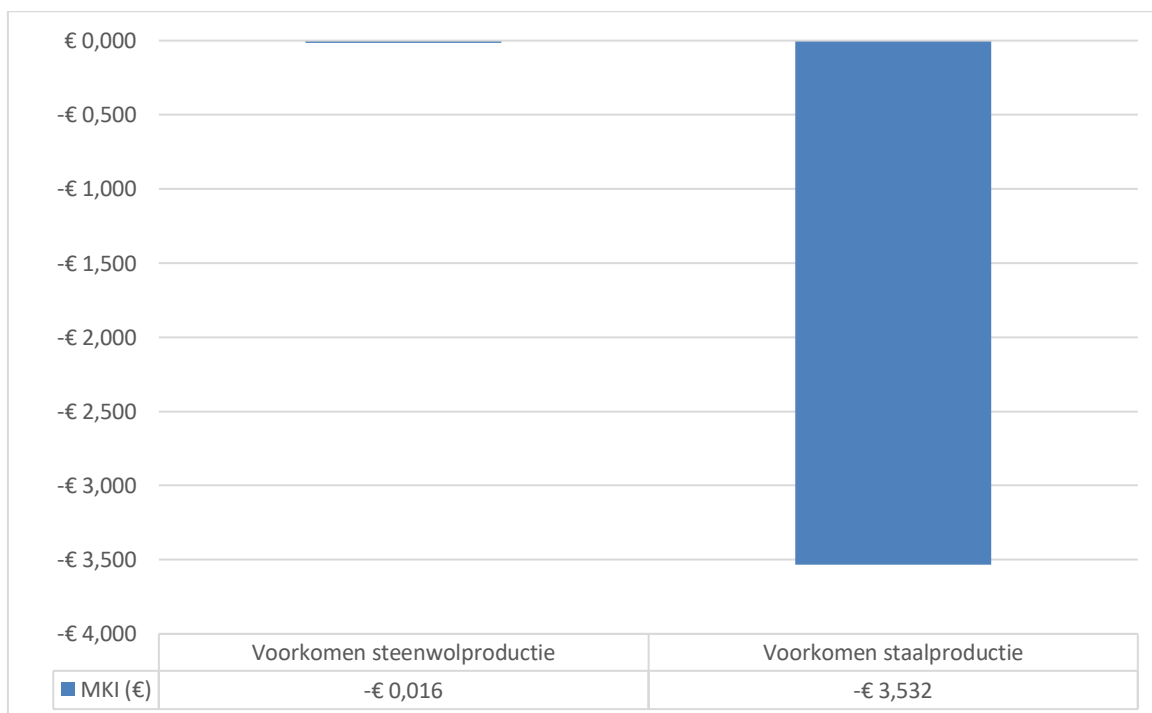
Figuur 12: Zwaartepuntanalyse in levensfasen

Uit figuur 12 blijkt dat de productiefase (A1-A3) de grootste bijdrage levert aan de MKI waarde van luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol .



Figuur 13: Zwaartepuntanalyse in Productiefase (A1-3)

Uit figuur 13 blijkt dat de productie van verzinkt staal voor de wanden van de vierkante luchtkanalen de grootste bijdrage levert aan de MKI in de productiefase. De wanden vertegenwoordigen ook het grootste gedeelte aan staal dat in de luchtkanalen aanwezig is per functionele eenheid. Figuur 11 hierbeneden laat zien dat het recyclen van staal de grootste bijdrage levert aan module D en dat de bijdrage van het recyclen van Steenwol een kleine bijdrage levert. De MKI bijdrage van voorkomen steenwolproductie is in de figuur bijna niet zichtbaar door het grote onderlinge verschil tussen de twee waarden.



Figuur 14: Zwaartepuntanalyse van module D, opgesplitst per proces

Gevoeligheidsanalyse

Er is voor beide varianten geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Bij het opstellen van deze LCA zijn er geen specifieke afwegingen of aannames gevonden, waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'.

