

TOELICHTING IMPACTANALYSE WEEGSET A2, ECOINVENT 3.9.1 I.C.M. METHODE EF3.1

Opdrachtgever : Stichting NMD
Contactpersoon : Jonas van der Ham
Auteur : Branco Schipper, SGS Search
Datum : 02-09-2024

Dit document opent met de conclusie van de impactanalyse van de aanstaande wijzigingen van de Bepalingsmethode m.b.t. weegset A2, ecoinvent 3.9.1 en de EF3.1 methode. Een uitgebreide toelichting op de impactanalyse wordt gegeven vanaf pagina 3 van dit document.

Conclusie

De weegset en de aangewezen ecoinvent database in de Bepalingsmethode worden aangepast om met de door EN15804+A2 voorgeschreven methode te kunnen rekenen. Het effect op de MKI van de gezamenlijke wijzigingen is significant. Voor de meeste producten zal de MKI toenemen met een factor 1,4-2,1 door een groter aantal milieueffecten en een hogere weegfactor voor klimaatverandering. Deze toename is eerder geduid in een [specifieke B&U analyse](#), en is meegenomen in de voorgenomen [uitbreiding van milieuprestatie-eisen voor gebouwen](#). Het effect, dat d.m.v. een impactanalyse in kaart is gebracht, is echter heel verschillend per product- en materiaalgroep. De algemene tendens is een relatief grotere stijging voor materiaalgroepen waarbij het zwaartepunt van de MKI volgens set A1 op klimaatverandering en de fijnstof component van Humane toxiciteit ligt (bijv. beton, hout, asfalt, staal). Materialen waarbij het zwaartepunt van de MKI volgens set A1 op Humane toxiciteit (exclusief fijnstof) ligt, stijgen veel minder volgens de methode van set A2 of dalen zelfs t.o.v. de A1 MKI (bijv. RVS, koper, aluminium). Voor sommige productgroepen zijn de wijzigingen zo groot en divers dat de nieuwe methode leidt tot een andere voorkeursvolgorde in de selectie van de laagste milieuimpact wanneer producten of processen worden vergeleken.

Dergelijke LCA vergelijkingen worden in twee sectoren gedaan, GWW en B&U, alhoewel essentiële verschillen bestaan in de manier waarop wordt vergeleken. Deze verschillen hebben geleid tot een impactanalyse op verschillende niveaus. Alhoewel de wijzigingen in de achtergrond database en methode gelijk zijn voor beide sectoren, zijn de aandachtspunten in de conclusie verschillend.

In de GWW worden vergelijkingen gemaakt in het aanbestedingstraject van bouwprojecten. Aangezien enkele producten, materialen of processen de project-MKI kunnen domineren, en het aantal materialen en de diversiteit in projecten groot is, is de impact van A2 MKI erg afhankelijk van het dominante materiaal in een project. Bovendien is de analyse groep van 50 milieuverklaringen in deze analyse mogelijk niet voldoende toereikend om de impact van A2 voor alle projecten, processen, materialen en producten goed te voorspellen. Zodra de NMD alle categorie 3 data beschikbaar stelt wordt het mogelijk om voor alle producten en processen de A2 MKI te analyseren. In GWW aanbestedingen wordt bovendien soms slechts een deel van de totale levenscyclus beschouwd (alleen fase A). Een aandachtspunt bij dit type aanbestedingen is dat de impactcategorie klimaatverandering, biogeen CO₂ in fase A een negatieve score kan hebben welke doorwerkt in een lage of negatieve MKI.

In de B&U wordt de methode gebruikt om MPG-berekeningen te maken. MPG-berekeningen omvatten een compleet gebouw, waardoor de variatie minder afhankelijk is van één dominant materiaal in een project, maar wel van de gekozen bouwwijze of het type gebouw. Op het niveau van gebouwelementen zien we wisselende resultaten en soms beperkte relatieve verschillen tussen de zwaar conventioneel, tunnelbouw en houtskeletbouw bouw wijzen. Op gebouw en gebouwelementniveau zien we dat de A2 MKI ongeveer twee keer hoger ligt in vergelijking met A1. Dat is in lijn met de verschilfactor van materialen die in grote hoeveelheden gebruikt worden in de B&U, zoals beton, hout, staal en glas.

Voor een gedetailleerd overzicht van gedetailleerde resultaten van de impactanalyse verwijzen we naar bijlage B en C van dit document (voor GWW producten en processen) en bijlage V en VI van het rapport "[Nadere analyse implementatie bepalingmethode versie A2](#)" (voor B&U producten).

Inhoudsopgave

Conclusie	1
Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
Aanstaande wijzigingen	3
<i>Ecoinvent</i>	3
<i>MKI op basis van EN15804+A2</i>	3
<i>Environmental Footprint karakterisatie methode</i>	3
Correcties achtergronddatabase	4
Globale verschillen	4
Verschillen uitgelicht	5
<i>GWW - Geleiderails – Conventioneel vs. Biobased materialen</i>	5
<i>GWW - Middenspanningkabels – Diverse metalen</i>	7
<i>GWW - Energiedragers</i>	7
<i>GWW - Asfalt – toepassing secundaire materialen</i>	10
<i>GWW - Rioleringsbuizen – Beton en kunststof</i>	10
<i>B&U: Tussenwoning 10-S – dichte gevel</i>	11
<i>B&U - Tussenwoning 10-S – verdiepingsvloer</i>	12
Bijlage A – Gedetailleerde uitleg m.b.t. correcties in achtergronddatabase	14
Bijlage B – Overzicht resultaten GWW milieuverklaringen	20
Bijlage C – Zwaartepuntanalyse GWW milieuverklaringen	21

Inleiding

In het kader van de overgang naar een nieuwe versie van ecoinvent (3.9.1), een nieuwe karakterisatie methode (EF3.1, voorgeschreven volgens EN15804+A2) en introductie van een weegset voor 'set A2' resultaten, is een impactanalyse uitgevoerd om een goed beeld te krijgen van de aanstaande veranderingen. Met de resultaten van de impactanalyse is eerder een analyse gepubliceerd van de effecten van de aanstaande wijzigingen op de milieuprestatie gebouwen (MPG) genaamd "[Nadere analyse implementatie Bepalingsmethode versie A2](#)". Onderdelen van die publicatie zijn ook in dit document aangehaald. Deze memo informeert over de aanstaande wijzigingen, de verschillen die dit teweeg brengt t.o.v. de huidige situatie, en geeft nadere informatie over gedane correcties in de processendatabase.

Meer informatie over de effecten van de aanstaande wijzigingen en het verloop van de invoer van deze wijzigingen kan worden gevonden via [de website van st. NMD](#).

Aanstaande wijzigingen

Er zijn drie veranderingen aanstaande voor de bepalingmethode welke betrekking hebben op de processendatabase, die hieronder stuk voor stuk worden beschreven. Om duidelijkheid te kunnen verschaffen over de impact van de combinatie aan veranderingen is een impactanalyse uitgevoerd voor B&U en GWW onderdelen van de NMD.

