

RWS INFORMATIE

Protocol berekenen en aantonen MKI-waarde

Datum	19 maart 2025
Status	Definitief
Versie	4.1.1

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (GPO)
Informatie	Jasper Flapper
E-mail	Jasper.flapper@rws.nl

Toelichting bij versie 4.1.1

In versie 4.1.1 van dit protocol zijn de volgende wijzingen doorgevoerd ten opzichte van versie 4.1:

- In bijlage C zijn de MKI en CO₂ waarden per kg waterstof in een vrachtwagen gecorrigeerd op basis van de correcte waarde hoeveel ton.kilometer (tkm) een vrachtwagen kan rijden op 1 kg waterstof (108,4 tkm). RWS heeft (zoals bekend uit bijlage C) de MKI waarde afgeleid uit het NMD rapport voor brandstof machine combinaties. Tabel 2 uit dat rapport bevat omrekenfactoren voor de verschillende brandstoffen. Volgens tabel 2 kon een vrachtwagen 128 tkm rijden op 1 kg waterstof - in tegenspraak met de tekst in paragraaf 3.3.5.1 van datzelfde rapport – waar stond dat een vrachtwagen 108,4 tkm kan rijden op 1 kg waterstof. De correcte waarde is 108,4 tkm per kg waterstof. De MKI en CO₂ waarden per kg waterstof in bijlage C zijn herberekend met de correcte waarde. Stichting NMD heeft tabel 2 van het rapport inmiddels ook gecorrigeerd.
- Verwijzing gecorrigeerd in paragraaf 3.2.4 "Eisen aan het aantonen van de MKI-waarde": "subs c-e" gewijzigd naar "subs d-f".

Versiebeheer

In elke versiewijziging treden vaak ook enkele kleine tekstuele wijzigingen op naast de hieronder beschreven meest relevante wijzigingen.

Versie	Datum	Meest relevante wijzigingen per versie
1.0	21-08-2019	Eerste versie van dit document. Dit is de opvolger van het Document Protocol DuboCalc Opdrachtgevers (versie 25).
2.0	20-03-2020	Nieuwe opzet van de hoofdstukindeling met deelversies voor verschillende typen projecten (Versie 2.0.A t/m 2.0.D).
3.0	14-01-2022	Het onderscheid in subversies is vervallen. Er is vanaf nu sprake van één integrale versie 3.0. Per contract zal worden voorgeschreven welke hoofdstukken en/of paragrafen van toepassing zijn. Tevens zijn paragraaf 1.3, 1.4, 2.2, 2.3.2, 2.4.12 (was 2.4.6) en 2.6 aangepast.
3.1	10-10-2022	Paragraaf 1.6 over hiërarchie van eisen toegevoegd. In paragraaf 2.2.1 lid b verduidelijkt. Versie PCR Asfalt aangepast in paragraaf 2.1.3 en 2.4.1. Eisen voor rapportage zijn aangepast, o.a. restscope. Verschillende product / activiteit specifieke wijzigingen.
4.0	11-12-2023	Nieuwe hoofdstukindeling en diverse aanpassingen en verduidelijkingen, waaronder: - Verduidelijking scope MKI-berekening (paragraaf 2.1) - Aanpassing eisen aan LCA data (o.a. vervallen 30% opslag op categorie 3 data – paragraaf 2.2) - Eisen t.a.v. energieverbruik (paragraaf 3.3) en eisen aan plannen en rapportages (hoofdstuk 4) geactualiseerd - Eisen t.a.v. specifieke materialen, producten en processen (hoofdstuk 3) zijn t.o.v. vorige versies gereduceerd - Bijlage levensduren Categorie 1 data verwijderd
4.1	16-12-2023	- MKI-waarden van HVO is gelijk gesteld aan die van diesel - Uitsluiting Groen gas certificaten voor asfaltproductie - Tabel met MKI-waarden voor energiedragers toegevoegd in bijlagen C. <i>MKI-waarden materieel</i> en D. <i>MKI Vaartuigen: Energiedragers en kapitaalgoederen</i> - Verduidelijking wanneer bijlage C en wanneer NMD data toegepast mogen worden - Nieuw MKI format t.b.v. rapportage - Versoepelde rapportage voor projecten met relatief weinig Materieel - Verduidelijking bepaling van C2
4.1.1	19-03-2025	- In bijlage C zijn de MKI en CO2 waarden per kg waterstof in een vrachtwagen gecorrigeerd. - Verwijzing gecorrigeerd in paragraaf 3.2.4

Inhoud

1	Introductie en algemene eisen	5
1.1	Milieukosten en MKI-waarde	5
1.2	Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken en ecoinvent	6
1.3	DuboCalc en gevalideerde rekeninstrumenten	6
1.4	Nationale Milieudatabase (NMD)	7
1.5	Objectenbibliotheek en eigen invoer LCA's	7
1.6	Hiërarchie	7
1.7	Meer informatie	8
2	Eisen bij het berekenen van de MKI-waarde	9
2.1	Scope voor het berekenen van de MKI-waarde	9
2.2	Algemene eisen aan LCA data	10
2.3	Eisen aan Categorie 1 en 2 LCA data	10
2.4	As Built Toetsingsprotocol	11
3	Eisen t.a.v. specifieke materialen en processen	12
3.1	Eisen voor specifieke materialen en producten	12
3.2	Eisen voor inzet van Materieel	14
3.3	Eisen t.a.v. energieverbruik assets	16
4	Eisen aan plannen en rapportages	17
4.1	Restscope	17
4.2	Eisen aan het plan van aanpak MKI	17
4.3	Eisen aan de voortgangsrapportages berekenen MKI-waarde	18
4.4	Eisen aan de eindrapportage berekenen MKI-waarde	19
Bijlage A	Definities, termen en afkortingen	20
Bijlage B	Format voortgang MKI-waarde	22
Bijlage C	MKI-waarden Materieel	23
Bijlage D	MKI Vaartuigen: Energiedragers en kapitaalgoederen	25

1 Introductie en algemene eisen

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft in 2020 de Strategie Klimaatneutrale en Circulaire Rijksinfrastructuur vastgesteld. Eén van de instrumenten om de ambities in deze strategie te bereiken is het gebruik van MKI-waarde als gunningscriterium of als contracteis in GWW-werken van Rijkswaterstaat. Om tot uniforme spelregels in aanbestedingen te komen, staan in dit document alle generieke eisen en bepalingen opgenomen die gesteld worden aan de berekening, toetsing en monitoring van de MKI-waarde in projecten van Rijkswaterstaat.

In de contracteisen van het werk dat aanbesteed wordt, staan de projectspecifieke eisen voor de berekening van de MKI-waarde beschreven, waaronder de scope en levensduur van het werk waarvoor de MKI-waarde dient te worden berekend en de versies van de Bepalingsmethode en de Nationale Milieudatabase die van toepassing zijn. Eventuele uitzonderingen of afwijkingen van de bepalingen in dit protocol, kunnen ook in de projectspecifieke contracteisen worden benoemd.