5. Referenties

- [1] NEN-EN-ISO 14040 Environmental management -Life cycle assessment -Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006
- [2] NEN-EN-ISO 14044 Environmental management -Life cycle assessment -Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006
- [3] NEN-EN 15804+A1:2013 Duurzaamheid van bouwwerken –Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013
- [4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken / versie 1.1, maart 2022
- [5] Processendatabase (Nationale Milieu Database): NMD versie 3.6
- [6] EcolInvent Database versie 3.6
- [7] Luka. (2020). Kwaliteitshandboek luchtkanaalsystemen 2020-09. Luka
- [8] Steenwol . (2022). Steenwol 133 (EF). Opgehaald van Steenwol : <https://www.steenwol.com/nl/toepassingen/producten/technische-isolatie/thermische-isolatie/steenwol-133/#TechnischeEigenschappen&Assortiment>
- [9] Tosec. (2022). Plaatgewicht berekenen. Opgehaald van Tosec: <https://tosec.nl/nl/wiki/gewicht-berekenen-van-metaalplaat/#:~:text=Staal%20%2D%207.850%20kg%2Fm%2C%2B3>
- [10] p3italy. (2018). Environmental Product Declaration: piral hd hydrotec 15hp21 panel made of rigid expanded polyurethane foam and aluminum for use in the construction of ducts for hvac. environdec.
- [11] Aria Aduro. (2021). Heatpex Insulated mass flow ductwork for heat recovery ventilation. Aria Aduro.

6. Bijlagen

Bijlage I Gekarakteriseerde en gewogen resultaten per module per variant

Tabel 9 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1) per module, Set 1

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,41E-03	8,01E-03	1,59E-06	4,01E-04	7,00E-07	6,46E-07	3,45E-06	3,91E-08	-5,34E-06	€ 0,00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,22E-02	4,65E-02	4,57E-04	2,38E-03	2,98E-03	1,86E-04	4,04E-04	4,94E-05	-2,08E-02	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,33E+00	6,74E+00	6,22E-02	3,45E-01	4,52E-01	2,53E-02	6,14E-02	1,88E-02	-3,37E+00	€ 0,22
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,16E-07	4,09E-07	1,10E-08	2,17E-08	7,82E-08	4,48E-09	7,69E-09	1,20E-09	-1,17E-07	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,20E-03	9,41E-03	3,75E-05	4,76E-04	4,60E-04	1,53E-05	5,42E-05	3,87E-06	-7,25E-03	€ 0,01
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	5,20E-02	5,61E-02	2,73E-04	2,86E-03	3,41E-03	1,11E-04	6,04E-04	3,05E-05	-1,14E-02	€ 0,21
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	9,51E-03	9,45E-03	5,37E-05	4,80E-04	7,74E-04	2,18E-05	7,71E-05	7,05E-06	-1,36E-03	€ 0,09
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,49E+00	4,09E+00	2,62E-02	2,10E-01	1,67E-01	1,06E-02	7,46E-02	4,19E-03	-2,09E+00	€ 0,22
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	9,98E-02	6,51E-02	7,65E-04	3,42E-03	2,33E-03	3,11E-04	1,39E-03	8,86E-04	2,57E-02	€ 0,00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,16E+02	1,64E+02	2,75E+00	8,93E+00	8,10E+00	1,12E+00	6,04E+00	5,08E+00	2,07E+01	€ 0,02
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,87E-01	1,20E-02	9,26E-05	6,21E-04	2,75E-04	3,76E-05	2,32E-04	2,10E-05	1,74E-01	€ 0,01
MKI (€)			€ 1,05	€ 0,01	€ 0,05	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	-€ 0,42	€ 0,78

Tabel 10 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1) per module, Set 2

