

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Aandrijfmechanismen voor kleine kunstwerken, Sluizen

Datum rapportage:	20 oktober 2021
Versie rapportage:	1.0 1.1 kleine aanpassingen
Datum publicatie in de NMD:	n.t.b.
Versie Bepalingsmethode:	1.0 met wijzigingsblad d.d. oktober 2020.
Versie Ecoinvent database:	3.5
Opdrachtgever:	Stichting Nationale Milieudatabase
Opdrachtnemer(s):	Arcadis en SGS Search
Auteur(s):	Arcadis SGS Search

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
1.1 Doelstelling en doelgroep	3
1.2 Verantwoording	4
1.3 Leeswijzer	4
2 Methode	5
2.1 Aanpak	5
2.2 Scope	5
2.3 Productbeschrijving	6
2.4 Functionele eenheid	7
2.5 Systeemgrenzen	7
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	8
3.1 Dataverzameling	8
3.2 Decompositie in materialen en processen	8
Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)	9
Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem	15
Elektro-mechanische cilinder	20
Elektro-mechanisch panamawiel	24
4 Resultaten	29
4.1 Berekening milieuprofiel	29
4.2 Gekarakteriseerde resultaten	29
4.3 Gewogen resultaten	30
Elektro-hydraulisch conventioneel	31
Elektro-hydraulisch systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem	32
Elektro-mechanische cilinder	33
Elektro-mechanisch panamawiel	34
4.4 Zwaartepuntanalyse	35
4.5 Gevoeligheidsanalyse	35
Elektro-hydraulisch conventioneel	36
Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem	37
Elektro-mechanische cilinder	38
Elektro-mechanisch panamawiel	39
Referenties	40
5 Bijlagen	41
Bijlage A: Gekarakteriseerde resultaten per product	41

1 Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 voor aandrijfmechanisme voor kleine kunstwerken in de Nationale Milieudatabase². Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) zijn in 2020 gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Per RAW-hoofdstuk of thematisch onderwerp wordt de categorie 3 data voor de GWW geactualiseerd. Deze rapportage beschrijft de uitkomsten daarvan.

De GWW-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarde van materialen, producten en processen voor de realisatie van een GWW-werk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'³. Met software-instrumenten zoals DuboCalc⁴ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Oprachtgevers in de GWW-sector gebruiken deze MKI-berekeningen om in de ontwerpfase van het project afwegingen te kunnen maken tussen verschillende materialen of ontwerpopties. Ze vergelijken dan de MKI-waarde van de verschillende oplossingen en kunnen vervolgens voor het duurzaamste materiaal (het product met de laagste MKI-waarde) kiezen. Ook kan in de aanbesteding van een project een gunningscriterium toegepast worden waarbij de inschrijver met de laagste MKI-waarde de hoogste fictieve korting krijgt⁵.

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In paragraaf 1.2 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 Achtergrondprocessendatabase actualiseert, als gevolg van een update van de Ecolnvent database. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de Ecolnvent database 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 DuboCalc.

1.1 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van aandrijfmechanisme voor kleine kunstwerken. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

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/>

⁵ Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoer-dubocalc-toepassen/>

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 GWW-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de GWW-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.

1.2 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken versie 3.0 (januari 2019) inclusief het wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019 en het wijzigingsblad dd. januari 2020*, en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 3.0, januari 2019 + Amendement 002, juli 2019)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013)*⁶.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat, Stichting NMD, SGS en Arcadis. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode oktober 2020 tot april 2021 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is niet getoetst door een externe derde partij. Echter de studie is wel intern getoetst door een tweede team van deskundigen. 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 met de nodige zorgvuldigheid 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.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 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 gevoeligheidsanalyse beschreven.

⁶ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

2 Methode

2.1 Aanpak

Dit rapport beschrijft één hoofdproduct en de verschillende deelproducten die onderdeel zijn van dit hoofdproduct. Voor deze deelproducten wordt de volledige levenscyclus beschreven. Daarnaast zijn er alternatieve deelproducten vermeld. De alternatieve deelproducten worden minder toegepast en van deze producten zijn in sommige gevallen alleen de fases A1-3 beschreven.

Voor alle deelproducten geldt dat niet alle componenten tot in detail beschreven zijn. Voor ieder product zijn de belangrijkste componenten geïnterpreteerd. Het doel hierbij is om de producten te inventariseren die samen tenminste 80% van de milieu-impact bepalen.

Tenslotte, niet alle alternatieve deelproducten zijn meegenomen in de berekeningen. Ook hier is het doel dat de meegenomen deelproducten bij elkaar in 80% van de gevallen (projecten) worden toegepast.

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.1 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- Ecolnvent database versie 3.5

2.2 Scope

De studie is gericht op aandrijfmechanisme voor kleine kunstwerken. Op basis van de prioritering van RAW-hoofdstukken en thema's die verdere uitwerking behoeven, zoals vastgesteld bij aanvang van dit project, zijn de volgende onderdelen meegenomen in deze studie:

- Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)
- Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem
- Elektro-mechanische cilinder
- Elektro-mechanisch panamawiel

2.3 Productbeschrijving

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)

“Een veel gebruikte aandrijving is de hydraulische aandrijving. Een hydraulisch systeem bestaat in de basisuitvoering uit een elektromotor, pomp en een cilinder. Daarnaast zijn er onderdelen in het systeem die het beweegbaar, regelbaar en beheersbaar moeten maken. Het onderhoud is specialistisch werk. De betrouwbaarheid van dit soort systemen is hoog. Het energieverbruik is echter ook hoog als gevolg van de lage efficiëntie.”⁷

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

“Een elektro-hydraulische aandrijving wordt toegepast bij de cilinders waarmee de sluisdeuren worden bediend. Het gaat om een compleet gesloten systeem met speciaal geconstrueerde cilinders, waarbij de olie zich alleen beweegt tussen de kamers van elke afzonderlijke cilinder. Hierdoor is tien tot twintig keer minder olie nodig en wordt de toepassing van een groot hydraulisch reservoir, zoals in een conventionele oplossing, overbodig. Een compacte plug-and-play powerbox met servomotor en hydraulische pomp brengt de cilinderstang in beweging. De nieuwe techniek is 25 procent efficiënter ten opzichte van conventionele systemen. De aandrijving draagt zodoende bij aan het minimale energieverbruik van de sluis.”⁸

Elektro-mechanische cilinder

“Dit is een elektromechanische aandrijving die bestaat uit een elektromotor met schijfrem, tandwielkast, buffer en een moer met schroefspindel. De spindel beweegt lineair waardoor deze op een (hydraulische) cilinder lijkt. De aandrijving is door de moer/spindel compact van bouw. Door het ontbreken van open overbrengingen is deze relatief veilig en gemakkelijk te onderhouden. Door de grote overbrengverhouding van de moer/spindel volstaat een tandwielkast met een kleine overbrengverhouding. Hierdoor, en doordat er geen open overbrengingen zijn, is het energieverlies minder (= hoger rendement). De aandrijving is verder opgebouwd uit standaard onderdelen waardoor deze relatief snel vervangen kunnen worden. Dit type aandrijving worden al sinds 1996 gebruikt in het merendeel van de waterbouwkundige werken in Duitsland, ook in de hoofdvaarwegen.”⁷

Elektro-mechanisch panamawiel

“Dit type aandrijving gebruikt het Panamawiel-principe waardoor de aandrijving in de open en gesloten stand de deur zelfremmend is. De aandrijflijn bestaat uit een elektromotor, klossenrem met remkoppeling, tandwielkast, rondsel met Panama-wiel en een trek-duwstang met buffer. De verschillende onderdelen hebben verliezen maar dit is niet bovenmatig. Door de dure constructies van dit type aandrijving wordt deze steeds minder gebruikt.”⁷

Tabel 1 Aandrijfmechanisme sluisen

aandrijfmechanisme sluisen		
Totaalproducten	Hoeveelheden	Eenheid
Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)	1	Per kilo Watt (1 kW)
Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem	1	Per kilo Watt (1 kW)
Elektro-mechanische cilinder	1	Per kilo Watt (1 kW)
Elektro-mechanische panamawiel	1	Per kilo Watt (1 kW)

⁷ Tekst één op één overgenomen uit ‘Referentieontwerp Energiezuinige sluis, opgesteld in 2012 door RHDHV in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur’.

⁸ Tekst één op één overgenomen van ‘<https://www.boschrexroth.com/nl/nl/onderneming/nieuwscentrum/press-detail-2-145088>’

2.4 Functionele eenheid

Functionele eenheden per item zijn beschreven in Tabel 1.

2.5 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 3, 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.

		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 grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en
EPD	Cradle-to-gate met opties	x	x	x	x	x	x	x	M.N .D.	x	M.N .D.	x	x	x	x	x

Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, M.N.D: module 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 (NO₂ en N₂O), SO₂, C_xH_x en fijnstof (PM10 deeltjes < 10 µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10 µm);
- 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 die horen bij aandrijfmechanisme voor kleine kunstwerken (sluizen).

3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van Arcadis.

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, compleetheid, representativiteit, consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens.

Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor energieopwekking en transport.

3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnterpreteerd. De berekende LCI is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In tabel 4 t/m 7 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)

“Een veel gebruikte aandrijving is de hydraulische aandrijving. Een hydraulisch systeem bestaat in de basisuitvoering uit een elektromotor, pomp, cilinder en een oliereservoir. Daarnaast zijn er onderdelen in het systeem die het beweegbaar, regelbaar en beheersbaar moeten maken. Hydraulische systemen zijn kleiner en goedkoper in aanschaf dan elektromechanische systemen. Het onderhoud is specialistisch werk. De betrouwbaarheid van dit soort systemen is hoog. Het energieverbruik is echter ook hoog als gevolg van de lage efficiëntie.”⁹

De decompositie is gebaseerd op van inschattingen van specialisten van Arcadis. Het betreft een systeem voor één sluisdeur van middelgrote sluis (lengte: 140m; breedte: 14m). Het vermogen van het systeem is 15 kW. In onderstaande tabel is de inventarisatie van dit systeem weergegeven. In de resultaten wordt dit teruggerekend naar impact per kW. Deze productkaart is beperkt te extrapoleren op basis van vermogen.

Bij de inventarisatie zijn kleine onderdelen, zoals aluminium kleppen, rubbers en slangen buiten beschouwing gelaten. Het onderhoud en gebruik zijn opgenomen, maar ook hier zijn de kleine onderdelen buiten beschouwing gelaten. Verder is het operationeel energieverbruik onderstaand vermeld, maar niet opgenomen in de berekening.

Voor het operationeel energieverbruik wordt onderscheid gemaakt in het ‘stand-by’ verbruik per jaar en kastverwarming:

- Stand-by verbruik is ingeschat op basis van direct gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp, maar exclusief kast- en ruimteverwarming en verbruik van een eventueel bedieningsgebouw. 2628 kWh per jaar (schatting voor direct gerelateerd gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp etc. maar exclusief kastverwarming, ruimteverwarming, verbruik eventueel bedieningsgebouw e.d. Verbruik per jaar is $8760 \text{ uur} * 0,3 \text{ kW} = 2628 \text{ kWh}$;
- Kastverwarming is ingeschat op basis van 2000 uur op jaarbasis. Kastverwarming en stand-by verbruik is verbruik onafhankelijk van het aantal schuttingen (deurbewegingen). Verbruik per jaar is $2000 \text{ uur} * 0,1 \text{ kW} = 200 \text{ kWh}$.