Ecoinvent

Het betreft een update van ecoinvent, van versie 3.6 naar versie 3.9.1. Dit is een grote stap, waarin meerdere updates van de ecoinvent database in één keer worden ingevoerd. Ecoinvent beschrijft onder andere updates en toevoegingen aan datasets in de categorieën metalen, houtproducten, batterijen, chemicaliën, plastics en afvalverwerking. Ook is een correctie gemaakt voor allocatie van vastgelegd CO₂ in biomassa, iets wat voorheen voornamelijk d.m.v. economische allocatie aan hout werd toegerekend, en in mindere mate aan de rest producten. Dat was niet in lijn met de EN15804, wat voorschrijft fysieke stromen te volgen voor de koolstofbalans. In deze update wordt deze balans grotendeels hersteld.

MKI op basis van EN15804+A2

De methode waarop de MKI (milieukostenindicator) score wordt gebaseerd zal aangepast worden naar de set impactcategorieën voorgeschreven door EN15804+A2 (ook wel 'set A2' genoemd). De nieuwe set bevat 19 impactcategorieën (tegenover 11 van de huidige methode) en is gebaseerd op verder ontwikkelde wetenschappelijke inzichten. De nieuwe impactcategorieën zijn deels een uitsplitsing van effecten die ook in 'set A1' waren opgenomen, zoals een eigen categorie voor fijnstof emissie wat in set A1 nog onder de categorie humane toxiciteit viel. Ook worden biogene CO₂ emissies en CO₂ emissies door transformatie van landgebruik beide in een eigen categorie beoordeeld. Toevoegingen betreffen landgebruik, ionische straling en waterschaarste. Sinds juli 2020 wordt 'set A2' al berekend volgens de Bepalingsmethode, maar nog niet gebruikt in de omrekening naar een MKI. Dat betekent dat er ook een nieuwe weegset in gebruik zal worden genomen om resultaten in set A2 om te rekenen naar een MKI. Op 21 juni 2024 is [het ontwerpbesluit](#) met daarin het voorstel voor de weegset aangeboden aan de kamer. De gekozen set bevat weegfactoren voor 19 impactcategorieën, zoals deze eerder zijn opgesteld door CE Delft. In de weegfactor voor landgebruik is een correctie gedaan zodat deze categorie minder zwaar meeweegt in de MKI. De volledige set is in te zien in [dit document](#), in tabel 4.

Environmental Footprint karakterisatie methode

De achterliggende karakterisatie methode achter 'set A2' wordt ook geüpdatet van versie EF3.0 naar EF3.1. Dit wordt voorgeschreven door de JRC waarnaar wordt verwezen vanuit de EN15804+A2. De methode bestaat uit een grote set karakterisatiefactoren welke het effect van een specifieke emissie beschrijven t.o.v. de impactcategorie waar deze in valt. Zo heeft methaan een karakterisatiefactor van 29,8 kg CO₂-eq/kg, wat aangeeft dat methaan een 29,8 keer zo sterk broeikasgas is. In de nieuwe methode worden o.a. (locatie-afhankelijke) karakterisatiefactoren toegevoegd in de impactcategorieën ecotoxiciteit en humane toxiciteit. Ook wordt voor ruim 14.500 flows de karakterisatiefactor aangepast, voornamelijk in de impactcategorie ecotoxiciteit, en in mindere mate in de categorieën klimaat verandering, verzuring en humane toxiciteit. Dit gaat om zowel kleine als grotere wijzigingen in individuele karakterisatiefactoren. Ter illustratie, de EF3.1 methode bevat totaal bijna 277.000 unieke (niet regio gebonden) flows (*emissies i.c.m. subspecificatie zoals 'emission to air, indoor' of 'emission to urban air'*). Een overzicht van de precieze wijzigingen kan worden gevonden via deze [link](#) (Change Log).

Correcties achtergronddatabase

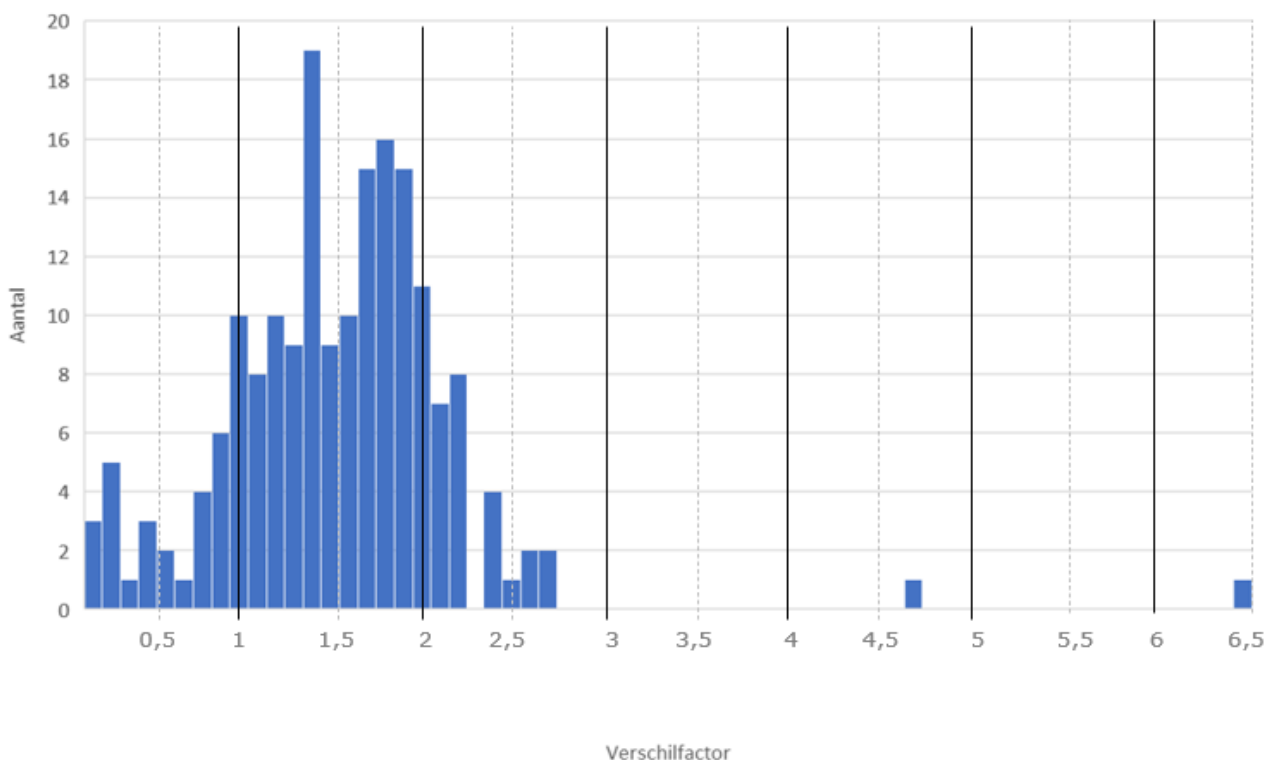
In de impactanalyse zijn de verschillen tussen de huidige MKI (o.b.v. set A1) en de 'nieuwe' MKI (o.b.v. set A2) in kaart gebracht. De opvallende resultaten (resultaten die buiten de gemiddelde verschilverhouding vallen) zijn daarbij zorgvuldig geanalyseerd om de oorzaak van de grote verandering te kunnen begrijpen en eventuele fouten in achtergronddatabase ecoinvent op te sporen. Extra aandacht is daarbij uitgegaan naar de nieuwe impact categorieën.