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
051. Climate change	kg CO2 eq	4,45E+00	7,02E+00	6,28E-02	3,60E-01	4,57E-01	2,55E-02	5,87E-02	4,15E-02	-3,57E+00
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	4,40E+00	7,03E+00	6,27E-02	3,60E-01	4,57E-01	2,55E-02	6,22E-02	1,89E-02	-3,61E+00
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	4,12E-02	-1,51E-02	2,90E-05	1,96E-04	1,27E-04	1,18E-05	-3,56E-03	2,26E-02	3,70E-02
054. Climate change - Land use and LU	kg CO2 eq	6,90E-03	3,96E-03	2,30E-05	2,03E-04	3,60E-05	9,34E-06	6,96E-05	1,16E-06	2,60E-03
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq	4,62E-07	4,00E-07	1,38E-08	2,15E-08	9,86E-08	5,63E-09	8,93E-09	1,49E-09	-8,85E-08
056. Acidification	mol H+ eq	8,28E-02	8,63E-02	3,64E-04	4,38E-03	4,78E-03	1,48E-04	7,54E-04	4,07E-05	-1,40E-02
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,21E-04	3,25E-04	6,33E-07	1,65E-05	1,66E-06	2,57E-07	4,24E-06	5,35E-08	-1,28E-04
058. Eutrophication, marine	kg N eq	8,48E-03	8,17E-03	1,28E-04	4,27E-04	2,11E-03	5,21E-05	1,66E-04	1,48E-05	-2,58E-03
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,12E-01	3,00E-01	1,41E-03	1,52E-02	2,31E-02	5,74E-04	1,93E-03	1,61E-04	-3,02E-02
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,28E-02	3,39E-02	4,04E-04	1,75E-03	6,36E-03	1,64E-04	5,27E-04	4,49E-05	-2,04E-02
061. Resource use, minerals and met	kg Sb eq	8,41E-03	8,01E-03	1,59E-06	4,01E-04	7,00E-07	6,46E-07	3,45E-06	3,91E-08	-5,34E-06
062. Resource use, fossils	MJ	6,23E+01	7,51E+01	9,46E-01	3,87E+00	6,28E+00	3,84E-01	8,62E-01	1,03E-01	-2,53E+01
063. Water use	m3 depriv.	1,60E+00	2,15E+00	3,38E-03	1,09E-01	8,42E-03	1,38E-03	8,68E-03	6,20E-03	-6,92E-01
064. Particulate matter	disease inc.	8,42E-07	8,62E-07	5,63E-09	4,40E-08	1,26E-07	2,29E-09	9,47E-09	6,89E-10	-2,08E-07
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,61E-01	1,55E-01	3,96E-03	8,29E-03	2,69E-02	1,61E-03	4,29E-03	4,06E-04	5,98E-02
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,63E+02	2,61E+02	8,44E-01	1,33E+01	3,79E+00	3,43E-01	3,71E+00	1,39E-01	-1,21E+02
067. Human toxicity, cancer	CTUh	3,29E-08	3,15E-08	2,74E-11	1,58E-09	1,32E-10	1,11E-11	9,04E-11	5,71E-12	-4,67E-10
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	9,66E-07	2,52E-07	9,23E-10	1,29E-08	3,25E-09	3,75E-10	4,29E-09	2,07E-10	6,92E-07
069. Land use	Pt	2,23E+01	2,28E+01	8,20E-01	1,29E+00	8,02E-01	3,33E-01	1,73E+00	2,00E-01	-5,68E+00
111. Energy, primary, renewable, exclu	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
113. Energy, primary, renewable, mate	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,87E+00	3,80E+00	1,18E-02	1,97E-01	3,40E-02	4,81E-03	1,35E-01	1,07E-03	6,85E-01
112. Energy, primary, non-renewable,	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
114. Energy, primary, non-renewable,	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ	6,66E+01	7,97E+01	1,00E+00	4,10E+00	6,67E+00	4,08E-01	9,14E-01	1,09E-01	-2,62E+01
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,96E-02	5,89E-02	1,15E-04	2,98E-03	3,23E-04	4,68E-05	4,09E-04	1,34E-04	-1,33E-02
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,14E-03	1,47E-03	2,40E-06	7,37E-05	1,71E-05	9,74E-07	2,60E-06	1,70E-07	-4,29E-04
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,65E+00	1,16E+00	6,00E-02	9,49E-02	7,44E-03	2,44E-02	2,52E-02	6,31E-01	-3,53E-01
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,38E-04	1,52E-04	6,21E-06	8,31E-06	4,36E-05	2,52E-06	5,11E-06	6,43E-07	2,02E-05
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabel 11 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1) per module, Set 1