Het schutten heeft een geschat energieverbruik van 5840 kWh per jaar bij 2x schutten per uur tussen de tijdstippen 6:00 en 22:00 (totaal 11680 keer). Het openen van de deuren duurt 1 minuut net als het sluiten.

⁹ Tekst één op één overgenomen uit ‘Referentieontwerp Energiezuinige sluis, opgesteld in 2012 door RHDHV in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur’.

Functionele eenheid: mechanisme voor één sluisdeur (vermogen is 15 kW)
Levensduur: 25 jaar

Productiefase (A1-3): Productie van staal, koper en olie.

Aanlegfase (A4-A5): Transport naar project locatie en inzet van een kraan voor het plaatsen. Aangenomen is dat er geen verlies is door beschadiging bij het plaatsen van dergelijke systemen.

Gebruiksfase (B1-B5): Onderhoud is beperkt tot het vervangen van hydraulische olie, dit gebeurt één keer per vier jaar. Na 12,5 jaar worden hoofdpomp met motor, filterpomp met motor en het olie reservoir vervangen. Het vervangen van kleine onderdelen (zoals kleppen en afdichtingen) is buiten beschouwing gelaten.

Sloopfase (C1-C2): Inzet van een kraan voor het verwijderen. Transport per vrachtwagen voor het afvoeren materiaal.

Afvalverwerkingsfase (C3-C4): Staal en koper bereikt de einde afvalstatus bij inzameling. Het verwerkingsscenario voor stalen profielen, platen en leidingen is gehanteerd voor het oliereservoir, hierbij wordt 1% gestort, 87% gerecycled en 12% hergebruikt. Voor het gietijzer dat in de pompen gebruikt wordt en staal in de cilinder is 95% recycling en 5% stort o.b.v. het scenario voor staal, zink en verzinkt staal aangenomen. Voor koper is het scenario voor koperen platen en leidingen gehanteerd, waarbij 5% wordt gestort en 95% gerecycled. Voor de olie is (conservatief) aangenomen dat dit volledig verbrand wordt.

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D): Recycling van staal en koper is enkel berekend voor het aandeel primair staal.

Tabel 3 Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)

Materiaal/ proces	Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Gietijzer	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	20	kg	Hoofdpomp.
Koper	A1-3	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO} market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	100	kg	Motor voor hoofdpomp.
Gietijzer	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	50	kg	Motor voor hoofdpomp.
Gietijzer	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	10	kg	Filterpomp

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Koper	A1-3	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO} market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	8	kg	Motor voor filterpomp
Gietijzer	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	5	kg	Motor voor filterpomp.
RVS	A1-3	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.2	15	kg	Oliereservoir
Hydrauliekolie	A1-3	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	EI 3.5	117	kg	Olie, Hydraulische olie, niet beschikbaar (ook het gebruikte proces voor smeeroilie is nog niet opgenomen in de processendatabase). 135 liter olie, dichtheid is 0,87 kg per liter.
RVS	A1-3	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.2	100	kg	Hydraulische cilinders. Aanname 10% is RVS.
Plaatstaal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	900	kg	Hydraulische cilinders. Aanname 90% is gecoat staal.
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	199	tkm	De forfaitaire afstand van 150 km is aangehouden.
Hijzen	A5	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10-20 uur werk voor het installeren. 10 uur aangehouden voor inzet van een kleine kraan.
Vervangen hydrauliekolie	B2	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	EI 3.5	617	kg	135 liter per vier jaar en gemiddelde levensduur van 25 jaar. Dichtheid olie is 0,87 kg per liter.
Aanvoer hydrauliekolie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	92,5	tkm	150 km voor de aanvoer van olie.
Afvoeren hydrauliekolie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	92,5	tkm	50 km voor de afvoer van olie.

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Verwerken hydrauliekolie	B2	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	617	kg	Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbanden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D.
Vervangen overige onderdelen	B2					In de gebruiksfase worden de hoofdpomp met motor, filterpomp met motor en het olie reservoir één keer vervangen. Tevens dienen hydraulische kleppen en slangen te worden vervangen, deze zijn echter buitenbeschouwing gelaten. Voor het vervangen van onderdelen zijn de productie en transport volgens de A modules berekend. Voor het verwijderen en afvoeren van materiaal is de werkwijze zoals beschreven in de C modules gevolgd. Beide zijn gedeclareerd in fase B2. Lasten en basten buiten de systeemgrens door o.a. recycling zijn gedeclareerd in module D.
Energieverbruik	B6					Geen onderdeel van de berekening, Inschatting van het energieverbruik per jaar is toegevoegd in de toelichting boven de tabel.
Hijzen	C1	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10-20 uur werk voor het verwijderen. 10 uur aangehouden voor inzet van een kleine kraan.
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	69,2	tkm	De forfaitaire afstand van 50 km is aangehouden. Voor transport van olie naar een AVI is 150 km gerekend.
Verwerken olie	C3	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)		117	kg	Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbanden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
						energieproductie is gedeclareerd in module D.
Stort staal totaal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	54.25	kg	Totaal staal en ijzer. 1% stort obv. Forfaitair scenario.
Stort koper total	C4	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.2	5,4	kg	Totaal koper. 5% stort obv. Forfaitair scenario.
Recyclen gietijzer motor / pomp	D	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)	NMD 3.2	95,7	kg	Totaal gietijzer. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 38,7% secundair materiaal. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.
Recyclen koper motor	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)	NMD 3.2	160	kg	Totaal koper. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 21% secundair materiaal. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.
Recyclen RVS uit tank	D	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)	NMD 3.2	18,5	kg	Totaal RVS. 87% recycling obv. forfaitair scenario, 28% secundair materiaal. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.
Hergebruik RVS tank	D	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.2	-3,6	kg	Totaal RVS, 12% hergebruik. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.
Recyclen RVS cilinder	D	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)	NMD 3.2	67	kg	Totaal RVS. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 28% secundair materiaal. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.
Recyclen plaatstaal cilinder	D	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	NMD 3.2	699	kg	Totaal plaatstaal.95% recycling obv. forfaitair scenario, 17,3% secundair materiaal. Inclusief onderdelen die vervangen worden in module B.

Elektro-hydraulisch conventioneel (met pomp systeem)						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
		{RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				
Warmte winning verbranding olie C3	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	4060	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.
Warmte winning verbranding olie B2	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	21300	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

“Een elektro-hydraulische aandrijving wordt toegepast bij de cilinders waarmee de sluisdeuren worden bediend. Het gaat om een compleet gesloten systeem met speciaal geconstrueerde cilinders, waarbij de olie zich alleen beweegt tussen de kamers van elke afzonderlijke cilinder. Hierdoor is tien tot twintig keer minder olie nodig en wordt de toepassing van een groot hydraulisch reservoir overbodig. Een compacte plug-and-play powerbox met servomotor en hydraulische pomp brengt de cilinderstang in beweging.”¹⁰

De decompositie is gebaseerd een aandrijfmechanisme / electro hydraulic actuator voor ship lock Eefde (puntdeur). Een vermogen van 28,8 kW en een drukkracht van 660 kN. In onderstaande tabel is de inventarisatie van dit systeem weergegeven. In de resultaten wordt dit teruggerekend naar impact per kW De productkaart is beperkt te extrapoleren op basis van vermogen.

Bij de inventarisatie zijn kleine onderdelen, zoals kleppen, rubbers en slangen buiten beschouwing gelaten. Het onderhoud en gebruik zijn opgenomen, maar ook hier zijn de kleine onderdelen buiten beschouwing gelaten. Verder is het operationeel energieverbruik onderstaand vermeld, maar niet opgenomen in de berekening.

Voor het operationeel energieverbruik wordt onderscheid gemaakt in het ‘stand by’ verbruik per jaar en kastverwarming:

- Stand by verbruik is ingeschat op basis van direct gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp, maar exclusief kast- en ruimteverwarming en verbruik van een eventueel bedieningsgebouw. 3504 kWh per jaar (schatting voor direct gerelateerd gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp etc maar exclusief kastverwarming, ruimteverwarming, verbruik eventueel bedieningsgebouw e.d. Verbruik per jaar is 8760 uur * 0,4 kW = 3504 kWh;
- Kastverwarming is ingeschat op basis van 2000 uur op jaarbasis. Kastverwarming en standby verbruik is verbruik onafhankelijk van het aantal schuttingen (deurbewegingen). Verbruik per jaar is 2000 uur * 0,1 kW = 200 kWh.

Het schutten heeft een geschat energieverbruik van 11213 kWh per jaar bij 2x schutten per uur tussen de tijdstippen 6:00 en 22:00 (totaal 11680 keer). bij een vermogen van 28,8 kW. Het openen van de deuren duurt 1 minuut net als het sluiten.

¹⁰ Tekst één op één overgenomen van ‘<https://www.boschrexroth.com/nl/nl/onderneming/nieuwscentrum/press-detail-2-145088>’

Functionele eenheid: mechanisme voor één sluisdeur (28,8 kW)

Levensduur: 25 jaar

Productiefase (A1-3): Productie van staal en olie.

Aanlegfase (A4-A5): Transport naar project locatie en inzet van een kraan voor het plaatsen. Aangenomen is dat er geen verlies is door beschadiging bij het plaatsen van dergelijke systemen.

Gebruiksfase (B1-B5): Onderhoud is beperkt tot het vervangen van het jaarlijks oliefilter, iedere vier jaar het vervangen van hydrauliekolie en één maal vervangen van de Powerbox, leidingwerk, beugels, accusets. Vervangen van overige kleine onderdelen is buiten beschouwing gelaten.

Sloopfase (C1-C2): Inzet van een kraan voor het verwijderen. Transport per vrachtwagen voor afvoeren materiaal.

Afvalverwerkingsfase (C3-C4): Staal bereikt de einde afvalstatus bij inzameling. Het verwerkingsscenario voor stalen profielen, platen en leidingen is gehanteerd voor de Powerbox, leidingwerk, beugels, accusets, hierbij wordt 1% gestort, 87% gerecycled en 12% hergebruikt. Het scenario voor Staal, zink en verzinktstaal is gehanteerd voor de cilinder, hierbij 95% recycling en 5% stort plaatsvindt. Voor de olie is (conservatief) aangenomen dat dit volledig verbrand wordt. Het oliefilter wordt, volgens het scenario voor kunststof overige, voor 90% verbrand en 10% gestort.

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D): Recycling van staal en koper is enkel berekend voor het aandeel primair staal.

Tabel 4 Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Plaatstaal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	4884	kg	Cilinder met wegmeetsysteem en juk. 90% plaatstaal.
RVS	A1-3	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO}) market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair	NMD 3.2	543	kg	Cilinder met wegmeetsysteem en juk. 10% RVS.
Plaatstaal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	1092	kg	Powerbox, leidingwerk, beugels, accusets.
Hydrauliekolie	A1-3	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	EI 3.5	381,8	kg	Olie, Hydraulische olie, niet beschikbaar (ook het gebruikte proces voor smeerolie is nog niet opgenomen in de processendatabase)
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	1035	tkm	De forfaitaire afstand van 150 km is aangehouden.