Deze exercitie heeft geleid tot een aantal wijzigingen aan de NMD-processendatabase en ecoinvent, om fouten en inconsistenties te corrigeren. Het betreft wijzigingen met effect op de impactcategorieën waterschaarste, landgebruik, fijnstof-emissies, een biogeen-CO₂. Hierbij zijn o.a. correcties aangebracht van data die aantoonbaar fout bleken, correcties die de regiospecificiteit van emissies in de processendatabase vergroot en correcties t.b.v. een correcte balans voor biogeen-CO₂ over een complete levenscyclus. Deze correcties hebben als doel de kwaliteit van de processendatabase te verbeteren. De wijzigingen zijn gedurende het project toegepast in de werkversie van de processendatabase versie 3.9 in de periode februari – mei 2024. Wijzigingen die later zijn aangebracht zijn daarom niet meegenomen in de impactanalyse. Een uitgebreidere uitleg van de correcties is te vinden in bijlage A van deze memo.

Globale verschillen

Om verschillen met de huidige situatie aan te duiden, is in deze analyse gewerkt met een verschilfactor. Deze factor weergeeft de relatieve toename of afname ten opzichte van de huidige situatie. De verschilfactor geeft niet aan of de MKI van een milieuverklaring hoger of lager is in vergelijking met een andere milieuverklaring.

In vrijwel alle milieuverklaringen stijgt de waarde van de MKI ten opzichte van de huidige situatie. In figuur 1 wordt een verdeling gegeven van de verschilfactor van 183 geanalyseerde milieuverklaringen (alle geanalyseerde milieuverklaringen exclusief milieuverklaringen geschaald naar andere waarden). Het figuur geeft aan hoeveel milieuverklaringen een verschilfactor hebben binnen een selectierange van 0,1. Hieruit valt op te maken dat het grootste deel van de milieuverklaringen een verschilfactor tussen de 1,0 (geen verschil met MKI A1) en 2,2 (meer dan dubbel de MKI t.o.v. A1) heeft. Dat geeft aan dat het effect van deze wijzigingen aanzienlijk is. Buiten de range van 1.0-2.2 zijn slechts enkele uitschieters te vinden met een hogere of lagere verschilfactor.



Figuur 1 Histogram verschilfactoren van geanalyseerde milieuverklaringen

De precieze totstandkoming van de verschilfactor voor elke milieuverklaring is een complexe analyse, maar we kunnen twee oorzaken vaststellen waarom de factor meestal groter is dan 1. Enerzijds bevat set A2 meer impactcategorieën (19 i.p.v. 11 (alhoewel ook opsplitsingen van categorieën hebben plaatsgevonden) en de weegfactor voor klimaatverandering is meer dan verdubbeld (van €0,05/kg naar €0,116/kg).

Zoals figuur 1 al heeft weergegeven zijn er ook milieuverklaringen die juist lager uitvallen ten opzichte van de huidige MKI (de verschilfactor is kleiner dan 1). Voorbeelden hiervan zijn RVS en koper. De MKI van deze twee materialen wordt met set A1 voornamelijk bepaald door het effect van humane toxiciteit. De karakterisatiefactoren van deze impactcategorie zijn kleiner in de methode van set A2. Deze afname weegt voor deze twee materialen zwaarder dan toenames door andere verschillen.

Dergelijke verschillen van emissies maken dat verschillen tussen maar ook binnen materiaal groepen soms groot zijn. Bovendien zijn milieuverklaringen meestal opgebouwd uit verschillende materialen, met elk een andere verschilfactor. Een groepsgemiddelde verschilfactor van milieuverklaringen heeft daarom weinig waarde. Het is daarom aan te raden om zorgvuldig de verschilfactor van een milieuverklaring van persoonlijke interesse te onderzoeken zodra deze gegevens openbaar beschikbaar komen.

Bouwelementen

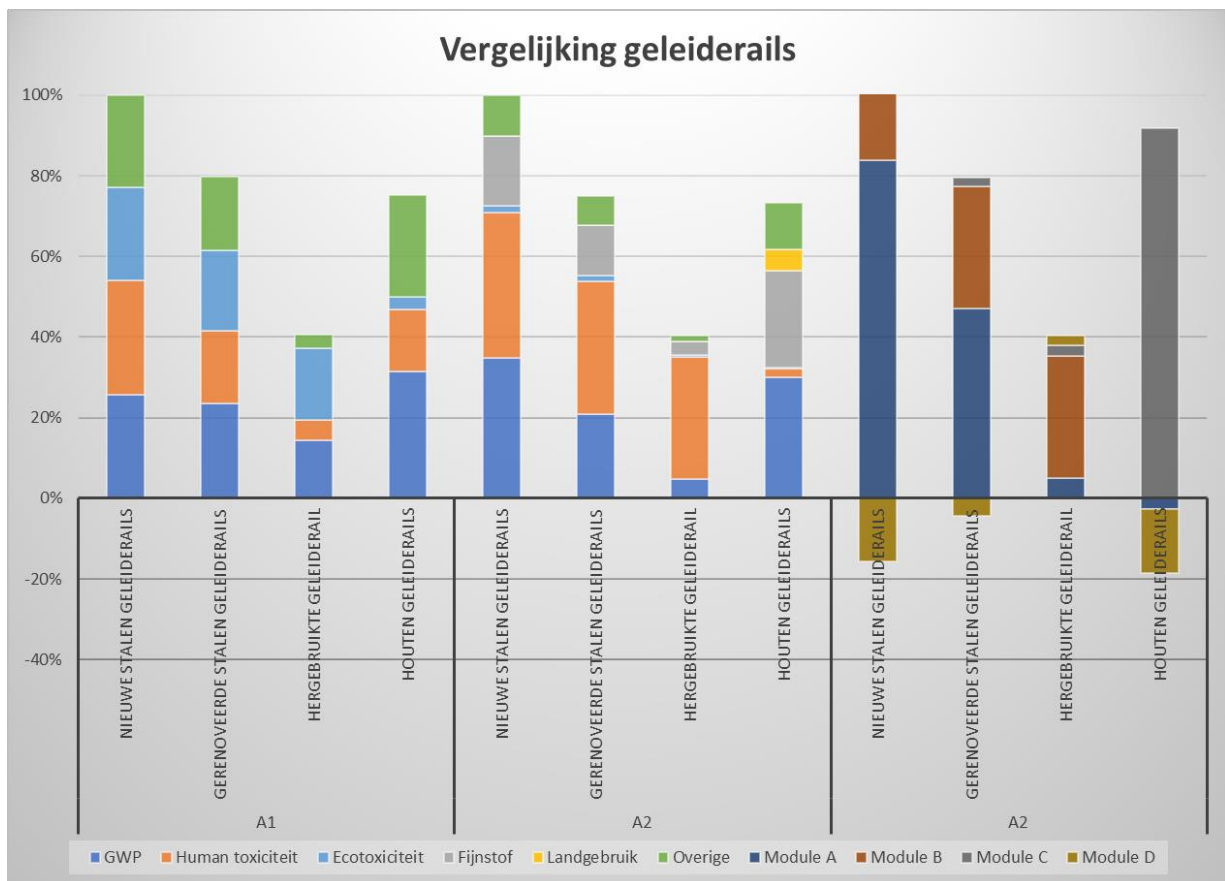
In aanvulling op de impactanalyse op product niveau, heeft LBP|Sight ook een analyse gemaakt van de impact van alle wijzigingen op gebouwelement niveau. Dit betreft combinaties van milieuverklaringen tot geheel bouwelement. Er is geen vergelijking gemaakt op het niveau van een compleet gebouw. Hierin is het belangrijk te realiseren dat de uitwerking van de bouwelementen en materialisaties van de verschillende bouwwijzen zijn gedaan in overleg met en data van de bouwsector naar de bouwmethoden die in de huidige praktijk gangbaar zijn. Voor bouwelementen gevels en vloeren zijn voor verschillende typen gebouwen telkens tunnelbouw, conventioneel zwaar en houtskeletbouw bouwwijzen vergeleken. Twee vergelijkingen zijn overgenomen in het volgende hoofdstuk. Alhoewel geen vergelijkingen zijn gemaakt op het gebouw niveau, zijn wel MPG-scores berekend voor de huidige en A2 referentie situatie. Hiermee is een MPG-equivalent bepaald voor de A2 situatie.