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	MKI (€)
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,54E-02	7,18E-02	1,31E-05	3,59E-03	1,40E-06	5,04E-06	3,10E-05	2,19E-07	-3,48E-05	€ 0,01
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,56E-01	3,98E-01	3,77E-03	2,03E-02	5,96E-03	1,45E-03	3,63E-03	2,82E-04	-1,77E-01	€ 0,00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,41E+01	5,76E+01	5,13E-01	2,95E+00	9,04E-01	1,97E-01	5,51E-01	9,66E-02	-2,87E+01	€ 1,71
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11	3,04E-06	3,50E-06	9,10E-08	1,85E-07	1,56E-07	3,50E-08	6,90E-08	6,84E-09	-9,99E-07	€ 0,00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,46E-02	8,07E-02	3,10E-04	4,08E-03	9,20E-04	1,19E-04	4,86E-04	2,21E-05	-6,20E-02	€ 0,05
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,25E-01	4,82E-01	2,26E-03	2,45E-02	6,81E-03	8,68E-04	5,42E-03	1,71E-04	-9,72E-02	€ 1,70
008. eutrophication (EP)	kg PO4---€	7,85E-02	8,30E-02	4,43E-04	4,22E-03	1,55E-03	1,71E-04	6,92E-04	3,89E-05	-1,15E-02	€ 0,71
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB€	1,99E+01	3,47E+01	2,16E-01	1,78E+00	3,35E-01	8,31E-02	6,69E-01	2,21E-02	-1,79E+01	€ 1,79
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB€	8,39E-01	5,60E-01	6,31E-03	2,93E-02	4,66E-03	2,43E-03	1,25E-02	4,46E-03	2,20E-01	€ 0,03
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB€	1,78E+03	1,40E+03	2,27E+01	7,53E+01	1,62E+01	8,73E+00	5,42E+01	2,55E+01	1,80E+02	€ 0,18
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB€	1,60E+00	1,05E-01	7,64E-04	5,39E-03	5,51E-04	2,94E-04	2,08E-03	1,08E-04	1,49E+00	€ 0,10
MKI (€)			€ 9,02	€ 0,06	€ 0,46	€ 0,12	€ 0,02	€ 0,12	€ 0,01	-€ 3,55	€ 6,27

Tabel 12 Resultaten geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol per functionele eenheid (m1) per module, Set 2