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Hijzen	A5	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10 inzet voor het installeren, teruggerekend naar kW.
Vervangen oliefilter	B2	0015-fab&Polyamide, PA 6, PA 66 (o.b.v. Nylon 6 {GLO} market for Cut-off, U)	EI 3.5	75	kg	Vervangen oliefilters, totaal over levensduur 3 kg per oliefilter en één oliefilter per jaar.
Aanvoer oliefilter	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	11,3	tkm	150 km voor de aanvoer van oliefilters.
Afvoer oliefilter	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	10,9	tkm	100 km voor de afvoer van oliefilters.
Verbranden oliefilter	B2	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	67,5	kg	90% verbranding, obv. forfaitair verwerkingsscenario. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D.
Stort oliefilter	B2	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD 3.2	7,5	kg	10% stort, obv. forfaitair verwerkingsscenario.
Vervangen hydrauliekolie	B2	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	NMD 3.2	2004	kg	Productie olie. Een keer per 4 jaar vervangen, 381,8 liter per keer.
Aanvoer hydrauliekolie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	301	kgkm	150 km voor de aanvoer van olie.
Afvoer hydrauliekolie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	301	kgkm	150 km voor de afvoer van olie.
Verbranden hydrauliekolie	B2	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	2004	kg	100% verbranding olie. Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbranden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D
Vervangen onderdelen	B2	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	1091,9	kg	Productie van onderdelen. Powerbox, leidingwerk, beugels, accusets.

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Aanvoer onderdelen	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	164	kg	150 km voor de aanvoer van onderdelen.
Afvoer onderdelen	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	54,6	kg	50 km voor de afvoer van onderdelen naar recycling en 100 naar stort.
Stort onderdelen	B2	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	54,6	kg	Gebruiker onderdelen worden 95% gerecycled en 5% gestort. Baten van recycling zijn gedeclareerd in module D.
Hijsen	C1	Hijsen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10 inzet voor het verwijderen, teruggerekend naar kW.
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	399,9	tkm	De forfaitaire afstanden uit de bepalingsmethode zijn gebruikt.
Verbranding oliefilter	C3	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	2,7	kg	90% verbranding oliefilter.
Verbranding olie	C3	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	381,8	kg	100% verbranding olie. Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbanden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D
Stort oliefilter	C4	0249-sto&Stort kunststoffen (o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 17% PVC, 21% PS en 20% mixture)	NMD 3.2	0,3	kg	10% stort oliefilter.
Stort staal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	325,9	kg	Totaal staal. 5% stort obv. Forfaitair scenario.
Recyclen plaatstaal	D	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)	NMD 3.2	3795 848	kg	Totaal plaatstaal. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 17,3% secundair materiaal.
Recycle RVS	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}	NMD 3.2	364	kg	Totaal RVS. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 28% secundair materiaal.

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
		steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				
Warmte winning verbranding olie	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	77,4	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van nylon is 28,7 MJ/kg.
Warmte winning verbranding olielfilter	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	13200	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.
Recyclen plaatstaal, uit module B	D	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)	NMD 3.2	848	kg	Totaal plaatstaal. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 17,3% secundair materiaal.
Warmte winning verbranding olie, uit module B	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	1940	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van nylon is 28,7 MJ/kg.
Warmte winning verbranding olielfilter, uit module B	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	69600	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.

Elektro-mechanische cilinder

“Dit is een elektromechanische aandrijving die bestaat uit een elektromotor met schijfrem, tandwielkast, buffer en een moer met schroefspindel. De spindel beweegt lineair waardoor deze op een (hydraulische) cilinder lijkt. De aandrijving is door de moer/spindel compact van bouw. Door het ontbreken van open overbrengingen is deze relatief veilig en gemakkelijk te onderhouden. Door de grote overbrengverhouding van de moer/spindel volstaat een tandwielkast met een kleine overbrengverhouding. Hierdoor, en doordat er geen open overbrengingen zijn, is het energieverlies minder (= hoger rendement). De aandrijving is verder opgebouwd uit standaard onderdelen waardoor deze relatief snel vervangen kunnen worden. Dit type aandrijving worden al sinds 1996 gebruikt in het merendeel van de waterbouwkundige werken in Duitsland, ook in de hoofdvaarwegen.”¹¹

Gebaseerd op een aandrijfmechanisme met Auma motor MSK-50 (SA14,6) met een vermogen van 3 kW en een drukkracht van 41 kN. Aangebracht op de sluisdeur. Een kleinere motor, de Auma motor MSK-20 (SA7,6) met een vermogen van 0,4 kW zet druk op de ringet voor een verticale beweging van 4,1 kN. In onderstaande tabel is de inventarisatie van dit systeem weergegeven. In de resultaten wordt dit teruggerekend naar impact per kW. Deze productkaart is beperkt te extrapoleren op basis van vermogen.

Bij de inventarisatie zijn kleine onderdelen, zoals aluminium kleppen, rubbers en slangen buiten beschouwing gelaten. Het onderhoud en gebruik zijn opgenomen, maar ook hier zijn de kleine onderdelen buiten beschouwing gelaten alsmede de minimale hoeveelheid smeerolie die gebruikt wordt. Verder is het operationeel energieverbruik onderstaand vermeld, maar niet opgenomen in de berekening.

Voor het operationeel energieverbruik wordt onderscheid gemaakt in het ‘stand by’ verbruik per jaar en kastverwarming:

- Kastverwarming is ingeschat op basis van 2000 uur op jaarbasis. Kastverwarming en standby verbruik is verbruik onafhankelijk van het aantal schuttingen (deurbewegingen). Verbruik per jaar is $2000 \text{ uur} * 0,1 \text{ kW} = 200 \text{ kWh}$;
- Schatting voor direct gerelateerd gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp etc maar exclusief kastverwarming, ruimteverwarming, verbruik eventueel bedieningsgebouw e.d.. Vermogen is $8760 \text{ uur per jaar} * 0,1 \text{ kW} = 876 \text{ kWh per jaar}$.

Het schutten heeft een geschat energieverbruik van 1168 kWh per jaar bij 2x schutten per uur tussen de tijdstippen 6:00 en 22:00 (totaal 11680 keer). bij een vermogen van 3 kW. Het openen van de deuren duurt 1 minuut net als het sluiten.

¹¹ Tekst één op één overgenomen uit ‘Referentieontwerp Energiezuinige sluis, opgesteld in 2012 door RHDHV in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur’.

Functionele eenheid: mechanisme voor één sluisdeur (3 kW)

Levensduur: 25 jaar

Productiefase (A1-3): Productie van staal en koper

Aanlegfase (A4-A5): Transport naar project locatie en inzet van een kraan voor het plaatsen. Aangenomen is dat er geen verlies is door beschadiging bij het plaatsen van dergelijke systemen.

Gebruiksfase (B1-B5): De elektromotor wordt één maal vervangen. Smeerolie en het vervangen van kleine onderdelen is buiten beschouwing gelaten.

Sloopfase (C1-C2): Inzet van een kraan voor het verwijderen. Transport per vrachtwagen voor afvoeren materiaal.

Afvalverwerkingsfase (C3-C4): Staal bereikt de einde afvalstatus bij inzameling. Het verwerkingsscenario voor staal, zink en verzinktstaal gehanteerd, hierbij wordt 5% gestort en 95% gerecycled. Voor koper is het scenario voor koperen platen en leidingen gehanteerd, waarbij 5% wordt gestort en 95% gerecycled.

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D): Recycling van staal en koper is enkel berekend voor het aandeel primair staal.

Tabel 5 Elektro-mechanische cilinder

Materiaal/ proces	Elektro-mechanische cilinder					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Plaatstaal elektromotor	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	84	kg	Gebaseerd op een Auma motor, SA14,6, vermogen van 3 kW en een drukkracht van 41 kN
Koper elektromotor	A1-3	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO} market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	21	kg	Gebaseerd op een Auma motor, SA14,6, vermogen van 3 kW en een drukkracht van 41 kN
Plaatstaal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	707,1	kg	Gebaseerd op een aandrijfmechanisme met een totale slaglengte van 1900mm. Aangenomen dat 90% plaatstaal is.
RVS	A1-3	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair)	NMD 3.2	78,6		Gebaseerd op een aandrijfmechanisme met een totale slaglengte van 1900mm. Aangenomen dat 10% RVS is.
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	133,6	tkm	De forfaitaire afstand van 150 km is aangehouden.
Hijzen	A5	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	4	uur	4 uur inzet kraan voor toepassing aandrijving, terug gerekend naar inzet per kW

Elektro-mechanische cilinder						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Plaatstaal voor vervangen elektromotor	B2	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	84	kg	Vervangen elektromotor, plaatstaal.
Koper voor vervangen elektromotor	B2	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO} market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	21	kg	Vervangen elektromotor, koper.
Aanvoer elektromotor	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	15,8	tkm	Aanvoer elektromotor, 150 km.
Afvoer elektromotor	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	5,51	tkm	Afvoer elektromotor, volgens forfaitaire afstanden.
Stort staal elektromotor	B2	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	4,2	kg	Staal 5% stort en 95% recycling, waarvan de baten in module D gedeclareerd zijn.
Stort koper elektromotor	B2	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.2	1,05	kg	Staal 5% stort en 95% recycling, waarvan de baten in module D gedeclareerd zijn.
Hijzen	C1	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	4	uur	4 uur inzet kraan voor toepassing aandrijving, terug gerekend naar inzet per kW
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	46,8	tkm	De forfaitaire afstanden zijn aangehouden.
Stort staal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	43,5	kg	Totaal staal 5% stort.
Stort koper	C4	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.2	1,05	kg	Koper. 5% stort.
Recyclen koper	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)	NMD 3.2	31,1	kg	Koper. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 21% secundair materiaal. Inclusief vervanging in B.
Recycling staal	D	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	NMD 3.2	94,6	kg	Totaal gietijzer. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 38,7% secundair materiaal. Inclusief vervanging in B.

Elektro-mechanische cilinder						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
		Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				
Recyclen plaatstaal	D	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)	NMD 3.2	549	kg	Totaal plaatstaal. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 17,3% secundair materiaal.
Hergebruik plaatstaal	D	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)	NMD 3.2	52,7	kg	Totaal plaatstaal. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 28% secundair materiaal.

Elektro-mechanisch panamawiel

“Dit type aandrijving gebruikt het Panamawiel-principe waardoor de aandrijving in de open en gesloten stand de deur zelfremmend is. De aandrijflijn bestaat uit een elektromotor, klossenrem met remkoppeling, tandwielkast, rondsel met Panama-wiel en een trek-duwstang met buffer. De verschillende onderdelen hebben verliezen maar dit is niet bovenmatig. Door de dure constructies van dit type aandrijving wordt deze steeds minder gebruikt.”¹²

De decompositie is gebaseerd op van inschattingen van specialisten van Arcadis. Het betreft een systeem voor één sluisdeur van middelgrote sluis (lengte: 140m; breedte: 14m). Het vermogen van het systeem is 5,5 kW. In onderstaande tabel is de inventarisatie van dit systeem weergegeven. In de resultaten wordt dit teruggekend naar impact per kW. Deze productkaart is beperkt te extrapoleren op basis van vermogen.

Bij de inventarisatie zijn kleine onderdelen, zoals remschijf, remschoen en encoder buiten beschouwing gelaten. Het onderhoud en gebruik zijn opgenomen, maar ook hier zijn de kleine onderdelen en smeermiddelen buiten beschouwing gelaten. Verder is het operationeel energieverbruik onderstaand vermeld, maar niet opgenomen in de berekening.