Verschillen uitgelicht

Om meer inzicht in de nieuwe MKI op basis van A2 te verschaffen, worden een aantal casussen uitgelicht. Elke casus belicht een onderwerp a.d.h.v. een zwaartepuntanalyse. Er zijn casussen uitgelicht van GWW milieuverklaringen en B&U bouwelementen. De laatste zijn overgenomen uit het eerder gepubliceerde rapport "[Nadere analyse implementatie bepalingmethode versie A2](#)". Een overzicht van de resultaten van alle GWW milieuverklaringen wordt gegeven in bijlages B en C. Het report "Nadere analyse implementatie bepalingmethode versie A2" bevat een vergelijkbaar overzicht van dezelfde resultaten van alle B&U milieuverklaringen welke te vinden is in bijlage V en VI.

GWW - Geleiderails – Conventioneel vs. Biobased materialen

Onder de noemer geleiderails zijn vier milieuverklaringen geanalyseerd: Verzinkt stalen geleiderails, gerenoveerde verzinkt stalen geleiderails, hergebruikte verzinkt stalen geleiderails en houten geleiderails. De producten zijn functioneel gelijk m.u.v. de houten geleiderail, die niet geschikt is om toe te passen langs snelwegen, waar de stalen geleiderails dat wel zijn. Ook is de houten geleiderail een stuk zwaarder dan de conventionele stalen geleiderail. In het onderstaande figuur zijn de resultaten van de vier producten per strekkende meter uiteengezet, waarbij de nieuwe stalen geleiderail fungeert als index (100%). Wat opvalt is dat de resultaten verhoudingsgewijs bijna gelijk zijn in de oude en nieuwe situatie; de volgorde van hoogste MKI naar laagste MKI blijft hetzelfde. Ondanks de impact van de nieuwe milieu-effectcategorieën van set A2 op hout, blijft de MKI van de houten geleiderail nog altijd lager dan een nieuwe stalen geleiderail.



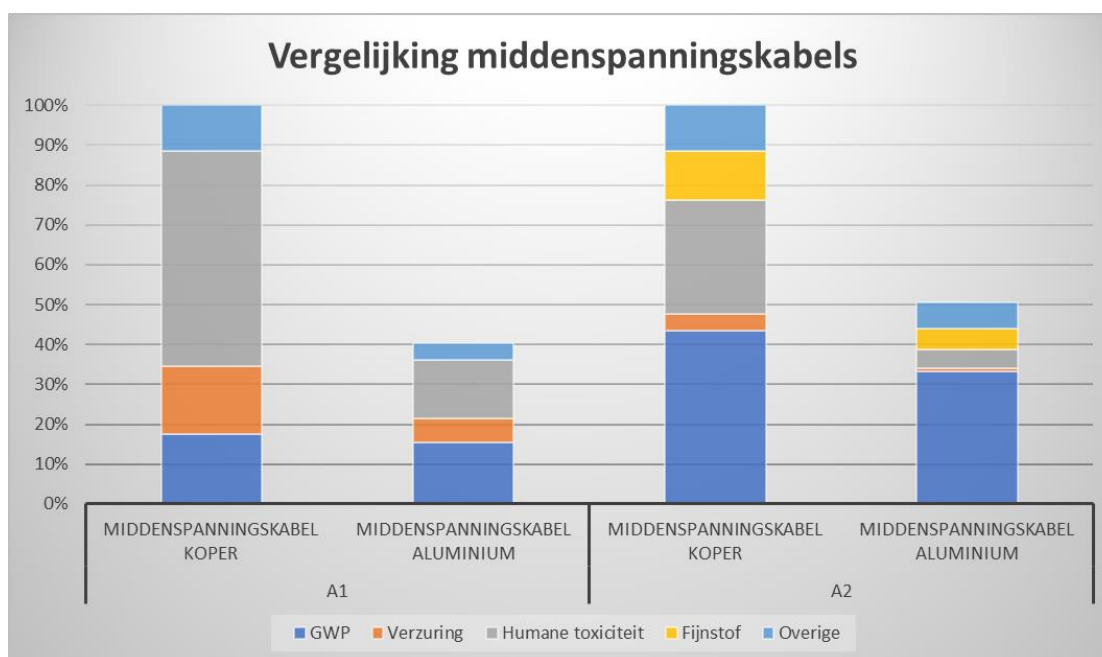
Figuur 2 Vergelijking zwaartepuntanalyse geleiderails - conventionele stalen geleiderails en biobased houten geleiderails per m geleiderails waarbij Nieuw stalen geleiderails fungeert als index (=100%)

Het zwaartepunt van de geleiderails is overduidelijk verschillend afhankelijk van het materiaal, zowel bij de A1 als A2 resultaten. Bij de stalen geleiderails bepalen voornamelijk Humane toxiciteit en Global Warming Potential (GWP) het grootste aandeel van de MKI, waar dit bij A1 ook het geval. Wel is de invloed van ecotoxiciteit afgenomen in A2. Ook zien we dat de invloed van Humane toxiciteit is toegenomen, in tegenstelling tot andere casussen. De score bij Humane toxiciteit van A2 wordt bepaald door de uitloging van de zink-conserving. De verklaring hiervoor is dat de karakterisatiefactor voor zink uitloging naar het milieu is toegenomen. De CO₂ uitstoot (GWP) kent zijn oorzaak voornamelijk in de staalproductie en het verzinken; een hergebruikte geleiderail heeft dan ook een kleine CO₂-uitstoot. Bij de houten geleiderail ligt dit anders. Hier wordt de MKI voornamelijk bepaald door Fijnstof en Landgebruik, maar ook GWP. Bij houten producten zien we over het algemeen hogere scores voor fijnstof en landgebruik. Het fijnstof komt vrij tijdens het drogen van het hout, waarvoor vaak resthout wordt verbrand voor warmtewinning. De score voor GWP is een gevolg van de productie van stalen bevestigingsmateriaal maar ook het transport van het hout, wat in het geval van dit product uit Zuid-Amerika komt.

