

## Samenvatting onderzoek naar milieueffecten uitvaarttechnieken

Coöperatie DELA (hierna: DELA), de grootste uitvaartverzorger en -verzekeraar in Nederland, heeft met dit onderzoek als doel de milieu-effecten van bestaande en potentieel toekomstige methoden van lijkbezorging te beoordelen en te vergelijken. De resultaten van de levenscyclusanalyse (LCA) bieden een kwantitatieve basis voor communicatie en kennisdeling over duurzame lijkbezorging, zowel intern bij DELA als extern binnen de bredere uitvaartbranche. Eerder is een soortgelijk onderzoek uitgevoerd door TNO in 2014 [10]. Dit onderzoek is deels gebruikt als basis voor het afbakenen van de doelen en scope en systeemgrenzen, als bron voor enkele datapunten en als controle en vergelijking.

Dit rapport is een vergelijkende LCA van verschillende methoden van lijkbezorging. Het vergelijkt de milieu-effecten van bestaande en nieuwe lijkbezorgingstechnieken, namelijk begraven, cremen middels een gasgestookte crematieoven, cremen middels een elektrische crematieoven, alkalische hydrolyse (of resomeren), natuurbegraven en humaan composteren. Deze methoden zijn vergeleken op basis van de verwerking van het stoffelijk overschot van een gemiddelde overledene in Nederland. De 'gemiddelde overledene' is hierbij gedefinieerd als een lichaam dat representatief is voor de gemiddelde Nederlander die een methode van lijkbezorging gebruikt. De LCA is uitgevoerd conform de ISO 14040 en ISO 14044 normen, met gebruikmaking van de SimaPro-software, ReCiPe-2016 methodologie en de Ecoinvent database v3.8.

De studie beperkt zich tot het uitvaartproces, exclusief eventuele uitvaartceremonies en opbaring. De milieubelasting van dergelijke bijkomstigheden wordt verondersteld gelijk te zijn voor alle methoden van lijkbezorging.

In deze LCA worden alle methoden van lijkbezorging weergegeven, waarbij elke methode wordt onderverdeeld in vier generieke fasen. Ondanks de unieke kenmerken van elke methode, kunnen de fasen worden geïdentificeerd als de voorbereidingsfase, de procesfase, de eindbestemmingsfase en de baten uit recycling. De voorbereidingsfase omvat alle noodzakelijke stappen die voorafgaan aan het daadwerkelijke lijkbezorgingsproces. De procesfase, die begint bij de ontbinding van het lichaam en eindigt wanneer de resten gereed zijn voor overbrenging naar de eindbestemming, omvat alle essentiële handelingen voor de voltooiing van de lijkbezorging. De derde fase betreft de bestemming van de overblijfselen, die afhankelijk is van de gekozen methode van lijkbezorging. In de laatste fase worden de baten van recycling uit de voorgaande fases geanalyseerd. Baten uit recycling komen voort uit het hergebruik van materialen die teruggewonnen zijn dankzij recycling-processen.

DELA en andere relevante (markt-)partijen hebben bijgedragen aan de studie door relevante productinformatie te verstrekken. Om de studie representatiever te maken voor de markt is, naast de aangenomen standaard-scenario's van lijkbezorging, voor iedere methode een alternatief scenario toegevoegd. Deze standaard-methoden en de bijbehorende scenario's omvatten het volgende:

- Begraven: natuurstenen grafmonument en een cortenstalen grafmonument.
- Natuurbegraven: houten schijf als grafmonument en een houten schijf met een gps-zender in het graf.
- Voor beide vormen van crematie en voor alkalische hydrolyse: de as direct uitstrooien en een urnengraf alvorens uitstrooiing.
- Humaan composteren: er is geen scenario toegevoegd.

Na de initiële versie van de levenscyclusimpactbeoordeling, is er achtereenvolgens een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, heeft er een feedbackronde plaatsgevonden middels een panelreview en heeft er een bijeenkomst plaatsgevonden met het panel, DELA en Hedgehog Company. Vervolgens zijn een zwaartepuntanalyse, gevoeligheidsanalyse, consistentiecontrole, volledigheidcontrole en een gevoeligheidscontrole uitgevoerd.