Voor het operationeel energieverbruik wordt onderscheid gemaakt in het ‘stand by’ verbruik per jaar en het verbruik per schutting (deurbewegingen):

- Kastverwarming en stand by verbruik is verbruik onafhankelijk van het aantal schuttingen (deurbewegingen). $2000 \text{ uur per jaar} * 0,1 \text{ kW} = 200 \text{ kWh per jaar}$;
- Schatting voor direct gerelateerd gebruik zoals PLC in de lucht houden, hydrauliek filterpomp etc maar exclusief kastverwarming, ruimteverwarming, verbruik eventueel bedieningsgebouw e.d.. Vermogen is $8760 \text{ uur per jaar} * 0,1 \text{ kW} = 876 \text{ kWh per jaar}$.

Het schutten heeft een geschat energieverbruik van 2141 kWh per jaar bij 2x schutten per uur tussen de tijdstippen 6:00 en 22:00 (totaal 11680 keer). bij een vermogen van 5,5 kW. Het openen van de deuren duurt 1 minuut net als het sluiten.

¹² Tekst één op één overgenomen uit ‘Referentieontwerp Energiezuinige sluis, opgesteld in 2012 door RHDHV in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur’.

Functionele eenheid: mechanisme voor één sluisdeur (5,5 kW)

Levensduur: 25 jaar

Productiefase (A1-3): Productie van staal, koper en olie.

Aanlegfase (A4-A5): Transport naar project locatie en inzet van een kraan voor het plaatsen. Aangenomen is dat er geen verlies is door beschadiging bij het plaatsen van dergelijke systemen.

Gebruiksfase (B1-B5): Onderhoud is beperkt tot het vervangen van kleine onderdelen en smeermiddelen, dit is buiten beschouwing gelaten.

Sloopfase (C1-C2): Inzet van een kraan voor het verwijderen. Transport per vrachtwagen voor afvoeren materiaal.

Afvalverwerkingsfase (C3-C4): Staal bereikt de einde afvalstatus bij inzameling. Het verwerkingsscenario voor staal, zink en verzinktstaal gehanteerd, hierbij wordt 5% gestort en 95% gerecycled. Voor koper is het scenario voor koperen platen en leidingen gehanteerd, waarbij 5% wordt gestort en 95% gerecycled. Voor de olie is (conservatief) aangenomen dat dit volledig verbrand wordt.

Baten en lasten buiten systeemgrenzen (D): Recycling van staal en koper is enkel berekend voor het aandeel primair staal.

Tabel 6 Elektro-mechanische panamawiel

Elektro-mechanische heugel/panamawiel						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal plaat	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	2448	kg	Panamawiel. Aanname: 1.5 meter doorsnede; 5cm dik; Soortelijke massa staal ~7,7 gr / cm ³ . Aanname dat 90% plaatstaal is.
Staal RVS	A1-3	0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO}) market for Cut-off, U; 72% primair, 28% secundair	NMD 3.2	272	kg	Aanname dat 10% van het panamawiel RVS is. (o.a. tanden).
Staal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	300	kg	Tandwielkast.
Smeerolie	A1-3	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	NMD 3.2	4,35	kg	Olie.
Staal	A1-3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	137	kg	Heugelstang. Dimensies: 5cm breed, 5cm hoog, 7 meter; Soortelijke massa staal ~7,7 gr / cm ³ .
Koper	A1-3	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO}) market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD 3.2	40	kg	Koper voor elektromotor. Gewicht motor is 60 kg, gebaseerd op Lorentzsluis welke 14 meter breed is een motor heeft van 69 kg. Modernere motor met zelfde vermogen is 52 kg.

Elektro-mechanische heugel/panamawiel						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Gietijzer	A1-3	0220-fab&Gietijzer (o.b.v. Cast iron {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	20	kg	Staal voor elektromotor.
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	524	tkm	De forfaitaire afstand van 150 km is aangehouden.
Hijsen	A5	Hijsen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10-20 uur werk voor het installeren. 10 uur aangehouden voor inzet van een kleine kraan.
Vervangen olie	B2	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	EI 3.5	104	kg	5 liter per jaar en gemiddelde levensduur van 50 jaar. 0,87 kg per liter.
Vervangen olie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	15,7	tkm	150 km voor de aanvoer van olie.
Vervangen olie	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	15,7	tkm	150 km voor de afvoer van olie.
Vervangen olie	B2	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	104	kg	Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbanden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D
Plaatstaal voor vervangen elektromotor	B2	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD 3.2	20	kg	Vervangen elektromotor, plaatstaal.
Koper voor vervangen elektromotor	B2	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper {RER} production, primary, 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper {GLO} market for; 79% primair, 21% secundair) & 0147-pro&Draad trekken, koper (o.b.v. Wire drawing, copper {GLO} market for Cut-off, U)	NMD 3.2	40	kg	Vervangen elektromotor, koper.
Aanvoer elektromotor	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	9	tkm	Aanvoer elektromotor, 150 km.
Afvoer elektromotor	B2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	3,15	tkm	Afvoer elektromotor, volgens forfaitaire afstanden.
Stort staal elektromotor	B2	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	1	kg	Staal 5% stort en 95% recycling, waarvan de baten in module D gedeclareerd zijn.

Elektro-mechanische heugel/panamawiel						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Stort koper elektromotor	B2	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.2	2	kg	Staal 5% stort en 95% recycling, waarvan de baten in module D gedeclareerd zijn.
Hijzen	C1	Hijzen, Kraan, tele. band, categorie IIIB, diesel	NMD 3.2	10	uur	10-20 uur werk voor het verwijderen. 10 uur aangehouden voor inzet van een kleine kraan.
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD 3.2	169	tkm	De forfaitaire afstand van 50 km is aangehouden voor recycling, 100 km voor stort en 150 voor verbranding.
Verbranding olie	C3	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.2	4,35	kg	Er is geen NMD proces beschikbaar voor het verbranden van olie, het verbanden van gemixte plastics is daarom gebruikt als proxy. Vermeden energieproductie is gedeclareerd in module D
Stort staal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.2	159	kg	Totaal staal en ijzer. 1% stort obv. Forfaitair scenario.
Stort koper	C4	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.2	2	kg	Totaal koper. 5% stort obv. Forfaitair scenario.
Recyclen staal	D	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)	NMD 3.2	1902.1	kg	Panamawiel, plaat staal. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 17,3% secundair materiaal.
Recyclen staal	D	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)	NMD 3.2	182	kg	Panamawiel RVS. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 28 % secundair materiaal.
Recyclen staal	D	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)	NMD 3.2	233	kg	Tandwielkast. 87% recycling obv. forfaitair scenario, 0% secundair materiaal.

Elektro-mechanische heugel/panamawiel						
Materiaal/ proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Recyclen staal	D	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)	NMD 3.2	106	kg	Heugelstang. 87% recycling obv. forfaitair scenario, 43% secundair materiaal.
Recyclen koper	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER}) production, primary Cut-off, U)	NMD 3.2	59,2	kg	Elektromotor koper. 95% recycling obv. forfaitair scenario, 21% secundair materiaal. Inclusief vervanging in B.
Recyclen gietijzer	D	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)	NMD 3.2	22,5	kg	Elektromotor ijzer. 87% recycling obv. forfaitair scenario, 38,7% secundair materiaal. Inclusief vervanging in B.
Warmte winning verbranding olie C3	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	151	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.
Warmte winning verbranding olie B2	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.2	3774	MJ	Vermeden energieproductie, LHV van olie is 34,7 MJ/kg obv. ecoinvent.

4 Resultaten

4.1 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 en de Bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken.
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie 25-05-2018, NMD 2.2).
- 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 9.1.
 - 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.

4.2 Gekarakteriseerde resultaten

De gekarakteriseerde resultaten zijn per product, per levenscyclusfase en impactcategorie, opgenomen in bijlage A.

4.3 Gewogen resultaten

Het wegen van resultaten is een proces waarbij de resultaten van verschillende milieueffectcategorieën worden omgezet naar een 1 punt' score zodat ze integraal beschouwd kunnen worden. In deze studie wordt, conform de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt.

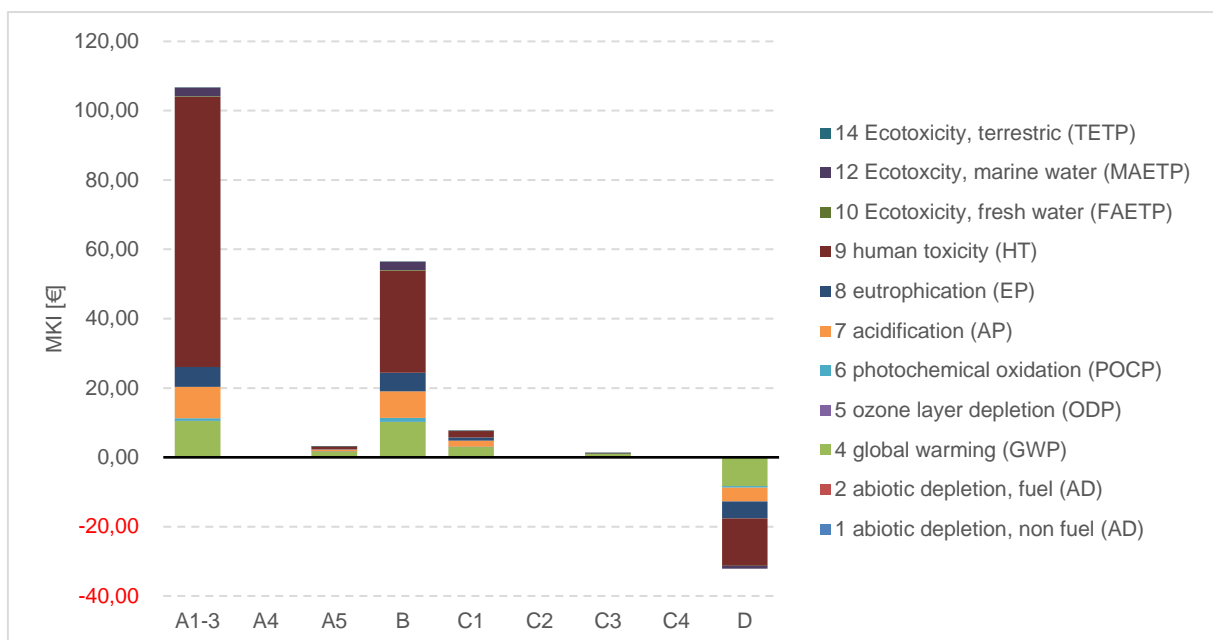
Tabel 7 tot en met Tabel 10 geven de gewogen resultaten weer per kW vermogen. Het operationeel energieverbruik is in deze tabellen en figuren buiten beschouwing gelaten. In de resultaten zoals gepresenteerd in de gevoeligheidsanalyse (paragraaf 4.5) is het operationeel energieverbruik wel opgenomen.

Elektro-hydraulisch conventioneel

Tabel 7 en Figuur 1 laten de gewogen resultaten zien van het elektro-hydraulische systeem. De hoge score in de categorie humane toxiciteit in A1-3 wordt vooral veroorzaakt door de productie van RVS en koper. In de gebruiksfase is dit enkel het koper uit de elektromotor en de RVS oliereservoir, welke één keer vervangen worden.