In het rechter deel van figuur 2 is een analyse opgenomen van de verdeling van MKI over de verschillende levenscyclus fasen. Het verschil tussen de stalen en houten geleiderails is overduidelijk. De MKI van de stalen geleiderails wordt voornamelijk bepaald door de productie (Module A) en gebruiksfase (module B; door uitloging), terwijl de MKI voor product van de houten geleiderail juist negatief is. Deze negatieve score is een gevolg van de opname van CO₂ door het hout. Het in het hout vastgelegde CO₂ komt bij afvalverwerking (module C) van het product weer vrij, wat de hoge impact in module C verklaart. De negatieve impact in A van de houten geleiderail is beperkt omdat ook andere milieupact categorieën meetellen naast de opname van CO₂.

GWW - Middenspanningskabels – Diverse metalen

In de analyse zijn twee middenspanningskabels beschouwd, waarvan de kern verschilt: koper en aluminium. De stijging in MKI van de koperen en aluminium middenspanningskabel is relatief laag, respectievelijk een factor 1,17 en 1,46. Ondanks dat aluminium een grotere stijging in MKI krijgt, blijft de MKI score van aluminium lager dan koper. Om de reden achter de relatief kleine stijging te duiden zijn de resultaten van zowel set A1 als set A2 opgesplitst in een MKI score voor GWP, verzuring, humane toxiciteit, fijnstof en overige, in de onderstaande figuur. In de huidige rekenmethode wordt de MKI voornamelijk bepaald door GWP, verzuring en bij koper met name humane toxiciteit. In de nieuwe MKI speelt humane toxiciteit duidelijk een kleinere rol. Dit is een gevolg van de verandering van de achterliggende karakterisatiefactoren in deze impactcategorie. Bovendien zijn fijnstof emissies in de huidige methode nog onderdeel van de categorie humane toxiciteit, terwijl het in de nieuwe methode een aparte categorie is. Tot slot zien we dat voor beide type kabels de invloed van GWP op de MKI toeneemt. Dit is een gevolg van de stijging van de weegfactor voor GWP (van €0,05/kg naar €0,116/kg).



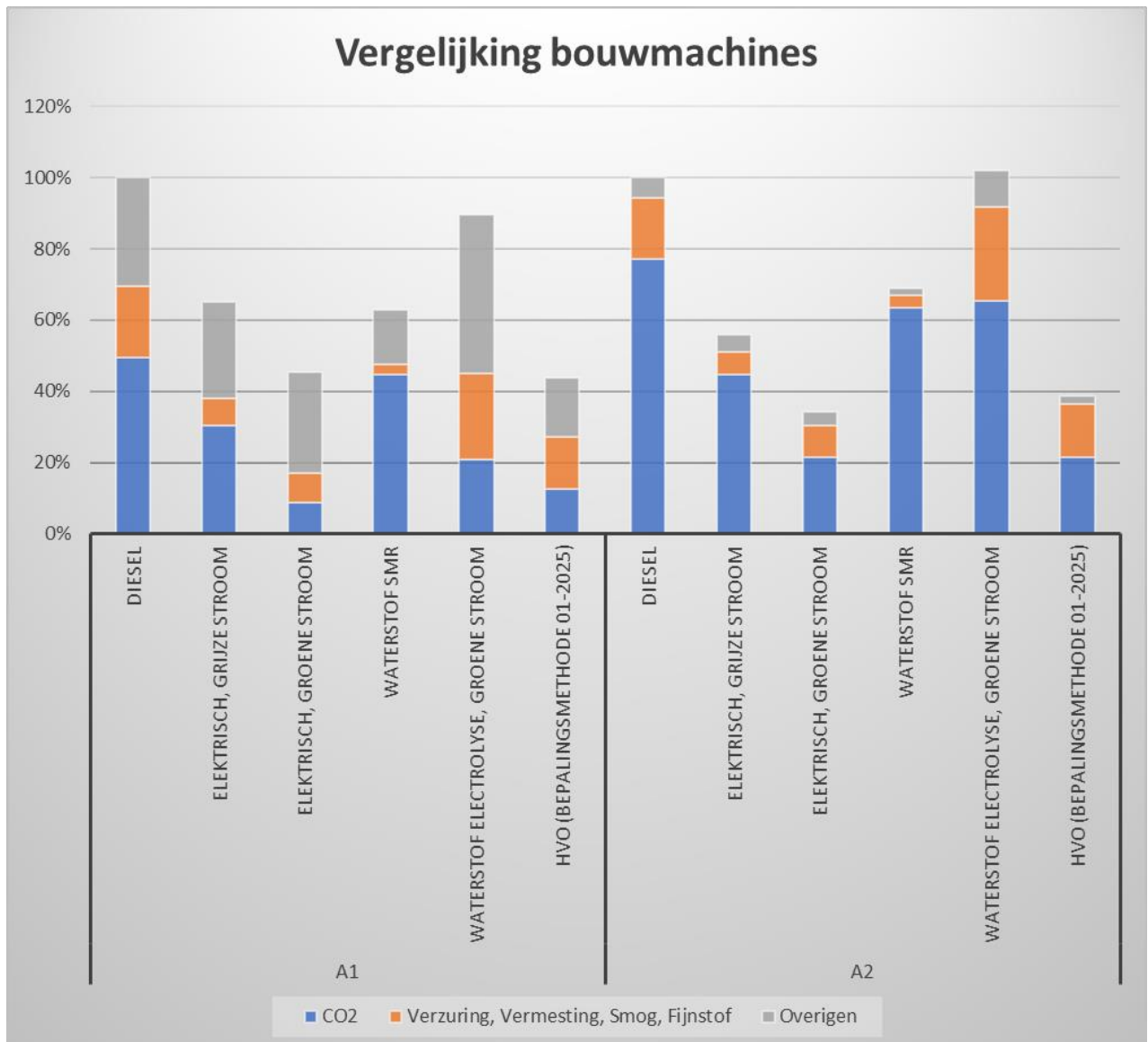
Figuur 3 Vergelijking zwaartepuntanalyse middenspanningskabels – een koperen en aluminium geleider per m kabel, waarbij de koperen middenspanningskabel fungeert als index (=100%)

GWW - Energiedragers

Om het effect van de wijzigingen op inzet van bouwmachines te weergeven, zijn een aantal energiedragers geanalyseerd, opgesplitst naar machine-brandstof combinaties en scheepsbrandstoffen. De vergelijking wordt gemaakt op basis van de MKI per MJ-arbeid. Hierin is het energiegehalte en de efficiëntie van omzetting naar arbeid in meegenomen.