Impact category	Unit	Total	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
051. Climate change	kg CO2 eq	3,51E+01	6,01E+01	5,18E-01	3,08E+00	9,13E-01	1,99E-01	5,26E-01	2,10E-01	-3,04E+01
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq	3,48E+01	6,01E+01	5,18E-01	3,08E+00	9,13E-01	1,99E-01	5,58E-01	9,73E-02	-3,08E+01
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	2,82E-01	-1,15E-01	2,39E-04	-1,70E-03	2,54E-04	9,19E-05	-3,20E-02	1,13E-01	3,17E-01
054. Climate change - Land use and LU ch	kg CO2 eq	5,91E-02	3,40E-02	1,90E-04	1,75E-03	7,20E-05	7,30E-05	6,25E-04	6,53E-06	2,24E-02
055. Ozone depletion	kg CFC11	3,30E-06	3,42E-06	1,14E-07	1,84E-07	1,97E-07	4,39E-08	8,01E-08	8,54E-09	-7,52E-07
056. Acidification	mol H+	6,87E-01	7,47E-01	3,00E-03	3,79E-02	9,55E-03	1,15E-03	6,77E-03	2,29E-04	-1,19E-01
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,91E-03	2,81E-03	5,22E-06	1,43E-04	3,32E-06	2,01E-06	3,80E-05	2,97E-07	-1,09E-03
058. Eutrophication, marine	kg N eq	5,96E-02	7,07E-02	1,06E-03	3,69E-03	4,22E-03	4,07E-04	1,49E-03	8,27E-05	-2,20E-02
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq	2,60E+00	2,64E+00	1,17E-02	1,34E-01	4,63E-02	4,49E-03	1,73E-02	8,97E-04	-2,57E-01
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC	1,54E-01	2,91E-01	3,33E-03	1,50E-02	1,27E-02	1,28E-03	4,73E-03	2,52E-04	-1,74E-01
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	7,54E-02	7,18E-02	1,31E-05	3,59E-03	1,40E-06	5,04E-06	3,10E-05	2,19E-07	-3,48E-05
062. Resource use, fossils	MJ	4,90E+02	6,41E+02	7,81E+00	3,30E+01	1,26E+01	3,00E+00	7,73E+00	5,86E-01	-2,15E+02
063. Water use	m3 dep	1,38E+01	1,86E+01	2,79E-02	9,37E-01	1,68E-02	1,07E-02	7,79E-02	3,43E-02	-5,88E+00
064. Particulate matter	disease	6,60E-06	7,58E-06	4,65E-08	3,87E-07	2,53E-07	1,79E-08	8,49E-08	3,93E-09	-1,77E-06
065. Ionising radiation	kBq U-235	2,07E+00	1,34E+00	3,27E-02	7,14E-02	5,39E-02	1,26E-02	3,85E-02	2,33E-03	5,16E-01
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,41E+03	2,28E+03	6,96E+00	1,16E+02	7,58E+00	2,68E+00	3,33E+01	7,41E-01	-1,03E+03
067. Human toxicity, cancer	CTUh	2,83E-07	2,72E-07	2,26E-10	1,36E-08	2,65E-10	8,69E-11	8,11E-10	2,96E-11	-3,96E-09
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,32E-06	2,23E-06	7,61E-09	1,14E-07	6,50E-09	2,93E-09	3,85E-08	1,07E-09	5,92E-06
069. Land use	Pt	1,80E+02	1,89E+02	6,77E+00	1,08E+01	1,60E+00	2,60E+00	1,56E+01	1,16E+00	-4,80E+01
111. Energy, primary, renewable, excluding land use	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
113. Energy, primary, renewable, material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,14E+01	3,23E+01	9,77E-02	1,68E+00	6,80E-02	3,76E-02	1,21E+00	5,96E-03	6,01E+00
112. Energy, primary, non-renewable, excluding land use	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
114. Energy, primary, non-renewable, material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,25E+02	6,79E+02	8,29E+00	3,50E+01	1,33E+01	3,19E+00	8,20E+00	6,23E-01	-2,23E+02
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,29E-01	5,09E-01	9,51E-04	2,57E-02	6,47E-04	3,66E-04	3,67E-03	7,48E-04	-1,12E-01
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,02E-02	1,31E-02	1,98E-05	6,59E-04	3,42E-05	7,61E-06	2,33E-05	9,58E-07	-3,67E-03
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,25E+01	1,02E+01	4,95E-01	7,38E-01	1,49E-02	1,90E-01	2,26E-01	3,66E+00	-3,01E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,77E-03	1,31E-03	5,13E-05	7,16E-05	8,73E-05	1,97E-05	4,58E-05	3,70E-06	1,76E-04
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Bijlage I Schalingsformules

Schaling geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol

Schalingsmaten van de ronde verzinkte luchtkanalen met steenwol isolatie, inclusief eenheden

- De standaardschalingsmaat inclusief eenheden;
 - Diameter 0,2m
 - Wanddikte kanaal 0,0005m
 - Dikte steenwol 0,025m
- De minimale schalingsmaat inclusief eenheden
 - Diameter 0,063m t/m 0,160m
 - Wanddikte kanaal 0,0004m
 - Dikte steenwol 0.025m
- De maximale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Diameter 0,8m t/m 1,25m
 - Wanddikte 0.001m
 - Dikte steenwol 0.025m
- Het productonderdeel waarop de schaling van toepassing is inclusief eenheden;
 - De bovenstaande schaling is van toepassing op de ronde luchtkanalen van verzinkt staal

Ter bepaling van de schalingsformules zijn eerst de MKI-referentiewaarden voor staal, steenwol, transport en installatie bepaald in €/kg. De Schalingsparameters zijn gebaseerd op de MKI-referentiewaarden, de dichtheden en de afmetingen van de te schalen onderdelen. De dikte van de steenwol isolatie is voor alle schalingsmaten gelijk. Onderstaande tabel laat de in te vullen schalingsparameters zien, en de schalingsformule is daaronder weergegeven.