Tabel 7 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch conventioneel (per kW)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 0,41	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,25	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,19
4 global warming (GWP)	€ 17,87	€ 10,26	€ 0,06	€ 1,72	€ 10,03	€ 2,89	€ 0,00	€ 1,04	€ 0,00	-€ 8,13
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 1,60	€ 0,79	€ 0,00	€ 0,02	€ 1,10	€ 0,12	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,44
7 acidification (AP)	€ 14,96	€ 9,06	€ 0,02	€ 0,40	€ 7,65	€ 1,76	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	-€ 3,96
8 eutrophication (EP)	€ 7,23	€ 5,64	€ 0,01	€ 0,17	€ 5,36	€ 0,89	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	-€ 4,86
9 human toxicity (HT)	€ 96,56	€ 77,98	€ 0,04	€ 0,77	€ 29,48	€ 1,88	€ 0,00	€ 0,12	€ 0,00	-€ 13,70
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 0,29	€ 0,16	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,15	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,04
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 4,36	€ 2,53	€ 0,01	€ 0,06	€ 2,46	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	-€ 0,81
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 0,42	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,23
Totaal	€143,70	€106,81	€0,13	€3,19	€56,56	€7,71	€0,00	€1,22	€0,00	-€31,91



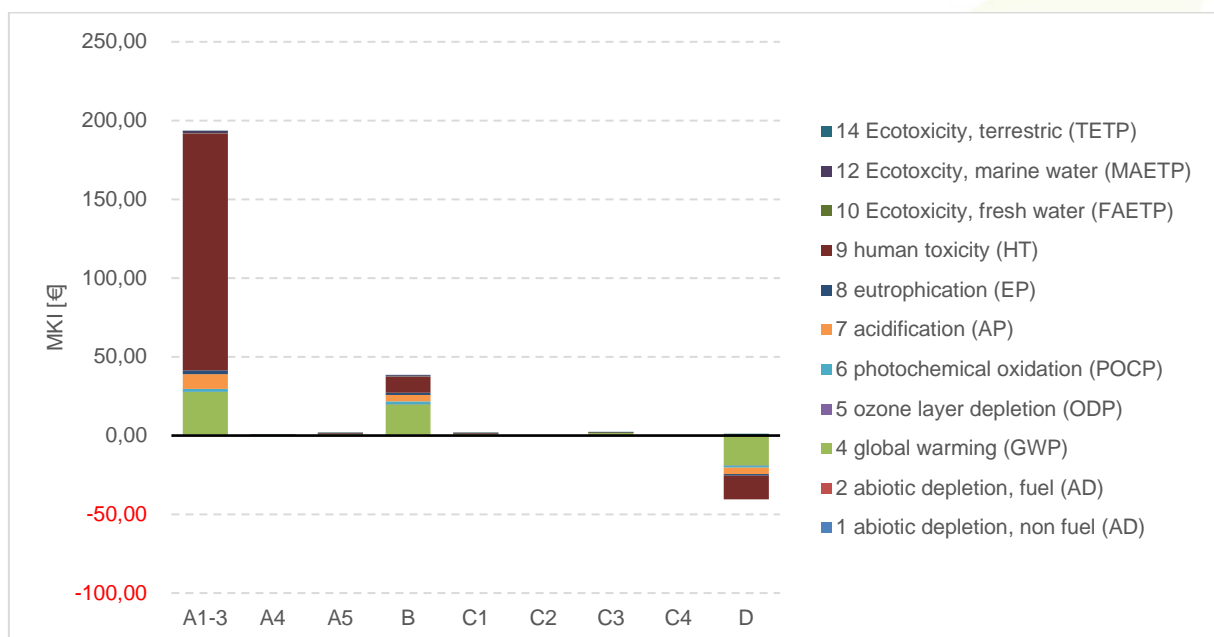
Figuur 1 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch conventioneel (per kW)

Elektro-hydraulisch systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

Tabel 8 en Figuur 2 laten de gewogen resultaten zien van het elektro-hydraulisch systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem. De hoge score in de categorie humane toxiciteit in A1-3 wordt vooral veroorzaakt door de productie van RVS en koper. De score van de gebruiksfase is lager dan die van het conventionele systeem. Dit verschil komt door de samenstelling van de betreffende onderdelen, waarbij er in het conventionele systeem veel koper gebruikt is en een kleinere hoeveelheid RVS welke veel invloed hebben op de gewogen totaalscore.

Tabel 8 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem (per kW)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 0,73	€ 0,64	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,47	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,42
4 global warming (GWP)	€ 31,59	€ 27,15	€ 0,15	€ 0,90	€ 19,35	€ 0,90	€ 0,06	€ 1,77	€ 0,00	-€ 18,68
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 2,42	€ 1,78	€ 0,00	€ 0,01	€ 1,83	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 1,22
7 acidification (AP)	€ 10,00	€ 9,35	€ 0,04	€ 0,21	€ 4,22	€ 0,21	€ 0,02	€ 0,05	€ 0,00	-€ 4,10
8 eutrophication (EP)	€ 3,15	€ 2,52	€ 0,02	€ 0,09	€ 1,37	€ 0,09	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,00	-€ 0,97
9 human toxicity (HT)	€ 146,54	€ 150,39	€ 0,10	€ 0,40	€ 10,18	€ 0,40	€ 0,04	€ 0,20	€ 0,00	-€ 15,16
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 0,29	€ 0,14	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 2,63	€ 1,44	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,87	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,20
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 1,02	€ 0,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,85
Totaal	€ 198,37	€ 193,55	€ 0,34	€ 1,66	€ 38,38	€ 1,66	€ 0,13	€ 2,09	€ 0,01	-€ 39,45



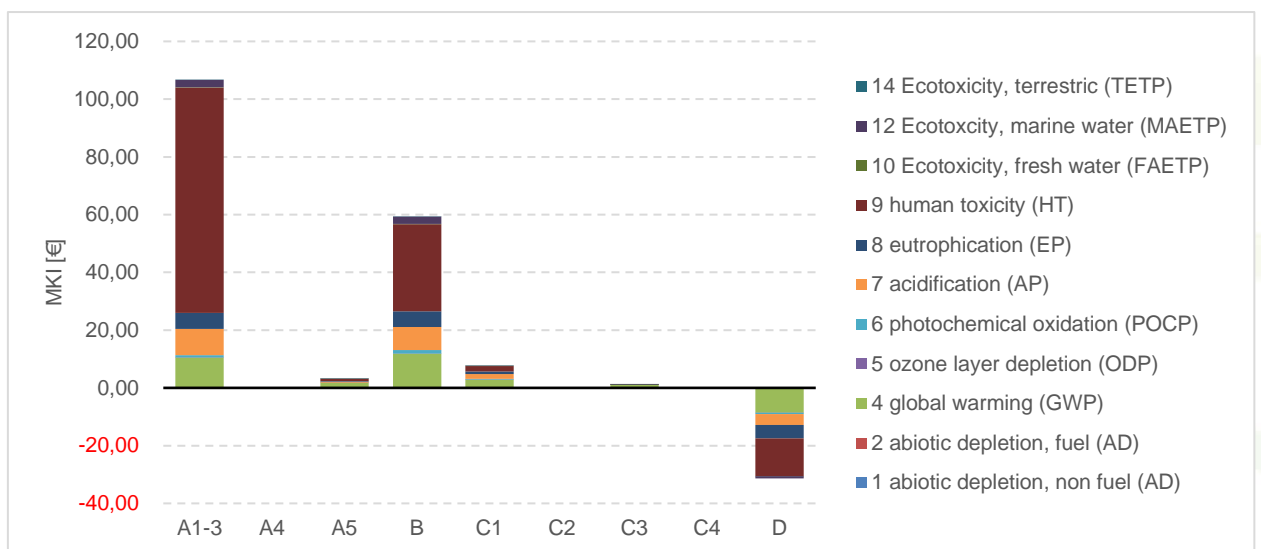
Figuur 2 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem (per kW)

Elektro-mechanische cilinder

Tabel 9 en Figuur 3 laten de gewogen resultaten zien van de elektro-mechanische cilinder. De hoge score in de categorie humane toxiciteit in A1-3 wordt vooral veroorzaakt door de productie van RVS en koper. In de gebruiksfase is dit voornamelijk het koper uit de elektromotor, die één keer vervangen wordt.

Tabel 9 Gewogen resultaten Elektro-mechanische cilinder (per kW)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 0,69	€ 0,75	€ 0,00	€ 0,08	€ 0,08	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,30
4 global warming (GWP)	€ 29,98	€ 34,52	€ 0,19	€ 3,44	€ 3,65	€ 3,44	€ 0,07	€ 0,00	€ 0,00	-€ 15,32
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 0,95	€ 1,99	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,28	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 1,43
7 acidification (AP)	€ 18,45	€ 17,12	€ 0,05	€ 0,81	€ 6,54	€ 0,81	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 6,91
8 eutrophication (EP)	€ 7,89	€ 7,68	€ 0,03	€ 0,35	€ 4,89	€ 0,35	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 5,41
9 human toxicity (HT)	€ 223,66	€ 223,14	€ 0,12	€ 1,53	€ 21,31	€ 1,53	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	-€ 24,02
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 0,45	€ 0,28	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,13	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 5,51	€ 3,74	€ 0,02	€ 0,11	€ 2,09	€ 0,11	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,57
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 1,45	€ 0,34	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,95
Totaal	€289,04	€289,58	€0,42	€6,37	€39,11	€6,37	€0,15	€0,00	€0,01	-€52,98



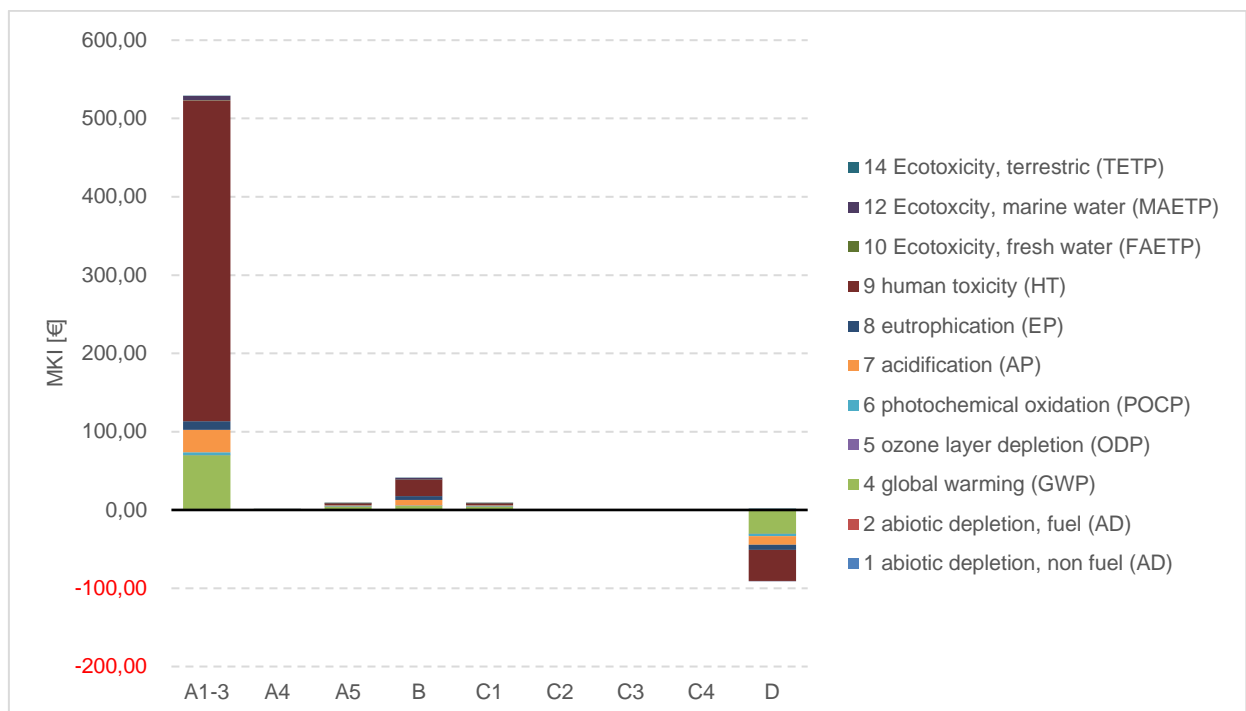
Figuur 3 Gewogen resultaten Elektro-mechanische cilinder (per kW)

Elektro-mechanische panamawiel

Tabel 10 en Figuur 4 laten de gewogen resultaten zien van het elektro-mechanische panamawiel. De hoge score in de categorie humane toxiciteit in A1-3 wordt vooral veroorzaakt door de productie van RVS en koper. In de gebruiksfase is dit enkel het koper uit de elektromotor die één keer vervangen wordt. Het gewicht van de elektromotor ten opzichte van het hele systeem is lager dan bij de elektromechanische cilinder, daarom is ook de bijdrage van de gebruiksfase verhoudingsgewijs lager.