Hoofdstuk 1 vervolgt met algemene uitleg en eisen over milieukosten en MKI-waarde, de Bepalingsmethode, de Nationale Milieudatabase, DuboCalc en andere algemene onderdelen van het stelsel.

In hoofdstuk 2 staan de generieke eisen aan de MKI berekening en aan de Levenscyclusanalyses (LCA's).

In hoofdstuk 3 van dit document staan meerdere paragrafen met eisen opgenomen voor MKI-berekeningen voor verschillende typen materialen, producten en processen.

In hoofdstuk 4 staan de eisen aan het plan van aanpak MKI, de voortgangsrapportages en de eindrapportage waarmee de MKI-waarde van het werk dient te worden aangetoond.

Indien in dit document woorden met een hoofdletter zijn vermeld, dan wordt de definitie bedoeld zoals vermeld in Bijlage A waarin tevens verschillende afkortingen en technische begrippen zijn opgenomen.

1.1 Milieukosten en MKI-waarde

De MKI-waarde is een indicator voor de milieukosten van het werk. Hoe lager de MKI-waarde, hoe minder het milieu belast wordt. In de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken'¹ (hierna: de Bepalingsmethode) staat beschreven hoe de LCA's uitgevoerd dienen te worden en welke schaduw prijzen gehanteerd dienen te worden om de milieu-impact-categorieën om te rekenen naar de MKI-waarde.

Deze MKI-waarde wordt eerst bepaald per eenheid van een materiaal, product en proces. Door vervolgens deze MKI-waarden te vermenigvuldigen met de

¹ Zie ook <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

hoeveelheden van de verschillende onderdelen van het werk, wordt de MKI-waarde per onderdeel berekend. De MKI-waarden van alle onderdelen opgeteld, geven de totale MKI-waarde voor het werk. Dit is vergelijkbaar met de kostenramingsmethodiek waarbij, per post, eenheidsprijzen worden vermenigvuldigd met hoeveelheden om vervolgens de totale kosten van een werk te berekenen.

1.2 Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken en ecoinvent

Voor het berekenen van een MKI-waarde gelden de eisen in de Bepalingsmethode van de stichting NMD. De Bepalingsmethode is een toepassing van de internationale norm EN15804 voor de uitvoering van LCA's, uitgewerkt voor de Nederlandse context en beheerd door stichting NMD. In de contracteisen staat voorgeschreven welke versie van de Bepalingsmethode op het contract van toepassing is.

De internationale ecoinvent database vormt een belangrijke bron van achtergronddata voor de LCA-data in de NMD. Omdat soms twee versies van de ecoinvent database vigerend zijn voor nieuwe LCA-data in de NMD, wordt in de contracteisen ook vermeld welke versie van ecoinvent gebruikt dient te worden bij het opstellen van LCA's voor Categorie 1 data.

1.3 DuboCalc en gevalideerde rekeninstrumenten

Het berekenen van de MKI-waarde is mogelijk met het softwareprogramma DuboCalc. DuboCalc is eigendom van Rijkswaterstaat en wordt door Rijkswaterstaat ingezet als software-instrument wanneer de milieueffecten van verschillende materialen, producten en processen opgeteld dienen te worden en/of wanneer van de Nationale Milieudatabase (NMD) gebruik gemaakt wordt. DuboCalc is een gevalideerd rekeninstrument door de Stichting NMD. Als in de toekomst andere rekeninstrumenten ook door de Stichting NMD worden gevalideerd² voor toepassing in de GWW-sector, dan mogen die rekeninstrumenten ook gebruikt worden voor het onderbouwen van de MKI-waarde van een werk.

Het gebruik van de MKI-waarden uit de NMD Viewer is niet toegestaan als onderbouwing van de MKI-waarde van het werk, omdat dit geen gevalideerd rekeninstrument is en de data ook niet opgevraagd kunnen worden voor een specifieke datum zoals voorgeschreven in het contract.

De MKI-waarden in de LCA achtergrondrapportages op de website van de Stichting NMD voldoen niet als onderbouwing, omdat de data in de rapporten achterhaald kunnen raken.

Wanneer geen gebruik gemaakt wordt van data uit de NMD, maar alleen van eigen LCA-rapporten ter onderbouwing van de MKI-waarde, dan is gebruik van DuboCalc (of een ander gevalideerd rekeninstrument) niet nodig. In deze situatie kan ook een vereenvoudigde berekening in het format in Bijlage B gemaakt worden, waarbij de MKI-waarde per eenheid materiaal, product of proces (en/of voor het werk als geheel) onderbouwd wordt door middel van één of meerdere onafhankelijk getoetste LCA-rapporten. De opdrachtnemer dient dan wel goed op te letten dat de

² Gevalideerde rekeninstrumenten door Stichting NMD worden op deze pagina gepubliceerd: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/rekeninstrumenten/>

rekenregels voor de levensduur zoals deze in de contracteisen zijn gesteld, in acht worden genomen.

1.4 Nationale Milieudatabase (NMD)

Voor het berekenen van de MKI-waarde kan gebruik gemaakt worden van data uit de NMD. De te hanteren datumversie van de NMD is voorgeschreven in de contracteisen. Deze datumversie dient ingevuld te worden in de gevalideerde rekeninstrumenten, zoals DuboCalc. De data in NMD actualiseren regelmatig. Voor het contract is de voorgeschreven datumversie van de NMD van toepassing gedurende de gehele contractduur.

Op de website milieudatabase.nl staan de LCA achtergrondrapportages, waarin de uitgangspunten voor Categorie 3 data voor de GWW staan beschreven.

1.5 Objectenbibliotheek en eigen invoer LCA's

In DuboCalc staan standaardobjecten opgenomen in de bibliotheek "Objectenbibliotheek". Deze elementen zijn bedoeld als richtinggevende bouwblokken voor het opstellen van een indicatieve MKI-berekening, bijvoorbeeld in de planstudiefase van een project. Deze objecten of 'elementen' mogen in hun originele vorm niet gebruikt worden als onderbouwing van de MKI-waarde voor het werk.

In DuboCalc is het mogelijk om zelf LCA's in te voeren. Dit is toegestaan voor projecten van Rijkswaterstaat, met inachtneming van alle eisen aan Categorie 1 data zoals deze in dit document en de contracteisen zijn beschreven. Een ingevoerde LCA in DuboCalc is niet vanzelfsprekend een getoetste LCA conform de eisen in dit document.

1.6 Hiërarchie

In geval van tegenstrijdigheid tussen eisen of bepalingen geldt de volgende hiërarchie:

- a. Vraagspecificatie Proces³ of een ander contractdocument met proceseisen;
- b. Eisen van dit Protocol;
- c. De Bepalingsmethode en andere documenten van de stichting NMD, zoals de 'Rekenregels en richtlijnen voor rekeninstrumenten'.