Energiedragers - Machine-brandstof combinaties

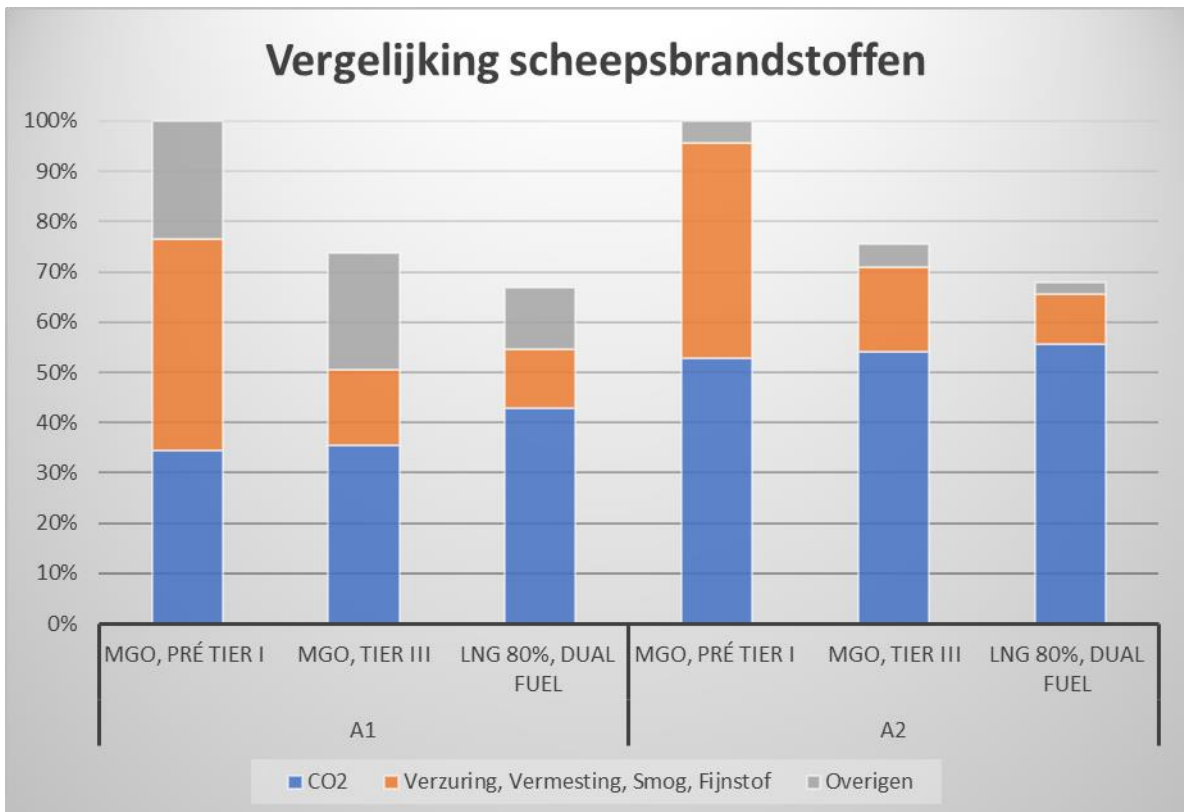
De verschillen tussen de energiedragers in machine-brandstof combinaties blijven grotendeels gehandhaafd, alhoewel kleine verschuivingen t.o.v. de MKI van diesel op te merken zijn. De MKI van dieselverbruik ziet een sterkere toename (1,67) dan elektra (1,25-1,43) en HVO (1,21-1,48). Het verschil tussen grijze en groene elektriciteit wordt groter, grijze elektra stijgt relatief iets meer dan groene. De MKI van waterstof in bouwmachines stijgt echter nog sterker dan diesel (factor 1,83-1,90). Hiermee krijgt waterstof gemaakt met groene stroom in set A2 een hogere MKI dan diesel. Onderstaande grafiek toont de MKI volgens de huidige methode (in blauw) en de MKI volgens de nieuwe methode (in oranje/grijs/geel) per MJ-arbeid. Verzuring, vermesting, smog vorming en fijnstof zijn gezamenlijk weergegeven i.v.m. interesse vanuit het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB), waar deze emissies betrekking op hebben. De MKI wordt voor alle energiedragers grotendeels bepaald door de Global Warming Potential en in mindere mate door verzuring, vermesting, smog en fijnstof emissies. Het zwaartepunt van A2 is duidelijk verschoven naar GWP t.o.v. A1. De invloed van verzuring, vermesting, smog en fijnstof blijft relatief gezien gelijk.



Figuur 4 Vergelijking zwaartepuntanalyse energiedragers machine-brandstof combinaties per MJ-arbeid, waarbij Diesel fungeert als index (=100%)

Energiedragers - Scheepsbrandstoffen

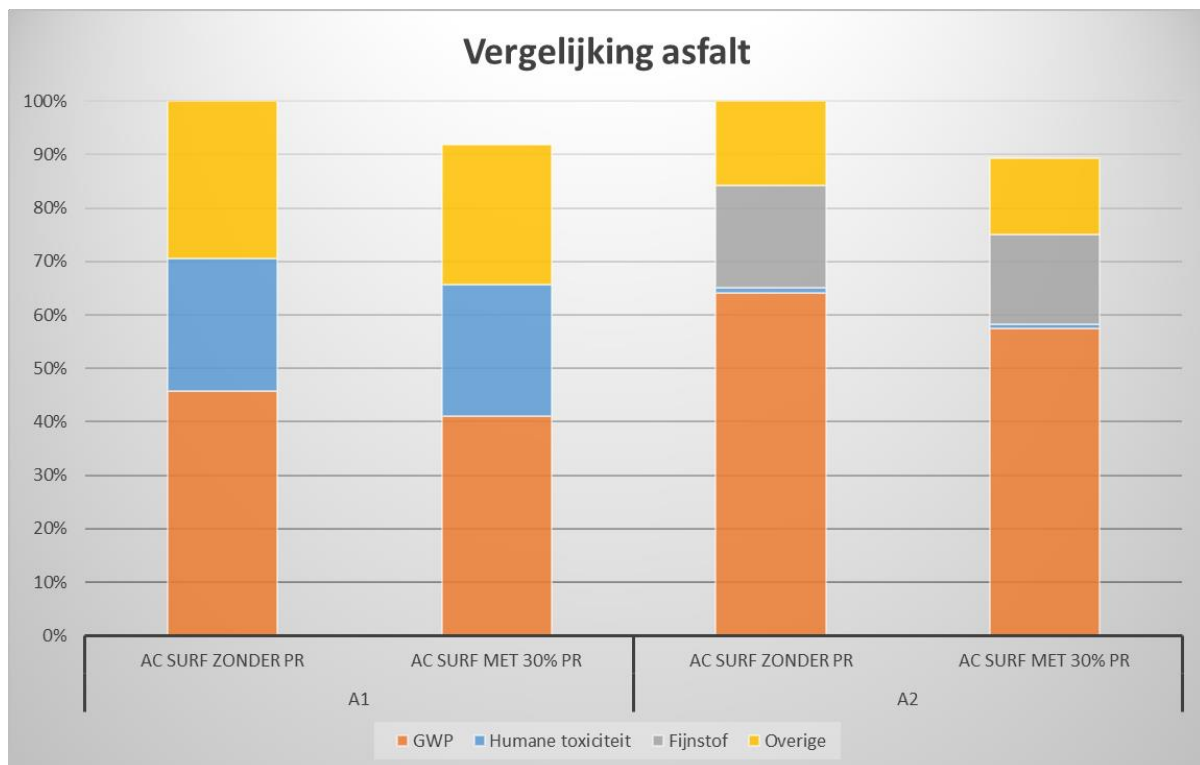
Scheepsbrandstoffen ondergaan vergelijkbare veranderingen als de machine-brandstoffen. Alhoewel de duurzamere optie met LNG een sterkere toename in MKI ondergaat (factor 1,91, tegenover 1,68-1,72 voor MGO), blijft deze brandstof degene met minste milieuimpact. MKI volgens de nieuwe methode wordt eveneens voornamelijk bepaald door Global Warming Potential en fijnstofemissies. Bij MGO gebruikt in een Pré tier 1 schip, levert ook vermesting van land, zoet- en zout milieu een significante bijdrage, wat samen met de fijnstof emissies en smogvorming, is weergegeven in de SEB categorie van de grafiek.