Tabel 10 Gewogen resultaten Elektro-mechanische panamawiel (per kW)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 1,24	€ 1,49	€ 0,01	€ 0,10	€ 0,13	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,60
4 global warming (GWP)	€ 53,62	€ 68,34	€ 0,40	€ 4,69	€ 5,27	€ 4,69	€ 0,13	€ 0,11	€ 0,01	-€ 30,01
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 2,00	€ 3,94	€ 0,01	€ 0,06	€ 0,59	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 2,67
7 acidification (AP)	€ 26,75	€ 28,71	€ 0,12	€ 1,10	€ 6,72	€ 1,10	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	-€ 11,04
8 eutrophication (EP)	€ 10,49	€ 10,88	€ 0,05	€ 0,47	€ 5,09	€ 0,47	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 6,50
9 human toxicity (HT)	€ 395,30	€ 409,53	€ 0,26	€ 2,09	€ 20,93	€ 2,09	€ 0,08	€ 0,01	€ 0,01	-€ 39,70
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 0,69	€ 0,44	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,13	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,08
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 7,73	€ 5,50	€ 0,05	€ 0,15	€ 2,23	€ 0,15	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,38
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 2,33	€ 0,43	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,84
Totaal	€ 500,15	€ 529,27	€ 0,90	€ 8,69	€ 41,15	€ 8,69	€ 0,29	€ 0,12	€ 0,02	-€ 88,99



Figuur 4 Gewogen resultaten Elektro-mechanische panamawiel (per kW)

4.4 Zwaartepuntanalyse

Bijdrage van de belangrijkste onderdelen zijn besproken in paragraaf 4.3 Resultaten.

4.5 Gevoeligheidsanalyse

Het betreft categorie 3 data waarbij in de inventarisatie de nodige onzekerheden zijn. Bij het opstellen van deze LCA geen specifieke afwegingen of aannames gevonden waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'

In de rekentools waarin deze data beschikbaar zal zijn, kan gevarieerd worden met materialen en processen om de gevoeligheid hiervan te beoordelen. Dit zal echter op het niveau van productkaarten zijn, onderliggende processen kunnen niet aangepast worden in de rekentools.

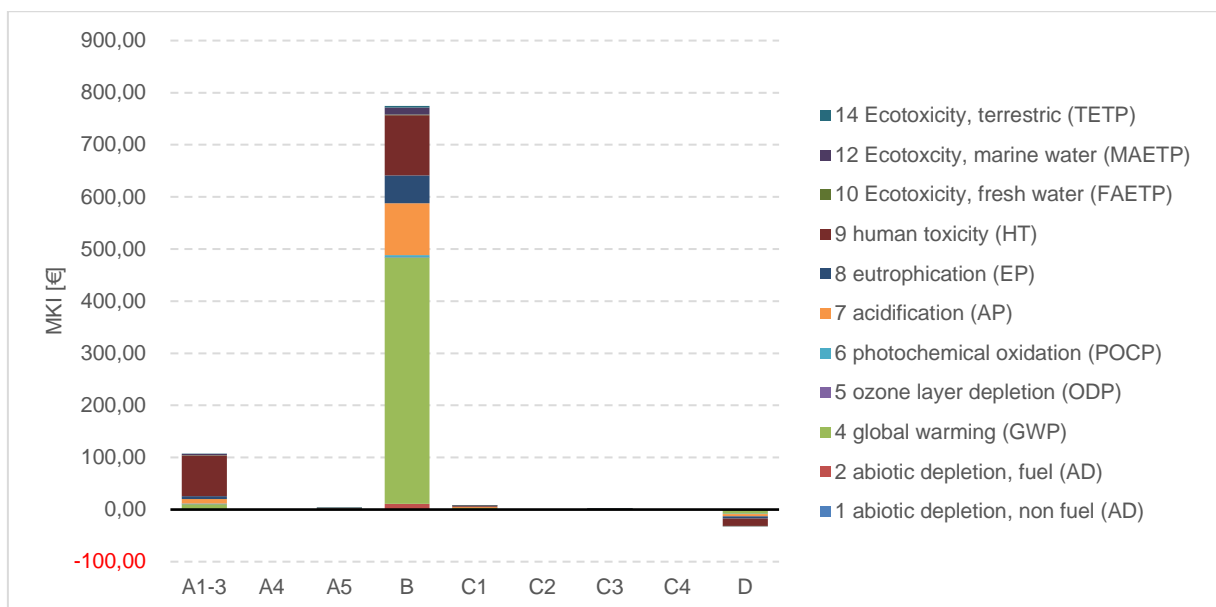
De gevoeligheidsanalyse is beperkt tot scenario's waarin het operationeel energieverbruik is toegevoegd. Uitgangspunten voor deze scenario's zijn vermeld in de inventarisatie en gaan uit van het stand-by verbruik en 11680 keer schutten per jaar op basis van 2x schutten per uur tussen de tijdstippen 6:00 en 22:00. Energieverbruik is gemodelleerd met het Ecoinvent proces "Electricity, low voltage {NL}| market for | Cut-off, U ".

Elektro-hydraulisch conventioneel

Tabel 11 en Figuur 5 laten de gewogen resultaten met operationeel energieverbruik zien van het elektro-hydraulische systeem.

Tabel 11 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch conventioneel (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 11,38	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,04	€ 11,22	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,19
4 global warming (GWP)	€ 480,73	€ 10,26	€ 0,06	€ 1,72	€ 472,88	€ 2,89	€ 0,00	€ 1,04	€ 0,00	-€ 8,13
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 4,41	€ 0,79	€ 0,00	€ 0,02	€ 3,91	€ 0,12	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,44
7 acidification (AP)	€ 107,34	€ 9,06	€ 0,02	€ 0,40	€ 100,03	€ 1,76	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	-€ 3,96
8 eutrophication (EP)	€ 54,77	€ 5,64	€ 0,01	€ 0,17	€ 52,91	€ 0,89	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	-€ 4,86
9 human toxicity (HT)	€ 183,17	€ 77,98	€ 0,04	€ 0,77	€ 116,09	€ 1,88	€ 0,00	€ 0,12	€ 0,00	-€ 13,70
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 1,09	€ 0,16	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,95	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,04
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 15,63	€ 2,53	€ 0,01	€ 0,06	€ 13,72	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	-€ 0,81
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 3,25	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,91	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,23
Totaal	€ 861,79	€ 106,81	€ 0,13	€ 3,19	€ 774,64	€ 7,71	€ 0,00	€ 1,22	€ 0,00	-€ 31,91



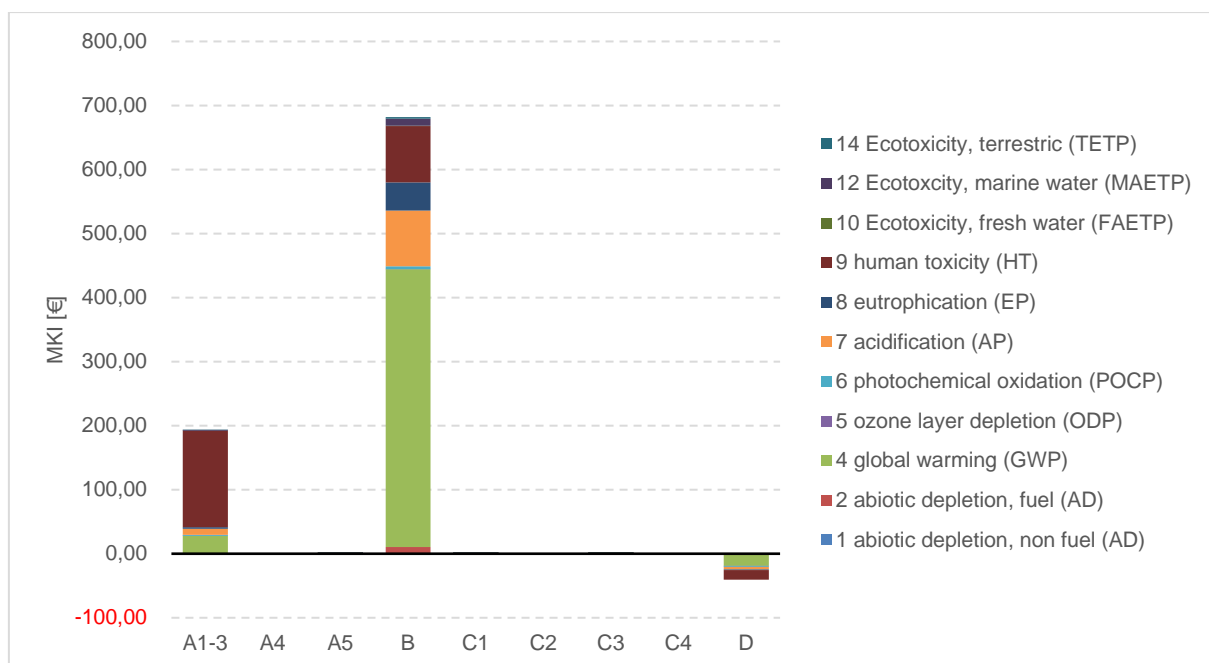
Figuur 5 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch conventioneel (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

Tabel 12 en Figuur 6 laten de gewogen resultaten met operationeel energieverbruik zien van het elektro-hydraulische systeem met geïntegreerde cilinder/pompsysteem.