In tabel S1 zijn de resultaten van de LCA weergegeven. Dit betreft enkel de resultaten van de mid-point impactcategorieën van alle basisscenario's. Hoe hoger het cijfer in tabel S1, hoe hoger de milieu-impact op de betreffende impactcategorie. Aan deze resultaten zijn per methode van lijkbezorging alternatieve scenario's toegevoegd en gevoeligheidsanalyses uitgevoerd die verschillende parameters en aannames binnen de methoden van lijkbezorging testen. Deze alternatieve scenario's en gevoeligheden zijn te vinden in de hoofdstukken 5 en 6.

**Tabel S1.** Overzicht van het milieu profiel met alle impactcategorieën van de methoden van lijkbezorging uit de hoofdanalyse. De scenario's zijn hier niet bijgevoegd.

Impactcategorie	eenheid	Begraven, steen	Natuur- begraven, hout	Cremeren gas, verstrooien	Cremeren elektrisch, verstrooien	Alkalische hydrolyse, verstrooien	Humaan compost- eren
Klimaatverandering	kg CO <sub>2</sub> -eq	120	40	181	45	118	47
Aantasting stratosferische ozonlaag	kg CFC-11-eq	0,0000692	0,0000318	0,0000745	0,0000439	0,0000806	0,0000274
Ioniserende straling	kBq Co-60-eq	0,837	0,127	0,547	0,403	1,059	0,341
Ozonvorming (menselijke gezondheid)	kg NO <sub>x</sub> -eq	0,624	0,057	-0,020	-0,106	0,323	0,140
Fijnstofvorming	kg PM <sub>2.5</sub> -eq	0,694	0,035	0,228	0,195	0,259	0,085
Ozonvorming (terrestrische ecosystemen)	kg NO <sub>x</sub> -eq	0,632	0,059	0,309	0,218	0,328	0,143
Terrestrische verzuring	kg SO <sub>2</sub> -eq	0,577	0,070	2,323	2,224	0,545	0,178
Eutrofiëring van zoetwater	kg P-eq	0,038	0,031	2,453	2,452	0,526	0,008
Eutrofiëring van zeeewater	kg N-eq	0,029	0,029	0,034	0,034	0,016	0,034
Terrestrische ecotoxiciteit	kg 1,4-DCB-eq	276	125	-41	-11	29	-313
Zoetwater ecotoxiciteit	kg 1,4-DCB-eq	0,220	0,180	1,944	1,870	0,869	0,131
Zeeewater ecotoxiciteit	kg 1,4-DCB-eq	0,298	0,149	3,042	2,911	3,475	0,656
Carcinogene toxiciteit voor de mens	kg 1,4-DCB-eq	1,969	1,311	4,366	4,515	2,839	2,910
Niet-carcinogene toxiciteit voor de mens	kg 1,4-DCB-eq	19	8	-207	-208	-181	-249
Landgebruik	m <sup>2</sup> a	58,1	117,5	42,3	41,7	18,9	17,2
Uitputting van grondstoffen, mineralen en metalen	kg Sb-eq	0,34	0,24	-5,22	-5,25	-4,22	-5,79
Uitputting van fossiele grondstoffen	kg olie-eq	25,52	3,91	60,72	11,53	29,82	11,42
Waterverbruik	m <sup>3</sup>	3,41	3,02	2,84	2,78	0,93	0,21

Bovenstaande tabel is een samenvatting van de analyse van de milieu-impact van verschillende methoden van lijkbezorging, zonder de scenario's met urnengraf, cortenstalen grafsteen, en gps-zender. Hieruit blijkt dat cremeren met gas de grootste bijdrage levert aan klimaatverandering, voornamelijk door de CO<sub>2</sub>-emissies afkomstig van het verbrandingsproces. Alkalische hydrolyse en traditioneel begraven volgen. Natuurbegraven, elektrisch cremeren, en humaan composteren tonen de laagste impact op klimaatverandering.

Alkalische hydrolyse heeft de grootste impact op de aantasting van de stratosferische ozonlaag, vooral door de productie van elektronische componenten. Cremeren met gas volgt als tweede, met aardgasproductie als hoofdfactor. Elektrisch cremeren, natuurbegraven en composteren hebben de laagste impact in deze categorie.

Wat betreft ioniserende straling, leidt de productie van elektronische componenten en kaliumhydroxide in alkalische hydrolyse-installaties tot de hoogste scores. Elektrisch cremeren en natuurbegraven zonder gps-markering, samen met humaan composteren, laten hier de minste impact zien.