Tabel 5 Schalingsparameters met ingevulde waarden voor de standaard schalingsmaat

Inputs	Value	Unit
Diameter buis	0,2	m
Dikte buis	0,0005	m
Dikte steenwol	0,025	m
Schaling_A	6450	€/m ²
Schaling_B	28	€/m ²

Vergelijking 1 Schalingsformule geïsoleerde luchtkanalen, rond / verzinkt staal / steenwol

$$\begin{aligned}
 MKI &= (\text{schaling}_A \cdot \text{diameter}_{\text{buis}} \cdot \text{dikte}_{\text{buis}}) \\
 &\quad + (\text{schaling}_B \cdot \text{dikte}_{\text{Rockwool}} \cdot (\text{diameter}_{\text{buis}} + \text{dikte}_{\text{buis}})) \\
 &= (6450 \cdot \text{diameter}_{\text{buis}} \cdot \text{dikte}_{\text{buis}}) \\
 &\quad + (28 \cdot \text{dikte}_{\text{Rockwool}} \cdot (\text{diameter}_{\text{buis}} + \text{dikte}_{\text{buis}}))
 \end{aligned}$$

Tabel 6 Tabel met MKI resultaten van de verschillende schalingsmaten

Schalingsmaat	MKI (€)
Minimaal	€0.207
Maximaal	€ 8.943
Standaard	€ 0.786

Schaling geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol

- De standaardschalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte: 1m
 - Breedte: 0,60m
 - Wanddikte: 0,00088m
 - Dikte Steenwol: 0,025m
- De minimale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte:0,25m
 - Breedte:0,25m
 - Wanddikte: 0.5 mm
 - Dikte steenwol: 0,025m
- en maximale schalingsmaat inclusief eenheden;
 - Lengte: 1.5m>
 - Breedte: 1.5m>
 - Wanddikte: 1.25mm
 - Dikte steenwol: 0.025m

Ter bepaling van de schalingsformules zijn eerst de MKI-referentiewaarden voor staal, steenwol, transport en installatie bepaald in €/kg. De Schalingsparameters zijn gebaseerd op de MKI-referentiewaarden, de dichtheden en de afmetingen van de te schalen onderdelen. De dikte van de steenwol isolatie is voor alle schalingsmaten gelijk. Onderstaande tabel laat de in te vullen schalingsparameters zien, en de schalingsformule is daaronder weergegeven.

Tabel 7 Schalingsparameters met ingevulde waarden voor de standaard schalingsmaat

Inputs	Value	Unit
Lange zijde kanaal	1,00	m
Korte zijde kanaal	0,600	m
Dikte kanaal	0,00088	m
Dikte steenwol	0,025	m
Schaling_A	3997	€/m ²
Schaling_B	12	€/m ²

Vergelijking 2 Schalingsformule geïsoleerde luchtkanalen, vierkant / verzinkt staal / steenwol

$$\begin{aligned}
 MKI &= (schaling_A \cdot (lengte_{korte\ kant} + lengte_{lange\ kant}) \cdot dikte_{buis}) \\
 &\quad + (schaling_B \cdot dikte_{Rockwool} \\
 &\quad \cdot (breedte_{korte\ kant} + breedte_{lange\ kant} + 2 \cdot dikte_{buis})) \\
 &= (3997 \cdot (lengte_{korte\ kant} + lengte_{lange\ kant}) \cdot dikte_{buis}) \\
 &\quad + (16 \cdot dikte_{Rockwool} \\
 &\quad \cdot (breedte_{korte\ kant} + breedte_{lange\ kant} + 2 \cdot dikte_{buis}))
 \end{aligned}$$

Tabel 8 Tabel met MKI resultaten van de verschillende schalingsmaten

Schalingsmaat	MKI (€)
<i>Minimaal</i>	€1.125
<i>Maximaal*</i>	€ 15.907
<i>Standaard</i>	€ 6.117

**De MKI voor de maximale schalingsmaat is berekend op basis van een lengte en breedte van 1.5m. Het LuKa handboek geeft echter aan dat de maximale schalingsmaat voor vierkante luchtkanalen 1.5m of groter kan zijn. De uiterste maat wordt niet verder gedefinieerd, om deze reden is ervoor gekozen om voor de maximale schalingsmaat een lengte en breedte van 1.5m te kiezen.*