Tabel 12 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 10,56	€ 0,64	€ 0,00	€ 0,02	€ 10,30	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,42
4 global warming (GWP)	€ 446,46	€ 27,15	€ 0,15	€ 0,90	€ 434,21	€ 0,90	€ 0,06	€ 1,77	€ 0,00	-€ 18,68
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 4,94	€ 1,78	€ 0,00	€ 0,01	€ 4,35	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 1,22
7 acidification (AP)	€ 92,80	€ 9,35	€ 0,04	€ 0,21	€ 87,02	€ 0,21	€ 0,02	€ 0,05	€ 0,00	-€ 4,10
8 eutrophication (EP)	€ 45,77	€ 2,52	€ 0,02	€ 0,09	€ 43,99	€ 0,09	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,00	-€ 0,97
9 human toxicity (HT)	€ 224,17	€ 150,39	€ 0,10	€ 0,40	€ 87,80	€ 0,40	€ 0,04	€ 0,20	€ 0,00	-€ 15,16
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 1,01	€ 0,14	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,80	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 12,72	€ 1,44	€ 0,02	€ 0,03	€ 10,96	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,20
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 3,56	€ 0,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,56	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,85
Totaal	€ 842,00	€ 193,55	€ 0,34	€ 1,66	€ 682,01	€ 1,66	€ 0,13	€ 2,09	€ 0,01	-€ 39,45



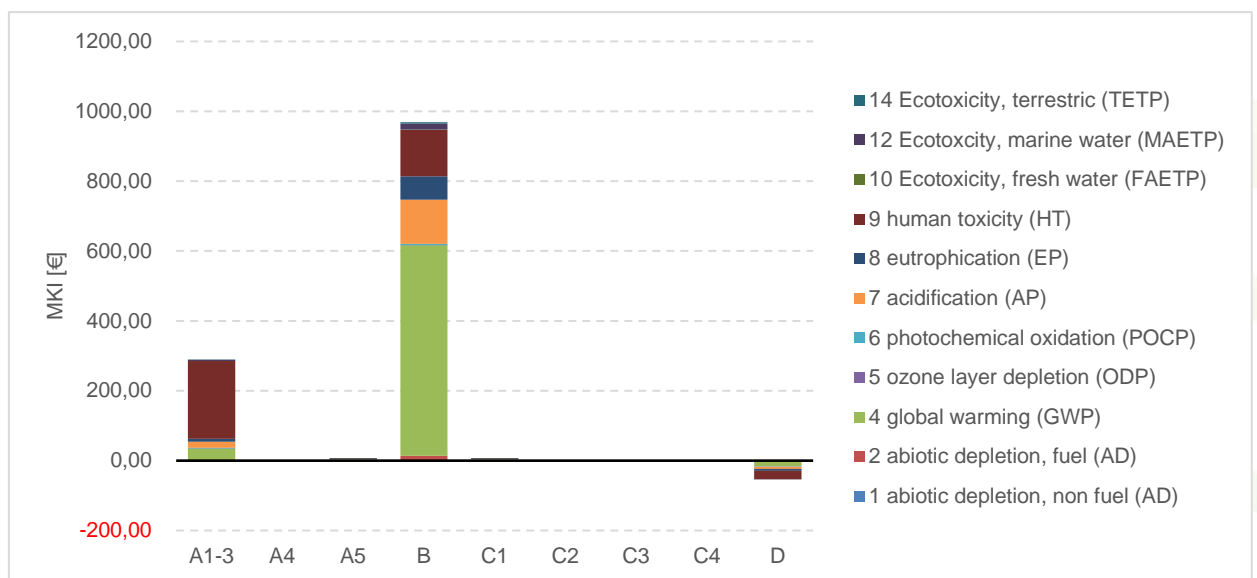
Figuur 6 Gewogen resultaten Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Elektro-mechanische cilinder

Tabel 13 en Figuur 7 laten de gewogen resultaten zien met operationeel energieverbruik van de elektro-mechanische cilinder.

Tabel 13 Gewogen resultaten Elektro-mechanische cilinder (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 14,90	€ 0,75	€ 0,00	€ 0,08	€ 14,29	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,30
4 global warming (GWP)	€ 629,11	€ 34,52	€ 0,19	€ 3,44	€ 602,78	€ 3,44	€ 0,07	€ 0,00	€ 0,00	-€ 15,32
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 4,58	€ 1,99	€ 0,00	€ 0,05	€ 3,92	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 1,43
7 acidification (AP)	€ 138,03	€ 17,12	€ 0,05	€ 0,81	€ 126,12	€ 0,81	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 6,91
8 eutrophication (EP)	€ 69,44	€ 7,68	€ 0,03	€ 0,35	€ 66,43	€ 0,35	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 5,41
9 human toxicity (HT)	€ 335,77	€ 223,14	€ 0,12	€ 1,53	€ 133,41	€ 1,53	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	-€ 24,02
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 1,48	€ 0,28	€ 0,00	€ 0,01	€ 1,16	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 20,09	€ 3,74	€ 0,02	€ 0,11	€ 16,67	€ 0,11	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,57
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 5,12	€ 0,34	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,82	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,95
Totaal	€ 1.218,54	€ 289,58	€ 0,42	€ 6,37	€ 968,61	€ 6,37	€ 0,15	€ 0,00	€ 0,01	-€ 52,98



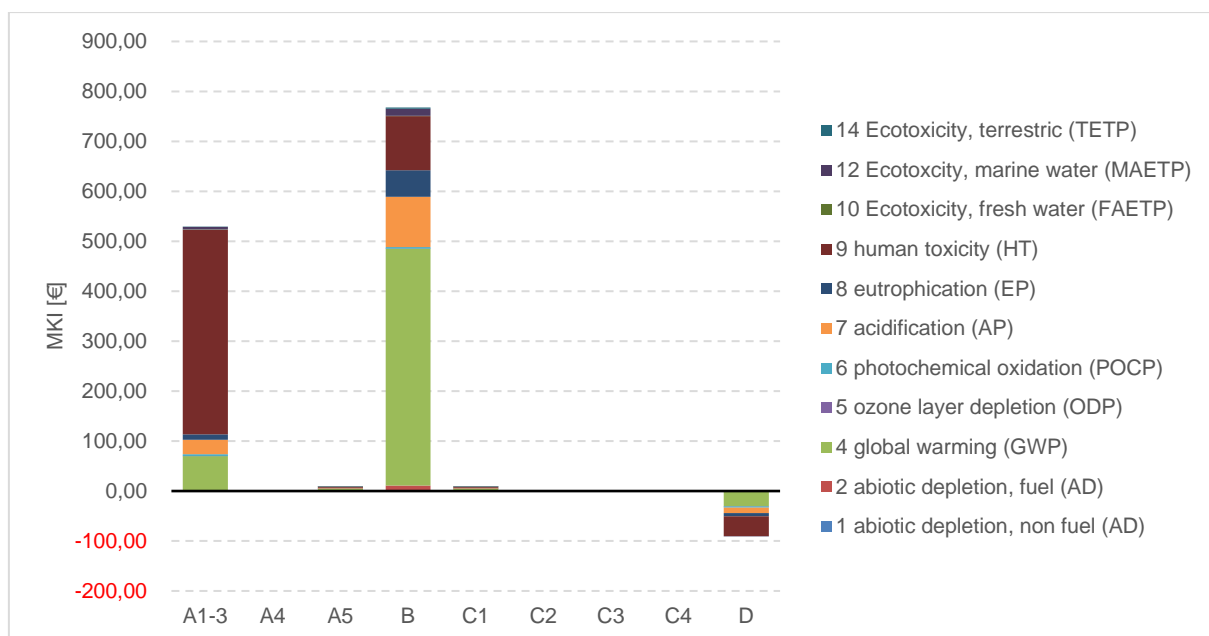
Figuur 7 Gewogen resultaten Elektro-mechanische cilinder (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Elektro-mechanische panamawiel

Tabel 14 en Figuur 8 laten de gewogen resultaten zien met operationeel energieverbruik van het elektro-mechanische panamawiel.

Tabel 14 Gewogen resultaten Elektro-mechanische panamawiel (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Impact category	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	€ 12,34	€ 1,49	€ 0,01	€ 0,10	€ 11,23	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,60
4 global warming (GWP)	€ 522,12	€ 68,34	€ 0,40	€ 4,69	€ 473,76	€ 4,69	€ 0,13	€ 0,11	€ 0,01	-€ 30,01
5 ozone layer depletion (ODP)	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	€ 4,84	€ 3,94	€ 0,01	€ 0,06	€ 3,44	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 2,67
7 acidification (AP)	€ 120,26	€ 28,71	€ 0,12	€ 1,10	€ 100,23	€ 1,10	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	-€ 11,04
8 eutrophication (EP)	€ 58,62	€ 10,88	€ 0,05	€ 0,47	€ 53,22	€ 0,47	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 6,50
9 human toxicity (HT)	€ 482,96	€ 409,53	€ 0,26	€ 2,09	€ 108,59	€ 2,09	€ 0,08	€ 0,01	€ 0,01	-€ 39,70
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	€ 1,50	€ 0,44	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,94	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,08
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	€ 19,13	€ 5,50	€ 0,05	€ 0,15	€ 13,63	€ 0,15	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,38
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	€ 5,20	€ 0,43	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,92	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,84
Totaal	€ 1.226,98	€ 529,27	€ 0,90	€ 8,69	€ 767,98	€ 8,69	€ 0,29	€ 0,12	€ 0,02	-€ 88,99



Figuur 8 Gewogen resultaten Elektro-mechanische panamawiel (per kW, incl. operationeel energieverbruik)

Referenties

Bronnen zijn vermeld in voetnoten en wanneer van toepassing in de inventarisatietabellen.

5 Bijlagen

Bijlage A: Gekarakteriseerde resultaten per product

Elektro-hydraulisch conventioneel

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,11E-03	1,30E-02	2,15E-06	1,61E-05	1,26E-02	1,95E-05	0,00E+00	5,10E-06	2,62E-08	-1,75E-02	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,56E+00	1,57E+00	8,47E-03	2,35E-01	1,56E+00	4,01E-01	0,00E+00	8,04E-03	3,20E-04	-1,22E+00	€ 0,41
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,57E+02	2,05E+02	1,12E+00	3,44E+01	2,01E+02	5,79E+01	0,00E+00	2,07E+01	2,23E-02	-1,63E+02	€ 17,87
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,34E-05	1,63E-05	2,23E-07	5,99E-06	3,30E-05	1,05E-05	0,00E+00	6,34E-07	7,89E-09	-1,33E-05	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	7,99E-01	3,96E-01	7,07E-04	1,13E-02	5,52E-01	5,87E-02	0,00E+00	6,62E-04	2,40E-05	-2,20E-01	€ 1,60
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	3,74E+00	2,27E+00	4,08E-03	1,01E-01	1,91E+00	4,39E-01	0,00E+00	7,14E-03	1,66E-04	-9,89E-01	€ 14,96
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	8,03E-01	6,27E-01	8,32E-04	1,93E-02	5,96E-01	9,88E-02	0,00E+00	1,26E-03	3,19E-05	-5,40E-01	€ 7,23
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,07E+03	8,66E+02	3,94E-01	8,52E+00	3,28E+02	2,09E+01	0,00E+00	1,32E+00	1,10E-02	-1,52E+02	€ 96,56
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	9,77E+00	5,32E+00	2,54E-02	1,69E-01	5,08E+00	2,91E-01	0,00E+00	7,53E-02	1,09E-03	-1,19E+00	€ 0,29
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,36E+04	2,53E+04	6,65E+01	5,64E+02	2,46E+04	9,80E+02	0,00E+00	2,20E+02	9,35E-01	-8,12E+03	€ 4,36
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,96E+00	1,90E+00	2,34E-03	3,03E-02	1,19E+00	3,45E-02	0,00E+00	3,28E-03	2,75E-05	3,81E+00	€ 0,42
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,12E+02	2,28E+02	3,03E-01	3,83E+00	1,46E+02	4,90E+00	0,00E+00	1,47E+00	9,91E-03	-7,23E+01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,52E+03	2,83E+03	1,94E+01	5,25E+02	3,44E+03	8,99E+02	0,00E+00	1,60E+01	7,23E-01	-2,20E+03	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,76E+00	2,00E+00	3,93E-03	4,96E-02	1,33E+00	1,16E-01	0,00E+00	3,04E-02	7,25E-04	-1,73E-01	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,31E-01	1,24E-01	1,37E-04	3,62E-03	1,14E-01	3,77E-04	0,00E+00	3,87E-05	4,38E-07	-1,19E-02	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	5,19E+01	1,09E+02	1,60E+00	8,80E-01	6,16E+01	9,02E-01	0,00E+00	2,95E-01	3,98E+00	-1,27E+02	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	2,88E-02	7,61E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-02	5,88E-03	0,00E+00	5,54E-05	4,54E-06	-2,04E-03	
MKI	Euro	€ 143,70	€ 106,81	€ 0,13	€ 3,19	€ 56,56	€ 7,71	€ 0,00	€ 1,22	€ 0,00	-€ 31,91	€ 143,70