Figuur 5 Vergelijking zwaartepuntanalyse scheepsbrandstoffen per MJ-arbeid waarbij MGO, pré Tier I fungeert als index (=100%)

GWW - Asfalt – toepassing secundaire materialen

Om inzicht te krijgen in het effect van toepassing van secundaire materialen zijn twee vergelijkbare asfalt mengsels met elkaar vergeleken, waarbij één van de mengsels met 30% secundair materiaal (30% PR) wordt gemaakt. Zoals verwacht zitten er geen verschillen tussen de twee methodes voor wat betreft de relatieve MKI score. Toepassing van secundair materiaal blijft effectief in het behalen van een lagere MKI. In deze casus is het positieve effect nagenoeg gelijk. Toepassing van 30% PR levert een 10,8% lagere MKI op. Het kleine verschil van enkele honderdsten van een procent is een gevolg van de relatieve verschuivingen van de weegfactor van impactcategorieën. Wel zien we het zwaartepunt verschuiven naar GWP, en we zien dat fijnstof emissies die in A1 onder humane toxiciteit vielen, in A2 vrijwel geheel humane toxiciteit vervangen.



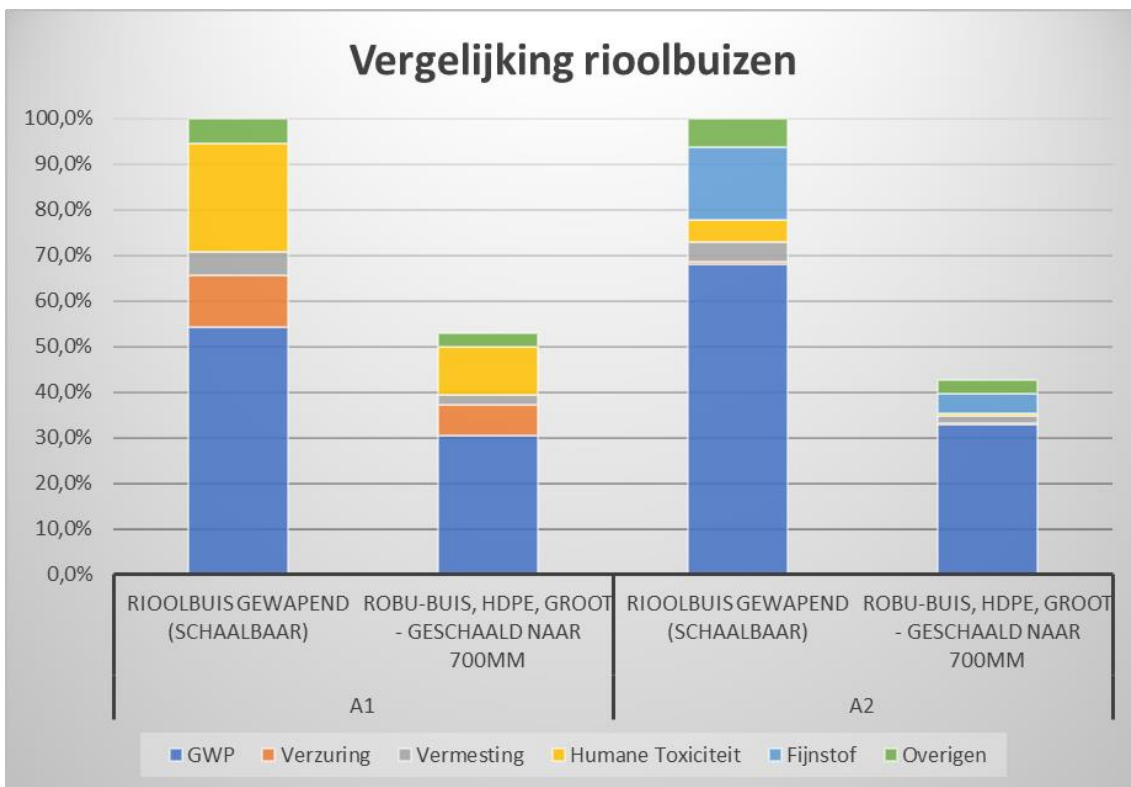
Figuur 6 Vergelijking zwaartepuntanalyse Asfalt – 0% PR en 30% PR AC Surf per ton waarbij AC surf zonder PR fungeert als index (=100%)

GWW - Rioleringsbuizen – Beton en kunststof

In de laatste casus wordt een vergelijking gemaakt van twee rioleringsbuizen: een gewapende betonnen rioolbuis en een HDPE rioolbuis. Ondanks dat deze twee types rioolbuizen andere functies vervullen, is deze casus gemaakt om verschillen tussen de materialen te tonen. Beide milieuverklaringen zijn schaalbaar. Om de vergelijking te kunnen maken, is de RObu-buis geschaald naar een diameter van 700mm, gelijk met de standaard grootte van de betonnen rioolbuis. Uit de vergelijking is af te leiden dat de gewapende betonnen buis sterker toeneemt (2,16) dat de HDPE rioolbuis (1,74). Alhoewel niet weergegeven in onderstaande grafiek, zien we gelijksoortige verschillen bij andere kunststoffen (zie ook Tabel 2).

Uit de resultaten valt verder af te leiden dat de invloed van GWP toeneemt in het bepalen van de MKI, terwijl de invloed van verzuring flink daalt. Ook valt op dat de invloed van humane toxiciteit wordt vervangen door de emissie van fijnstof. Fijnstof emissies vallen in de A1 methode namelijk nog onder de impactcategorie humane toxiciteit. In deze vergelijking wordt als-het-ware een totaal plaatje weergegeven van de effecten van geüpdatet karakterisatiefactoren, maar ook de nieuwe weegfactoren. Hierbij moet worden opgemerkt dat begin juli nieuwe data beschikbaar is gekomen van cement welke nog niet is meegenomen in deze analyse¹.