³ De Vraagspecificatie Proces is onderdeel van veel contracten van Rijkswaterstaat, maar in sommige contracten kunnen de proceseisen voor MKI-berekeningen in een document met een andere naam zijn opgenomen.

1.7 Meer informatie

Op de volgende websites is meer informatie te vinden over bovengenoemde zaken:

- a. DuboCalc:
 - <https://www.dubocalc.nl> (algemeen)
 - <https://www.dubocalc.nl/licenties> (licenties)
 - <https://www.dubocalc.nl/help> (startershandleiding)
 - <https://www.dubocalc.nl/hoe-dubocalc-toepassen> (filmpjes en een handleiding over het gebruik van DuboCalc en MKI-waarde als gunningscriterium)
- b. Nationale Milieudatabase (NMD):
 - <https://milieudatabase.nl> (algemeen)
 - <https://milieudatabase.nl/faq/begrippenlijst> (begrippenlijst)
 - <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/rekeninstrumenten> (gevalideerde rekeninstrumenten)
 - <https://milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase> (LCA achtergrondrapportages voor Categorie 3 data)
- c. Bepalingsmethode:
 - <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode> (vigerende versie)
- d. Erkende LCA-deskundigen:
 - <https://milieudatabase.nl/nl/milieudata-lca/erkende-lca-deskundigen>
- e. Strategie Klimaatneutrale en Circulaire Rijksinfrastructuur:
 - <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/15/bijlage-1-strategie-naar-klimaatneutrale-en-circulaire-rijksinfraprojecten>

Alle teksten op bovengenoemde webpagina's zijn informatief. De teksten in dit document en in de contractdocumenten zijn leidend.

Suggesties voor verbeteringen van dit protocol kunt u indienen bij het Programma Duurzaam Aanleg en Onderhoud: steunpuntduurzaamheid@rws.nl

2 Eisen bij het berekenen van de MKI-waarde

Dit hoofdstuk bevat de algemene eisen voor het berekenen van een MKI-waarde.

2.1 Scope voor het berekenen van de MKI-waarde

- a. De scope voor het berekenen van de MKI-waarde dient te omvatten (uitgezonderd de materialen en producten genoemd in lid e):
 - I. materialen en producten die tijdelijk of permanent het projectgebied binnenkomen;
 - II. alle processen die benodigd zijn voor de realisatie van het werk (inclusief herstelwerkzaamheden);
 - III. vrijkomende materialen en producten die binnen het projectgebied toegepast worden;
 - IV. vrijkomende materialen en producten die niet binnen het projectgebied toegepast worden.
- b. Voor materialen, producten en processen die vallen onder 2.1 a I en II dient de MKI berekening gebaseerd te zijn op de gehele levenscyclus (LCA-fase A t/m D).
- c. Voor materialen, producten en processen die vallen onder 2.1 a III dient de MKI berekening gebaseerd te zijn op het vrijkomen van materialen en producten (LCA-fases C en D) en daarbij opgeteld de toepassing van de vrijgekomen materialen en producten in het projectgebied (LCA-fases A t/m D).
- d. Voor materialen, producten en processen die vallen onder 2.1 a IV dient de MKI berekening gebaseerd te zijn op het vrijkomen van materialen en producten (LCA-fases C en D).
- e. De volgende tijdelijke materialen en producten zijn uitgezonderd van de MKI berekening: tijdelijke hekwerken, bouwketen, tenten, steigers, rijplaten, tijdelijke plakstroken voor de wegmarkering, afvalbakken en containers voor het verrichten van de werkzaamheden.

2.2 Algemene eisen aan LCA data

- a. Bij het gebruik van Categorie 1, 2 en 3 data uit de NMD in de MKI-berekening dient de opdrachtnemer in het plan van aanpak MKI, zie paragraaf 4.2) aantoonbaar te maken dat de uitgangspunten waarmee die LCA-data zijn opgesteld representatief zijn voor de werkzaamheden.
- b. Indien Categorie 3 data (LCA-fases A1-A3+B+C+D) representatief zijn voor de toegepaste materialen en producten, dan vervalt de 30% opslag. LCA-fases A4 en A5 dienen project specifiek te worden bepaald op basis van de eisen uit paragraaf 3.2.
- c. Het is niet toegestaan om Categorie 3 data toe te passen waarvoor alleen de LCA-fases A1-A3 zijn uitgewerkt. Dit zijn incomplete LCA's.
- d. Indien LCA-fase A4 en/of A5 ontbreken voor Categorie 1 data en Categorie 3 data, dan dienen A4 en A5 project specifiek te worden bepaald op basis van de eisen uit paragraaf 3.2.
- e. Voor levenscyclusfases van materialen en producten die plaats vinden na het beëindigen van de overeenkomst (zoals fase C en D voor de einde levensduur verwerking) moeten voor Categorie 1 en 2 data de forfaitaire waarden en processen van de Bepalingsmethode overgenomen worden, inclusief het verwerkingsscenario einde leven⁴. In geval van hergebruik dient gerekend te worden met de forfaitaire afstand/ processen voor sloopresten en Grond, ongeacht de bepaling van het einde-afvalpunt.
- f. Voor verlies in de vorm van bouwafval op de bouwplaats (A5) gelden de forfaitaire waarden zoals beschreven in de Bepalingsmethode. Afwijkingen van deze forfaitaire waarden voor verlies in de vorm van bouwafval dienen onderbouwd te worden in het plan van aanpak MKI.
- g. Indien de MKI van materialen en producten een negatieve waarde heeft (ofwel kleiner is dan 0), dan dient gerekend te worden met een MKI-waarde gelijk aan 0, uitgezonderd vrijkomende materialen die niet binnen het projectgebied worden toegepast (zie 2.1 d).

2.3 Eisen aan Categorie 1 en 2 LCA data

- a. Er dient gebruik gemaakt te worden van de versies van de Bepalingsmethode, de Nationale Milieudatabase, de ecoinvent-database en eventueel een PCR zoals voorgeschreven in de overeenkomst.
- b. De Bepalingsmethode beschrijft rekenregels voor onvoorzien hergebruik op basis van een generieke factor voor hergebruik (H), toegepast op LCA-fases A1-A3, C3, C4 en D. Deze rekenregel mag niet toegepast worden om de MKI van hergebruikte materialen of producten te bepalen.
- c. Conform de Bepalingsmethode dient de MKI voor alle LCA-fases (A-D) integraal te zijn bepaald en gedocumenteerd volgens de eisen voor LCA-rapportages in paragraaf 2.8 van de Bepalingsmethode⁵.
- d. De opdrachtnemer dient aan te tonen dat de LCA getoetst is conform het NMD toetsingsprotocol en akkoord bevonden is door een Erkende LCA-deskundige die op het moment van toetsen voorkomt op de 'Lijst van LCA-deskundigen' welke door de Stichting NMD als toetser erkend zijn voor het toetsen van Categorie 1 en 2 data ten behoeve van opname in de Nationale Milieudatabase.