In de categorieën ozonvorming voor zowel humane gezondheid als terrestrische ecosystemen, valt begraven op door de relatief hoge impact, voornamelijk veroorzaakt door de productie en het transport van het stenen grafmonument. Elektrisch

cremeren en cremeren met gas tonen een negatieve milieubelasting, wat duidt op een positief effect, voornamelijk door de directe emissies na rookgasreiniging en de milieuvoordelen van metaalrecycling.

Fijnstofvorming wordt ook aanzienlijk beïnvloed door de productie van het stenen grafmonument. Humaan composteren scoort het laagst op fijnstofvorming.

Terrestrische verzuring wordt voornamelijk veroorzaakt door directe emissies na rookgasreiniging bij crematietechnieken. Vermesting van zowel zoet- als zeewater wordt significant beïnvloed door crematies en humaan composteren, voornamelijk door de samenstelling van crematieas en compost wat wordt uitgestrooid.

In de categorieën ecotoxiciteit, zowel terrestrisch als voor zoet- en zeewater, en humane toxiciteit, zowel carcinogeen als non-carcinogeen, draagt de productie van staal voor de crematie ovens. Begraven toont de grootste impact op terrestrische ecotoxiciteit, vooral door de productie van het stenen grafmonument.

Landgebruik is het hoogst bij natuurbegraven, voornamelijk door het grote oppervlak per persoon en de eeuwigdurende grafurst.

De uitputting van grondstoffen, mineralen en metalen wordt sterk beïnvloed door materiaalgebruik. Bij begraven geldt deze impact met name voor de grafsteen. Cremeren met gas heeft de grootste impact op de uitputting van fossiele grondstoffen, door de winning en productie van aardgas.

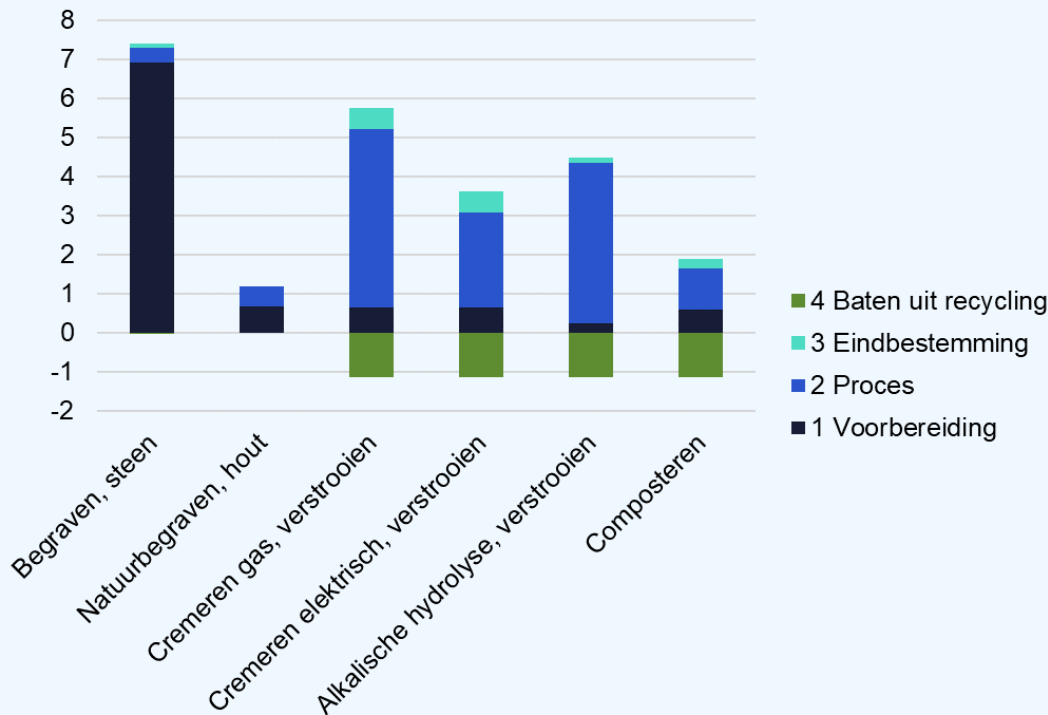
Waterverbruik wordt vooral beïnvloed door de productie van katoen voor de kistbekleding. Waterverbruik is het minst negatief bij humaan composteren en alkalische hydrolyse, terwijl het een grotere milieu-impact heeft bij begraven en natuurbegraven.