Elektro-hydraulisch met geïntegreerde cilinder/pompsysteem

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,97E-03	2,73E-03	5,83E-06	8,39E-06	1,05E-03	8,39E-06	2,25E-06	8,72E-06	6,74E-08	1,61E-04	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	4,53E+00	3,98E+00	2,30E-02	1,22E-01	2,91E+00	1,22E-01	8,88E-03	1,38E-02	8,75E-04	-2,65E+00	€ 0,73
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,32E+02	5,43E+02	3,04E+00	1,79E+01	3,87E+02	1,79E+01	1,17E+00	3,55E+01	6,09E-02	-3,74E+02	€ 31,59
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	7,69E-05	3,77E-05	6,04E-07	3,12E-06	5,66E-05	3,12E-06	2,33E-07	1,08E-06	2,16E-08	-2,57E-05	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,21E+00	8,88E-01	1,92E-03	5,90E-03	9,17E-01	5,90E-03	7,40E-04	1,13E-03	6,53E-05	-6,09E-01	€ 2,42
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	2,50E+00	2,34E+00	1,11E-02	5,25E-02	1,05E+00	5,25E-02	4,28E-03	1,22E-02	4,51E-04	-1,03E+00	€ 10,00
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	3,50E-01	2,80E-01	2,26E-03	1,01E-02	1,52E-01	1,01E-02	8,71E-04	2,16E-03	8,56E-05	-1,07E-01	€ 3,15
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,63E+03	1,67E+03	1,07E+00	4,43E+00	1,13E+02	4,43E+00	4,13E-01	2,25E+00	2,61E-02	-1,68E+02	€ 146,54
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	9,69E+00	4,52E+00	6,90E-02	8,78E-02	2,74E+00	8,78E-02	2,66E-02	1,29E-01	6,84E-04	2,03E+00	€ 0,29
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,63E+04	1,44E+04	1,80E+02	2,94E+02	8,69E+03	2,94E+02	6,97E+01	3,77E+02	2,26E+00	1,97E+03	€ 2,63
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,70E+01	2,47E+00	6,34E-03	1,58E-02	3,44E-01	1,58E-02	2,45E-03	5,61E-03	6,51E-05	1,41E+01	€ 1,02
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,90E+02	4,25E+02	8,21E-01	1,99E+00	1,37E+02	1,99E+00	3,17E-01	2,52E+00	1,51E-02	2,02E+01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	9,46E+03	6,91E+03	5,25E+01	2,73E+02	6,23E+03	2,73E+02	2,03E+01	2,74E+01	1,95E+00	-4,33E+03	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	6,36E+00	4,90E+00	1,07E-02	2,58E-02	2,38E+00	2,58E-02	4,12E-03	5,21E-02	1,92E-03	-1,04E+00	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,59E-02	3,93E-02	3,72E-04	1,89E-03	9,34E-03	1,89E-03	1,44E-04	6,63E-05	1,23E-06	-3,71E-02	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,01E+02	1,69E+02	4,33E+00	4,58E-01	2,87E+01	4,58E-01	1,67E+00	5,05E-01	1,13E+01	-1,58E+01	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	4,25E-02	1,56E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,83E-02	0,00E+00	0,00E+00	9,49E-05	1,22E-05	-1,54E-03	
MKI	Euro	€ 198,37	€ 193,55	€ 0,34	€ 1,66	€ 38,38	€ 1,66	€ 0,13	€ 2,09	€ 0,01	-€ 39,45	€ 198,37

Elektro-mechanische cilinder

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,00E-02	1,52E-02	7,22E-06	3,22E-05	1,16E-02	3,22E-05	2,53E-06	0,00E+00	9,07E-08	-1,69E-02	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	4,34E+00	4,72E+00	2,85E-02	4,70E-01	5,19E-01	4,70E-01	9,97E-03	0,00E+00	1,16E-03	-1,88E+00	€ 0,69
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,00E+02	6,90E+02	3,76E+00	6,88E+01	7,29E+01	6,88E+01	1,32E+00	0,00E+00	7,97E-02	-3,06E+02	€ 29,98
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,35E-05	3,87E-05	7,48E-07	1,20E-05	4,75E-06	1,20E-05	2,62E-07	0,00E+00	2,86E-08	-1,50E-05	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	4,74E-01	9,96E-01	2,37E-03	2,26E-02	1,42E-01	2,26E-02	8,31E-04	0,00E+00	8,65E-05	-7,13E-01	€ 0,95
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	4,61E+00	4,28E+00	1,37E-02	2,02E-01	1,64E+00	2,02E-01	4,80E-03	0,00E+00	5,99E-04	-1,73E+00	€ 18,45
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	8,77E-01	8,54E-01	2,79E-03	3,86E-02	5,43E-01	3,86E-02	9,78E-04	0,00E+00	1,14E-04	-6,01E-01	€ 7,89
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,49E+03	2,48E+03	1,33E+00	1,70E+01	2,37E+02	1,70E+01	4,64E-01	0,00E+00	3,59E-02	-2,67E+02	€ 223,66
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,50E+01	9,34E+00	8,55E-02	3,37E-01	4,19E+00	3,37E-01	2,99E-02	0,00E+00	1,67E-03	7,01E-01	€ 0,45
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,51E+04	3,74E+04	2,24E+02	1,13E+03	2,09E+04	1,13E+03	7,83E+01	0,00E+00	3,05E+00	-5,73E+03	€ 5,51
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,41E+01	5,65E+00	7,85E-03	6,06E-02	2,45E+00	6,06E-02	2,75E-03	0,00E+00	8,97E-05	1,59E+01	€ 1,45
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,73E+02	6,12E+02	1,02E+00	7,65E+00	8,84E+01	7,65E+00	3,56E-01	0,00E+00	2,42E-02	-4,40E+01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	8,48E+03	7,97E+03	6,51E+01	1,05E+03	9,36E+02	1,05E+03	2,28E+01	0,00E+00	2,60E+00	-2,62E+03	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,48E+00	6,08E+00	1,32E-02	9,91E-02	6,66E-01	9,91E-02	4,62E-03	0,00E+00	2,56E-03	-1,48E+00	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,45E-01	1,57E-01	4,61E-04	7,24E-03	1,13E-01	7,24E-03	1,61E-04	0,00E+00	1,62E-06	-3,98E-02	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,14E+02	2,69E+02	5,37E+00	1,76E+00	5,47E+01	1,76E+00	1,88E+00	0,00E+00	1,48E+01	-1,34E+02	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,53E-02	1,49E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,30E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,62E-05	-1,87E-03	
MKI	Euro	€ 289,04	€ 289,58	€ 0,42	€ 6,37	€ 39,11	€ 6,37	€ 0,15	€ 0,00	€ 0,01	-€ 52,98	€ 289,04

Elektro-mechanische heugel/panamawiel

Impact category	Unit	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,38E-02	1,88E-02	1,54E-05	4,39E-05	1,23E-02	4,39E-05	4,99E-06	5,17E-07	1,76E-07	-1,74E-02	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,73E+00	9,32E+00	6,09E-02	6,41E-01	8,05E-01	6,41E-01	1,97E-02	8,15E-04	2,27E-03	-3,76E+00	€ 1,24
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,07E+03	1,37E+03	8,05E+00	9,38E+01	1,05E+02	9,38E+01	2,60E+00	2,10E+00	1,56E-01	-6,00E+02	€ 53,62
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,69E-05	7,63E-05	1,60E-06	1,63E-05	1,62E-05	1,63E-05	5,16E-07	6,43E-08	5,60E-08	-3,05E-05	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	9,99E-01	1,97E+00	5,08E-03	3,09E-02	2,97E-01	3,09E-02	1,64E-03	6,71E-05	1,69E-04	-1,34E+00	€ 2,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	6,69E+00	7,18E+00	2,94E-02	2,75E-01	1,68E+00	2,75E-01	9,47E-03	7,24E-04	1,17E-03	-2,76E+00	€ 26,75
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,17E+00	1,21E+00	5,98E-03	5,26E-02	5,66E-01	5,26E-02	1,93E-03	1,28E-04	2,22E-04	-7,23E-01	€ 10,49
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	4,39E+03	4,55E+03	2,83E+00	2,32E+01	2,33E+02	2,32E+01	9,15E-01	1,33E-01	6,91E-02	-4,41E+02	€ 395,30
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,30E+01	1,47E+01	1,83E-01	4,60E-01	4,35E+00	4,60E-01	5,90E-02	7,64E-03	2,50E-03	2,81E+00	€ 0,69
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,73E+04	5,50E+04	4,78E+02	1,54E+03	2,23E+04	1,54E+03	1,54E+02	2,23E+01	5,86E+00	-3,76E+03	€ 7,73
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,89E+01	7,17E+00	1,68E-02	8,26E-02	9,01E-01	8,26E-02	5,42E-03	3,32E-04	1,72E-04	3,06E+01	€ 2,33
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,23E+03	1,13E+03	2,18E+00	1,04E+01	9,92E+01	1,04E+01	7,02E-01	1,49E-01	4,35E-02	-2,23E+01	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,52E+04	1,57E+04	1,39E+02	1,43E+03	1,76E+03	1,43E+03	4,49E+01	1,62E+00	5,08E+00	-5,32E+03	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,10E+01	1,23E+01	2,82E-02	1,35E-01	8,50E-01	1,35E-01	9,12E-03	3,08E-03	5,00E-03	-2,50E+00	
106 Waste, hazardous (kg)	kg	2,71E-01	2,12E-01	9,86E-04	9,88E-03	1,14E-01	9,88E-03	3,18E-04	3,93E-06	3,18E-06	-7,65E-02	
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	4,28E+02	4,82E+02	1,15E+01	2,40E+00	5,21E+01	2,40E+00	3,71E+00	2,99E-02	2,92E+01	-1,55E+02	
107 Waste, radioactive (kg)	kg	3,43E-02	2,85E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,57E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,62E-06	3,17E-05	-2,73E-03	
MKI	Euro	€ 500,15	€ 529,27	€ 0,90	€ 8,69	€ 41,15	€ 8,69	€ 0,29	€ 0,12	€ 0,02	-€ 88,99	€ 500,15