⁴ De forfaitaire waarden en processen uit paragraaf 2.6.3.7 van de Bepalingsmethode zijn toegepast in Categorie 3 data

⁵ Toelichting: een EPD (environment product declaration) is slechts een samenvattende verklaring welke (nog) niet (volledig) aan deze eis voldoet. Om die reden zijn item EPD's geen vervanging van de vereiste LCA-rapportage.

- e. De getoetste LCA-rapportages dienen aan de opdrachtgever verstrekt te worden voordat het betreffende materiaal in het werk is aangebracht; of, wanneer het een LCA-rapport voor een proces betreft, voordat de aanvang van het proces is gestart.
- f. Bij het aanleveren van Categorie 1 data gaat de opdrachtnemer ermee akkoord dat de opdrachtgever de data geanonimiseerd publiekelijk kan gebruiken.
- g. Bij het aanleveren van getoetste Categorie 1 data gaat de opdrachtnemer ermee akkoord dat de opdrachtgever deze Categorie 1 data nogmaals kan laten toetsen door een derde partij.
- h. Alle bovenstaande eisen gelden ook voor de LCA's die onderliggend zijn aan de aangeleverde LCA.

2.4 As Built Toetsingsprotocol

Voor het toepassen van het As Built Toetsingsprotocol gelden de volgende bepalingen.

- a. Indien het As Built Toetsingsprotocol toegepast dient te worden, dan geldt hiervoor het document zoals gepubliceerd op de website van de NMD⁶.
- b. Op het moment van opstellen van dit protocol zijn de procedures voor het benoemen van 'technisch deskundigen', zoals deze beschreven worden in het As Built Toetsingsprotocol, nog niet bekend. Tot deze procedures zijn vastgesteld, dient de opdrachtnemer de keuze voor de 'technisch deskundige' ter acceptatie voor te leggen aan de opdrachtgever.
- c. Voordat de materialen, producten en processen waarop het As Built Toetsingsprotocol van toepassing is in het werk worden aangebracht, dient aan de opdrachtgever en de Inspecteur de checklist, zoals beschreven in stap 1 van het As Built Toetsingsprotocol, te worden aangeleverd.
- d. De rapportage van de Inspecteur dient uiterlijk 4 maanden na het aanbrengen van het materiaal of product in het werk of het uitvoeren van het proces aan de opdrachtgever te worden verstrekt.
- e. Wanneer het uitvoeren van de As Built toets leidt tot een aangepaste LCA-rapportage, dan dient deze aangepaste LCA-rapportage uiterlijk 4 maanden na het aanbrengen van het materiaal of product in het werk of het uitvoeren van het proces aan de opdrachtgever te worden verstrekt.

⁶ As Built Toetsingsprotocol. Ten behoeve van milieudata van bouwproducten. Versie 1.0. 2021 ([link](#))

3 Eisen t.a.v. specifieke materialen en processen

Dit hoofdstuk bevat specifieke eisen aan materialen, producten en processen voor het berekenen van een MKI-waarde.

In geval van tegenstrijdigheden tussen de eisen in dit hoofdstuk en de eisen uit hoofdstuk 2 (algemene eisen) prevaleren de eisen uit dit hoofdstuk.

3.1 Eisen voor specifieke materialen en producten

3.1.1 *Asfalt*

- a. Indien men gebruik wil maken van Categorie 2 data voor wegverharding, dan dient men hiervoor uitsluitend de data te gebruiken uit de LCA rapportage van Ecochain en TNO (2022)⁷.
- b. De hoeveelheden asfalt dienen in kg of ton aangetoond te worden.
- c. Indien er gebruik wordt gemaakt van groen gas certificaten voor de productie van het asfalt, dan dient de MKI-waarde berekend te worden met fossiel aardgas.

3.1.2 *Beton*

- a. Voor civiele kunstwerken dienen de hoeveelheden betonmortel in m³ berekend en aangetoond te worden.
- b. Bij het opstellen van Categorie 1 en 2 data voor betonnen constructies, mag voor het bepalen van de MKI-waarde voor Module D geen uitsparing van cement worden gerekend voor toepassing van beton in wegfundering.

3.1.3 *Grond*

- a. Zie Bijlage A voor de definitie van Ingebrachte Grond, Grond binnen het werk en Vrijkomende Grond.
- b. Voor het berekenen van de MKI-waarde voor Grond binnen het werk geldt de volgende werkwijze.
 - I. Voor het berekenen van de MKI-waarde dient alleen een MKI-waarde bepaald te worden voor de LCA-fases A4 en A5 waarbij een eigen berekening gemaakt wordt op basis van de MKI-waarde uit bijlage C.
 - II. Omdat het hier grondverzet binnen het werk betreft, hebben LCA-fases A1-A3 een MKI-waarde van 0 en hebben LCA-fases B, C en D ook een MKI-waarde van 0.
- c. Voor het berekenen van de MKI-waarde voor Vrijkomende Grond gelden de volgende eisen.
 - I. Het gebruik van productkaarten uit de NMD in DuboCalc met het vinkje 'Vrijkomend materiaal' aan, is niet toegestaan, omdat in deze productkaarten de transportafstand van het vrijkomende materiaal niet aangepast kan worden.

⁷LCA Achtergrondrapport voor Nederlandse branchereferentiemengsels 2022. Conform NL-PCR asfalt 2.0 (Ecochain, TNO) ([link](#))

- II. Voor het berekenen van de MKI-waarde van vrijkomende Grond dienen alleen de MKI-waarden voor LCA-fasen C1 en C2 berekend te worden, ongeacht de bepaling van het einde-afvalpunt. Voor LCA-fasen C3, C4 en D dient een MKI-waarde van 0 gehanteerd te worden.
- III. Voor het berekenen van de MKI-waarde voor LCA-fase C1 en C2 dient gebruik gemaakt te worden van de MKI-waarden uit bijlage C.

Tevens gelden de volgende eisen voor de MKI-waarde voor Grond.

- d. De hoeveelheden materiaal voor droog grondverzet dienen berekend te worden in losse kuubs (m^3). Indien (in de ontwerpfase van het project) alleen data voorhanden zijn welke zijn uitgedrukt in vaste kuubs, dan dient een omrekenfactor gehanteerd te worden waarbij de vaste kuubs vermenigvuldigd worden met de factor 1,15 om tot losse kuubs te komen.
- e. De MKI-waarde dient aangetoond te worden door middel van een accurate registratie van:
 - I. herkomst van de Grond/Zand;
 - II. het aantal draaiuren van mobiele werktuigen en/of het brandstof- of energieverbruik van de mobiele werktuigen en
 - III. het aantal kilometers transportafstand van de aanvoer, verwerking en afvoer van Grond in combinatie met de milieuklasse en het type energiedrager van de voertuigen.