Door wegingsfactoren toe te kennen aan de verschillende impactcategorieën, kunnen deze worden gecombineerd tot een enkele score, ook wel bekend als de 'single score', uitgedrukt in Pt. Deze scores per methode van lijkbezorging zijn te vinden in Figuur S1.

De norm ISO 14044 [7] staat het gebruik van wegingsfactoren niet toe in vergelijkende LCA-studies die bedoeld zijn om openbaar gemaakt te worden. Daarom voldoen de resultaten die zijn uitgedrukt in de éénpuntsscore niet aan de ISO 14040- en ISO 14044 standaarden. Voor de resultaten verwijst deze studie daarom expliciet naar de mid-point impactcategorieën. Desalniettemin is de éénpuntsscore toegevoegd om een overzichtelijke interpretatie te faciliteren tussen de verschillende methoden van lijkbezorging voor de lezer die aan deze extra score behoefte heeft.

In deze studie is geconcludeerd dat begraven, met name door de productie en het transport van het grafmonument, de grootste milieubelasting veroorzaakt. Recyclen van edelmetalen bij cremeren, alkalische hydrolyse en composteren verminderen de milieu-impact van die methoden. Het proces van elektrisch cremeren is minder belastend dan gasgedreven cremeren, vooral bij het gebruik van groene elektriciteit.

Natuurbegraven heeft binnen de éénpuntsscore, en tevens als de mid-point categorieën in acht worden genomen, de laagste milieu-impact van alle methoden in lijkbezorging. Alleen in de impactcategorie landgebruik heeft natuurbegraven een hoge impact. Dit is een belangrijk punt gezien het feit land een schaars goed is, met name in Nederland.



**Figuur 51.** Overzicht van de milieubelasting per methode en fase uitgedrukt in éénpuntsscore (Pt).

De milieu-impact van alkalische hydrolyse in deze LCA is getest op gevoeligheden van materiaalkeuze. Het gebruik van een wollen lijkwade bij alkalische hydrolyse leidt tot een hogere milieubelasting, vooral door de impact van het houden van schapen. Het hergebruik van een stalen kist over 50 alkalische hydrolyse processen veroorzaakt een lichte toename in milieubelasting. Het gebruik van een kartonnen kist van Fair Coffins resulteert in een grotere toename.

Naast de bovenstaande gevoeligheden zijn er bij iedere methode van lijkbezorging alternatieve scenario's toegevoegd. Dit onderzoek benadrukt de invloed van persoonlijke keuzes en het aanbod van verschillende opties binnen de methoden van lijkbezorging op de milieu-impact van een bepaalde methode van lijkbezorging.

Uit TNO-onderzoek van 2014 kwam alkalische hydrolyse naar voren als duurzaamste lijkbezorging, in vergelijking met begraven en gasgedreven cremen. Deze nieuwe LCA-studie bevat een genuanceerdere conclusie. In een groot deel van de impactcategorieën is alkalische hydrolyse weliswaar relatief duurzaam, vooral met groene stroom en juiste materiaalkeuze. Wanneer we bestaande methoden van lijkbezorging in beschouwing nemen, is alkalische hydrolyse even duurzaam of zelfs duurzamer dan begraven en gasgedreven cremen. In vergelijking met elektrisch cremen en natuurbegraven heeft alkalische hydrolyse een hogere milieu-impact.

Concluderend uit dit onderzoek zijn de milieu-effecten van natuurbegraven en elektrisch cremen het gunstigste van de huidige methoden van lijkbezorging in een groot deel van de mid-point impactcategorieën. Van de nieuwe technieken van lijkbezorging, heeft alkalische hydrolyse een hogere milieu-impact in vergelijking met natuurbegraven en elektrisch cremen. Humaan composteren scoort een lagere milieu-impact in vergelijking met de huidige toegestane techniek elektrisch cremen. Natuurbegraven heeft echter de minste milieu-impact en scoort enkel hoog in landgebruik.

Met het oog op het eerdere TNO-onderzoek en de verwachtingen met betrekking tot de modernisering van de Wet op Lijkbezorging zijn deze conclusies van belang. De Gezondheidsraad heeft omtrent dit onderwerp drie kernwaarden opgesteld: veiligheid, waardigheid en duurzaamheid. Dit onderzoek kan alleen gebruikt worden om een oordeel te vellen over de kernwaarde duurzaamheid. Ook economische afwegingen kunnen niet worden afgeleid uit dit onderzoek.