3.1.4 *Verkeerskundige draagconstructies*

- a. Voor de LCA van renoportalen dient voor de levensduur 50 jaar te worden aangehouden.

3.1.5 *Wegmarkering*

- a. Voor wegmarkering (lengtemarkering) dient de MKI-waarde voor doorlopende markering en onderbroken markering separaat berekend te worden. De data in de NMD betreffen één lijn met doorlopende markering. Voor het berekenen van de MKI-waarde van onderbroken markering o.b.v. de Categorie 3 data in de NMD dient een factor te worden gehanteerd die overeenkomt met de verhouding van de markering en tussenruimte (bijvoorbeeld 3:9).
- b. De data in de NMD (lengtemarkering, thermoplastisch) betreffen de MKI-waarde voor wegmarkering van 20 cm breed. Wanneer de markering smaller of breder is dan 20 cm, dan dient de berekening van de MKI-waarde daarop aangepast te worden bij toepassing van deze productkaart. Bijvoorbeeld: bij markering van 10 cm breed, dient de MKI-waarde uit de NMD vermenigvuldigd te worden met factor 0,5.

3.2 Eisen voor inzet van Materieel

3.2.1 *Scope voor het berekenen van de MKI-waarde*

- a. Het woon-werkverkeer van alle personen die werkzaamheden uitvoeren in het kader van de overeenkomst is onderdeel van de MKI scope, tenzij dit minder bedraagt dan 5% van de MKI.
- b. Indien voor energievoorziening gebruik gemaakt wordt van vaste of mobiele aggregaten of generatoren, dan dient daarvoor ook de MKI-waarde bepaald te worden en meegenomen te worden in de berekening.

3.2.2 *Eisen aan het berekenen van de MKI-waarde*

- a. Voor het berekenen van de MKI-waarde voor de inzet van Materieel dient gebruik gemaakt te worden van de MKI-waarden per functionele eenheid zoals opgenomen in Bijlage C.
- b. Indien gebruik gemaakt wordt van HVO in voertuigen en/of (mobiele) werktuigen, dan dient Opdrachtnemer de MKI-waarde van diesel in vergelijkbaar Materieel te gebruiken.

3.2.3 *Eisen aan Categorie 1 data*

- a. Het is niet toegestaan om de MKI-waarde van voertuigen en mobiele werktuigen te berekenen op basis van Categorie 1 data of Categorie 2 data.
- b. Voor energiedragers in vaartuigen mogen Categorie 1 data worden opgesteld waarbij:
 - I. voor werkschepen de MKI-waardes voor kapitaalgoederen (uit LCA-fase B1) dienen te worden overgenomen uit bijlage D ongeacht de voorgeschreven versies van de SBK Bepalingsmethode en ecoinvent;
 - II. voor de productie en het transport van de energiedrager dient de MKI-waarde van LCA-fase A1 t/m A4 worden overgenomen uit bijlage D;
 - III. alle afwijkingen ten opzichte van de Processendata in de NMD bij het opstellen van Categorie 1 data dienen expliciet getoetst te worden door een Erkend LCA-deskundige.

3.2.4 *Eisen aan het aantonen van de MKI-waarde*

De MKI-waarde dient berekend te worden op basis van het werkelijke brandstof- en energieverbruik. Hiervoor gelden de volgende eisen:

- a. De opdrachtnemer dient voor werkschepen en mobiele werktuigen en het transport op de bouwplaats het verbruik in het aantal tonnen brandstof of in de hoeveelheid gebruikte energie (kWh of MJ) te berekenen en onderbouwen. Hiermee maakt de opdrachtnemer aantoonbaar dat de gekozen processen voor de MKI-waarde overeenkomen met de realisatie.
- b. De opdrachtnemer dient desgevraagd de volgende informatie te kunnen leveren ten behoeve van de onderbouwing van het gestelde in sub a. van deze paragraaf.
 - I. De naam en het type van het ingezette Materieel
 - II. Het type motor / verbranding
 - III. Datum en tijdstip van aanvoer en afvoer van het Materieel
 - IV. De locatie(s) van de werkzaamheden
 - V. Het type energiedrager dat wordt gebruikt
 - VI. Het verbruik gerelateerd aan de tijd
 - VII. De meetmethode(s) van het verbruik
 - VIII. Analyse van het verbruik en vermelding van bijzonderheden
 - IX. Eventuele storingen van de registratiesystemen
- c. De opdrachtnemer kan de MKI voor transportmiddelen voor aanvoer van materialen en producten (LCA-fase A4) of afvoer van vrijkomende materialen en producten binnen de projectscope (LCA-fase C2, zie 2.1a, c en d) onderbouwen op basis van de processen in de Nationale Milieudatabase in tonkilometer (tkm) of de waarden in bijlage C (per eenheid energiedrager).
 - I. Indien de MKI wordt onderbouwd op basis van de toegepaste hoeveelheid energiedrager, dan is sub b. van deze paragraaf van toepassing
 - II. Indien de MKI wordt onderbouwd op basis van tkm, dan dient de opdrachtnemer desgevraagd de volgende informatie te kunnen leveren ten behoeve van de onderbouwing.
 - i. Het type motor / verbranding
 - ii. Het type energiedrager
 - iii. De afgelegde afstand
 - iv. De beladingsgraad
 - v. De meetmethode(s)
 - vi. Analyse van het verbruik en vermelding van bijzonderheden
 - vii. Eventuele storingen van de registratiesystemen
- d. De opdrachtnemer dient een registratiesysteem voor het energie- en/of brandstofverbruik met een nauwkeurigheid van minimaal 95% toe te passen.
- e. Het registratiesysteem voor het energie- en/of brandstofverbruik dient voor 98% van de tijd met de geëiste nauwkeurigheid te functioneren.
- f. De opdrachtnemer dient storingen aan het registratiesysteem voor het energie- en brandstofverbruik binnen 24 uur te melden aan de opdrachtgever en binnen 72 uur te verhelpen vanaf het moment van constateren van de storing.
- g. Indien Materieel minder dan 20% van de totale MKI-waarde veroorzaakt, dan is het voldoende om de aannames omtrent inzet en verbruik (sub b) van Materieel aannemelijk te maken en hoeft het registratiesysteem niet te voldoen aan subs d-f.

3.3 Eisen t.a.v. energieverbruik assets

De volgende eisen zijn van toepassing indien in de contracteisen de MKI-waarde van het energieverbruik is opgenomen in de scope van de berekening. Waar in deze paragraaf de term 'energie' staat, wordt zowel elektrische energie als energie uit brandstof bedoeld.

- a. De opdrachtnemer geeft in een bijlage bij de MKI-berekening, middels een energieberekening, inzicht in het energieverbruik én de energieopwekking (indien van toepassing) van de installaties in de scope van de opdracht. Geef inzicht in het gebruik per jaar bij normaal bedrijf van de installaties.
- b. Het totale energieverbruik over de opgegeven levensduur dient in de MKI-berekening ingevoerd te worden.
- c. In de overeenkomst kan bepaald zijn dat het verrekenen van opgewekte energie niet mag worden meegenomen in de MKI-berekening.
- d. Het toepassen van Categorie 1 data voor elektriciteit is niet toegestaan.
- e. Indien er meer elektriciteit wordt gebruikt dan opgewekt (negatief saldo) en/of opgewekte energie niet meegenomen mag worden in de MKI-berekening, dan dient de opdrachtnemer te rekenen met de volgende productkaart (Categorie 3a-data): 'Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (73% grijs, 27% hernieuwbaar)' uit de voorgeschreven versie van de Nationale Milieudatabase.
- f. Indien er minder elektriciteit wordt gebruikt dan opgewekt (positief saldo) én het is toegestaan om de opgewekte energie in de MKI-berekening op te nemen, dan dient voor de netto export van de opgewekte energie gerekend te worden met substitutiebaton gelijk aan het geëxporteerde energie-equivalent. Voor substitutie moet de technisch meest equivalente productkaart Categorie 3 uit de Nationale Milieudatabase worden toegepast. Dit betekent bijvoorbeeld dat wanneer energie opgewekt met fotovoltaïsche zonnepanelen wordt geëxporteerd dat dit energie opgewekt met fotovoltaïsche zonnepanelen substitueert.

4 Eisen aan plannen en rapportages

De opdrachtnemer dient na opdrachtverlening aan te tonen dat de aangeboden MKI-waarde voor het werk op een beheerste wijze wordt gerealiseerd. Hiermee sluit MKI aan bij de standaard wijze van kwaliteitsmanagement, inclusief een plan van aanpak MKI, voortgangsrapportages en een opleverdossier. Dit vormt de basis voor interactie over het onderwerp en de risicobeheersing omtrent MKI.

In de contracteisen is bepaald wanneer en hoe vaak de documenten aangeleverd dienen te worden. In dit hoofdstuk staat aanvullend beschreven aan welke eisen de documenten dienen te voldoen.

De opdrachtgever kan bij het toetsen van het plan van aanpak MKI, de voortgangsrapportages en de eindrapportage aanvullend bewijsmateriaal opvragen voor aantoning van de gerapporteerde MKI-waarden.

4.1 Restscope

Om administratieve last gedurende de uitvoering van het project te reduceren, kan de opdrachtnemer een voorstel doen om gebruik te maken van restscope in de voortgangsrapportages. Dit houdt in dat een gedeelte van de scope van de MKI-waarde, op alternatieve wijze wordt gemonitord en gerapporteerd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan financiële onderbouwing. Ten minste 95% van de totale MKI-waarde dient gedurende de voortgang nauwkeurig onderbouwd te worden. De restscope omvat kleine posten zonder duurzame maatregelen (maximaal 5% van de scope, op basis van Categorie 3 data). De wijze van monitoren dient middels het plan van aanpak MKI vastgesteld te worden. Zowel de initiële berekening in het plan van aanpak MKI, als het opleverdossier (inclusief opleverdossiers van deelprojecten) dienen wel een nauwkeurige onderbouwing van de volledige scope te omvatten.

4.2 Eisen aan het plan van aanpak MKI

Het plan van aanpak MKI dient ten minste de volgende onderdelen te bevatten.

- a. Een overzicht van de contracteisen voor de berekening van de MKI-waarde
- b. Een onderbouwing van de aangeboden MKI-waarde volgens het format zoals opgenomen in Bijlage B, in bewerkbaar bestand (bijvoorbeeld Excel) en inclusief bronvermelding
- c. Een onderbouwing van de representativiteit van de LCA per LCA-fase voor alle toegepaste materialen, producten en processen (ongeacht of het Categorie 1, 2 of 3 data betreffen)
- d. Een overzicht van duurzaamheidsmaatregelen die bijdragen aan de aangeboden MKI-waarde
- e. Een overzicht van de vijf grootste risico's voor het behalen van de aangeboden MKI-waarde, inclusief bijbehorende beheersmaatregelen
- f. De wijze waarop gedurende de looptijd van het contract en bij oplevering aantoonbaar wordt gemaakt welke MKI-waarde wordt behaald en hoe deze zich verhoudt tot de aangeboden MKI-waarde, inclusief hoeveelheden, uitgangspunten in de data, uitvoeringswijze en bewijsstukken
- g. Een overzicht van de LCA-adviseurs die de Categorie 1 data zullen opstellen en de Erkend LCA-deskundigen die de onafhankelijke toets zullen uitvoeren en een

- bijbehorende planning daarbij
- h. De wijze waarop wordt omgegaan met contractwijzigingen in relatie tot de berekening van de MKI-waarde
- i. Een tijdsgebonden aanpak, inclusief afstemming met de opdrachtgever, zoals interactie, het vastleggen van afspraken en (interne) audits.

4.3 Eisen aan de voortgangsrapportages berekenen MKI-waarde

De voortgangsrapportages dienen ten minste de volgende onderdelen te bevatten:

- a. Volgens het format zoals bijgevoegd in Bijlage B in bewerkbaar bestand (bijvoorbeeld Excel) en inclusief bronvermelding een berekening van de:
 - I. prognose van de te realiseren MKI-waarde op basis van de tot dan toe beschikbare ontwerp- en/of realisatie- en/of as-built-gegevens
 - II. tot dan toe gerealiseerde MKI-waarde
 - III. initieel berekende MKI-waarde vanuit het plan van aanpak MKI en voorgaande voortgangsrapportage.
- b. Voortgang (en afwijkingen) op de werkwijze zoals beschreven in het plan van aanpak MKI
- c. Een overzicht van duurzame maatregelen in het werk en bijbehorende voortgang, inclusief eventuele verbetermaatregelen indien uit de prognose blijkt dat de aangeboden MKI-waarde mogelijk niet wordt behaald
- d. Voortgang in de grootste risico's voor het behalen van de MKI-waarde en bijbehorende beheersingsmaatregelen
- e. Onderbouwing van de MKI-waarde van Categorie 1 data door middel van LCA-rapporten, toetsrapporten, Excel-bestanden en bewijsmateriaal dat de informatie in de LCA-rapporten overeenkomt met de werkelijke uitvoeringswijze
- f. Onderbouwing van de gekozen alternatieve productkaarten uit de NMD bij het berekenen van de MKI-waarde voor materialen, producten en processen die ontbreken in de NMD
- g. Een overzicht van voorgestelde en overeengekomen wijzigingen voor de scope van berekening van de MKI-waarde en hun implicaties voor de te behalen MKI-waarde, opgenomen in de rapportage en als losse regel in het format zoals bijgevoegd in Bijlage B.

4.4 Eisen aan de eindrapportage berekenen MKI-waarde

De eindrapportage dient ten minste de volgende onderdelen te bevatten.

- a. De onderbouwde berekening van de volledige gerealiseerde MKI-waarde, volgens het format zoals opgenomen in Bijlage B, in bewerkbaar bestand (bijvoorbeeld Excel) en inclusief bronvermelding
- b. Een overzicht van de eerder gerapporteerde MKI-waarden in het plan van aanpak MKI en de voortgangsrapportages, inclusief de significante trends, afwijkingen en ontwikkelingen
- c. Onderbouwing van de MKI-waarde van Categorie 1 data door middel van LCA-rapporten en toetsrapporten van de Erkende LCA-deskundigen en bewijsmateriaal dat de informatie in de LCA-rapporten overeenkomt met de werkelijke uitvoeringswijze
- d. Analyse van de verschillen tussen de Categorie 1 data en de referentiedata (exclusief 30% opslag voor Categorie 3 data) per LCA-fase data. Voor de levenscyclus fases waar de MKI van de Categorie 1 data niet overeenkomen met de referentiedata dient verklaard te worden waarom afwijking noodzakelijk is voor de representativiteit van de data
- e. Een overzicht van voorgestelde en overeengekomen wijzigingen voor de scope van de berekening van de MKI-waarde en hun implicaties voor de behaalde MKI-waarde
- f. Afwijkingen op de werkwijze zoals beschreven in het plan van aanpak MKI
- g. Bij het gebruik van data uit de NMD via DuboCalc: via de knop 'Rapporteren' dient alle data die uit de NMD zijn gebruikt, getoond te worden door middel van de PDF rapportage van de berekening middels het 'Standaard Rapport' en de export in Excel middels de knop 'Totaal Overzicht'
- h. Bij het gebruik van data uit DuboCalc: het bestand met de DuboCalc-berekening (in .pdc format)
- i. Een overzicht van getroffen duurzaamheidsmaatregelen in het werk
- j. Indien energieverbruik tijdens de meerjarige onderhoudsperiode onderdeel is van de scope van de MKI-berekening, dan dient het jaarlijks verwachte gemiddelde energieverbruik onderbouwd te worden
- k. Aanbevelingen aan de opdrachtgever voor toekomstige projecten.

Bijlage A Definities, termen en afkortingen

Term of afkorting	Uitleg
As Built toets	Toets op basis van het As Built Toetsingsprotocol
As Built Toetsingsprotocol	Dit toetsingsprotocol is aanvullend op het NMD-Toetsingsprotocol en kan van toepassing worden verklaard in de contracteisen van het project.
Bepalingsmethode	Bedoeld wordt de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken' zoals beheerd door Stichting NMD.
Categorie 1 data	Dit zijn productspecifieke (merkgebonden) of projectspecifieke LCA's. Deze LCA's dienen opgesteld te zijn conform de eisen voor Categorie 1 data in de Bepalingsmethode en hoofdstuk 2 en 3 van dit document.
Categorie 2 data	Dit zijn branchegemiddelde (merkongebonden) LCA-data van groepen fabrikanten en/ of toeleveranciers. Deze LCA's dienen opgesteld te zijn conform de eisen voor Categorie 2 data in de Bepalingsmethode en de eisen in hoofdstuk 2 en 3 van dit document.
Categorie 3 data	Merkongebonden LCA-data van de NMD met een ophoogfactor van 30%. Deze data zijn opgesteld conform het protocol opstellen en peer reviews cat3 data GWW en de achterliggende LCA rapportage is beschikbaar bij de NMD ten behoeve van het beoordelen van de representativiteit van de data conform de eisen in hoofdstuk 2 en 4.
Categorie 3a data	Merkongebonden LCA-data van de NMD voor externe energielevering en energiedragers zonder 30% ophoogfactor.
Erkende LCA-deskundige(n)	LCA-adviseur die door Stichting NMD is erkend als deskundige waarbij deze op het moment van toetsen van de LCA voorkomt op de 'Lijst van LCA-deskundigen die door de Stichting NMD als toetser erkend zijn voor het toetsen van Categorie 1 en 2 data ten behoeve van opname in de Nationale Milieudatabase', beheerd door Stichting NMD. De lijst van Erkende LCA-deskundigen is te downloaden op www.milieudatabase.nl
Grond	Grond bestaat uit alle gebonden en ongebonden grondachtige materialen, bijvoorbeeld, zonder limitatief te zijn: klei, veen, baggerspecie, Zand, grind, steenachtige materialen, IBC-materialen, grondvervangers, samenstellingen van deze materialen etc. Binnen de MKI-berekening wordt met betrekking tot Grond onderscheid gemaakt tussen drie typen werkzaamheden: 1. Ingebrachte Grond: Grond die vanuit een grondbank of rechtstreeks vanuit de bron (winningslocatie) of vanuit een ander werk het projectgebied wordt ingebracht, al dan niet via een tijdelijk depot.

	2. Grond binnen het werk: grondverzet binnen het werk, waarbij vrijkomende Grond uit het projectgebied, al dan niet na ophoogfactor in een tijdelijk depot, weer wordt gebruikt binnen het projectgebied. 3. Vrijkomende Grond: Grond die vrijkomt uit het projectgebied, welke wordt afgevoerd naar een grondbank, een ander werk of een (andere) definitieve verwerkingslocatie (dus geen tijdelijk depot). In de data van de NMD heeft de term Grond (in tegenstelling tot Zand) betrekking op materiaal dat eerder toegepast is geweest onder/in een ander bouwwerk.
GWW	Grond-, Weg- en Waterbouw.
Inspecteur	De Inspecteur is een term afkomstig uit het As Built Toetsingsprotocol. In dat protocol wordt de rol en kenmerken van een Inspecteur beschreven.
LCA	Levenscyclusanalyse (of: life cycle analysis): internationale methodiek ter kwantificering van milieukosten, gebaseerd op de EN15804.
LCA-fase	Levenscyclusfases zoals in de Bepalingsmethode staan beschreven. Dit zijn bijvoorbeeld fase A1 t/m A5 van een LCA.
Materieel	Alle voer-, vaar- en werktuigen die gebruik maken van energiedragers.
MKI-waarde	Milieukostenindicator-waarde: de eenheid van het resultaat van de berekening van de 11 milieu-impact-categorieën conform de Bepalingsmethode.
Module	Met Module wordt gerefereerd op de vier hoofdfases die in een LCA wordt onderscheiden. Een LCA is opgebouwd uit Module A t/m D. Elke Module bestaat uit meerdere LCA-fases, zoals A1 t/m A5. Meer hierover staat in de Bepalingsmethode.
Nationale Milieudatabase (NMD)	De Nationale Milieudatabase is de bron van de bibliotheek met LCA-informatie in DuboCalc en wordt beheerd door Stichting NMD.
PCR	Product Category Rules of Product Categorie Regels: dit zijn specifieke LCA-rekenregels voor een bepaald type materiaal, product of proces.
Processendata	Dit zijn data in de NMD die beschikbaar zijn voor het berekenen van de MKI-waarde voor de inzet van transportmiddelen en Materieel, voornamelijk ten behoeve van LCA-fase A4 en A5 van LCA's / MKI-berekeningen. Deze data zijn te vinden bij de hoofdstuknummers met vier getallen, zoals bijvoorbeeld hoofdstuk 1010, 1020, 2000, etc.
Zand	Zand heeft betrekking op materiaal van een winlocatie (in tegenstelling tot Grond).

Meer begrippen die spelen bij het gebruik van de Bepalingsmethode en de Nationale Milieudatabase, staan op deze website: <https://milieudatabase.nl/faq/begrippenlijst/>

Bijlage B Format voortgang MKI-waarde

Het rapportage format is geïntegreerd in DuboCalc en kan uitgedraaid worden bij gebruik van DuboCalc.

Indien een opdrachtnemer niet met DuboCalc werkt, kan een leeg format worden opgevraagd via het steunpunt duurzaamheid: steunpuntduurzaamheid@rws.nl.

Bijlage C MKI-waarden Materieel

Categorie Materieel	Specificatie Materieel	Type energiedrager	Eenheid	MKI (fase A-D)	kg CO ₂ eq. (fase A-D)	Bron (#)
Vaartuigen (werkschepen)		HFO	ton	681	3826	Bron 4
		MGO pre Tier I	ton	559	3890	Bron 5
		MGO Tier II	ton	520	3890	Bron 5
		MGO Tier III	ton	409	4000	Bron 5
		LNG 80%, MGO 20%	ton	378	4910	Bron 5
		HVO	ton	375	980	Bron 4
		GTL	ton	481	4852	Bron 4
		Bio-LNG	ton	318	3290	Bron 4
		Waterstof (elektrolyse grijs)	ton	2180	32300	Bron 1/4
		Waterstof (elektrolyse groen)	ton	1000	4610	Bron 1/4
		Waterstof (SMR grijs)	ton	600	11500	Bron 1/4
		Waterstof (SMR groen)	ton	540	10100	Bron 1/4
Vaartuigen (transport ⁸⁹)	Binnenvaart schip	Diesel	liter	0,49	4,11	Bron 6
	Zeeschip	MGO	ton	732	3764	Bron 4/6
Voertuigen (personenvervoer)		Diesel / HVO	liter	0,73	5,94	Bron 3/2
		Benzine	liter	0,56	5,26	Bron 3/2
		Elektrisch (groen)	kWh	0,047	0,19	Bron 1
		Elektrisch (grijs)	kWh	0,067	0,64	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse grijs)	kg	2,76	33,6	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse groen)	kg	1,49	5,80	Bron 1
		Waterstof (SMR grijs)	kg	1,09	12,7	Bron 1
		Waterstof (SMR groen)	kg	1,02	11,3	Bron 1

⁸ Voor aanvoer van materialen en producten (LCA-fase A4), of voor de afvoer van vrijkomende materialen binnen de project scope (LCA-fase C2, zie 2.1a, c en d) mogen voor vrachtwagens en transportschepen zowel de gegevens in deze tabel gehanteerd worden (per eenheid energiedrager) als transportprocessen (in tkm) in de Nationale Milieudatabase

⁹ Voor aanvoer en afvoer van materialen en producten in LCA fase A2 en C2 (buiten de projectscope – zie 2.2 e) mag uitsluitend gebruik gemaakt worden van de transportprocessen in de Nationale Milieudatabase

Categorie Materieel	Specificatie Materieel	Type energiedrager	Eenheid	MKI (fase A-D)	kg CO ₂ eq. (fase A-D)	Bron (#)
Voertuigen (vrachtwagens ^{9,10})	EURO 5	Diesel / HVO	liter	0,41	4,77	Bron 2
		GTL	liter	0,39	5,10	Bron 2
	EURO 6	Diesel / HVO	liter	0,39	4,79	Bron 2
		GTL	liter	0,37	5,12	Bron 2
		Elektrisch (groen)	kWh	0,043	0,23	Bron 1
		Elektrisch (grijs)	kWh	0,063	0,68	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse grijs)	kg	2,43	33,1	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse groen)	kg	1,25	5,35	Bron 1
		Waterstof (SMR grijs)	kg	0,84	12,2	Bron 1
		Waterstof (SMR groen)	kg	0,78	10,8	Bron 1
(Mobiele) voertuigen	Stage IIIB	Diesel / HVO	liter	0,35	3,46	Bron 1
		GTL	liter	0,41	4,69	Bron 1
	Stage IV	Diesel / HVO	liter	0,33	3,50	Bron 1
		GTL	liter	0,39	4,72	Bron 1
	Stage V	Diesel / HVO	liter	0,36	3,50	Bron 1
		GTL	liter	0,42	4,72	Bron 1
		Elektrisch (groen)	kWh	0,048	0,17	Bron 1
		Elektrisch (grijs)	kWh	0,068	0,63	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse grijs)	kg	2,36	32,2	Bron 1
		Waterstof (elektrolyse groen)	kg	1,17	4,47	Bron 1
		Waterstof (SMR grijs)	kg	0,80	11,4	Bron 1
		Waterstof (SMR groen)	kg	0,74	10,0	Bron 1

Bron 1: LCA Rapportage Categorie 3 data nationale Milieudatabase. Brandstof-machinecombinaties. Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen. V1.5

Bron 2: DuboCalc V6 (6 juni 2024)

Bron 3: Ecoinvent report No. 14Transport Services Data v2.0 (2007)

Bron 4: Milieuprofielen van scheepsbrandstoffen ten behoeve van opname in de nationale Milieudatabase. TNO 2016 R10662

Bron 5: Update milieuprofielen van scheepsbrandstoffen ten behoeve van opname in de nationale Milieudatabase; Deel A: fossiele brandstoffen. TNO 2021 R11430a

Bron 6: Ecoinvent 3.6

Bijlage D MKI Vaartuigen: Energiedragers en kapitaalgoederen

Type energiedrager	Eenheid	MKI Energiedrager (fase A1-A4)	MKI Kapitaalgoederen (uit fase B)
HFO	ton	144	30
MGO ^[1]	ton	105	30
LNG 80%, 20% MGO	ton	110	30
HVO ^[2]	ton	179	30
GTL	ton	205	30
FAME ^[2]	ton	208	30
Bio-LNG ^[2]	ton	269	30
Waterstof (elektrolyse grijs)	ton	2133	30
Waterstof (elektrolyse groen)	ton	952	30
Waterstof (SMR grijs)	ton	550	30
Waterstof (SMR groen)	ton	490	30

[1] van toepassing op alle brandstoffen o.b.v. aardolie (niet limitatief: diesel, MDO, ULSD), uitgezonderd HFO.

[2] van toepassing ongeacht de gebruikte grondstof