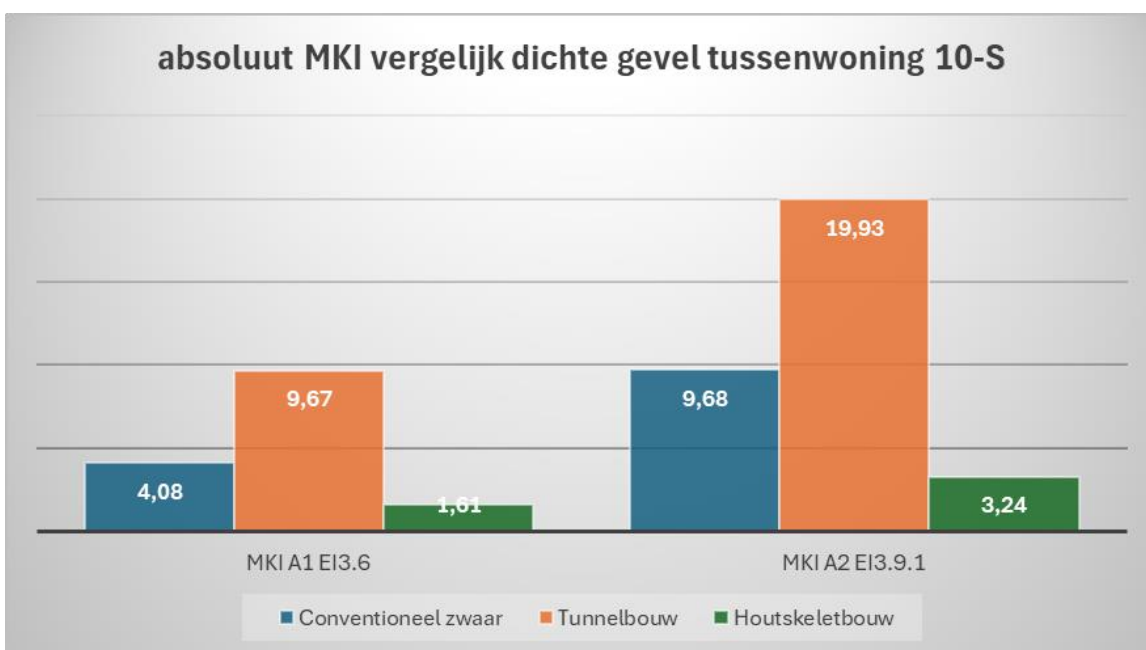
¹ De nieuwe data cement zijn opgesteld conform de NL-PCR cement. Deze aanpassing staat los van de implementatie van ecoinvent 3.9.1, de A2 weegset, en methode EF3.1.



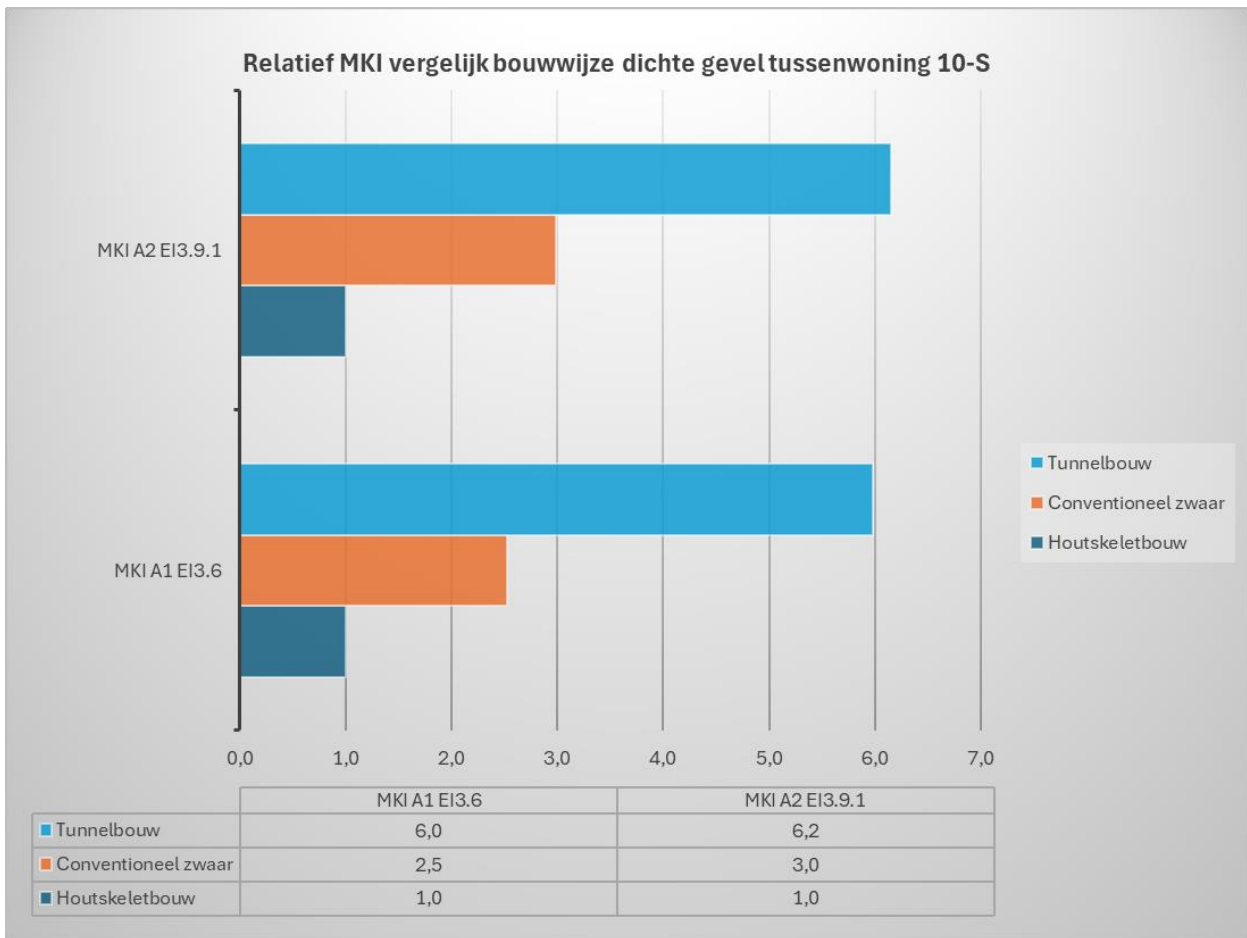
Figuur 7 Vergelijking zwaartepuntanalyse rioolbuizen - Gewapend betonnen rioolbuis en HDPE rioolbuis, geschaald naar 700mm diameter per m rioolbuis waarbij de betonnen rioolbuis fungeert als index (=100%)

B&U: Tussenwoning 10-S – dichte gevel

In figuur 8 is de absolute MKI van het element opgenomen per bouwwijze met de resultaten bepalingmethode A1 en referentie A2. Zichtbaar is dat houtskelbouw de best presterende bouwwijze is voor de dichte gevel bij zowel de A1 als A2 resultaten. Wel zien we de verhoudingen tussen de bouwwijzen verschillen, wat beter wordt uitgelicht in figuur 9.



Figuur 8 Rekenresultaat 10S-dichte gevel

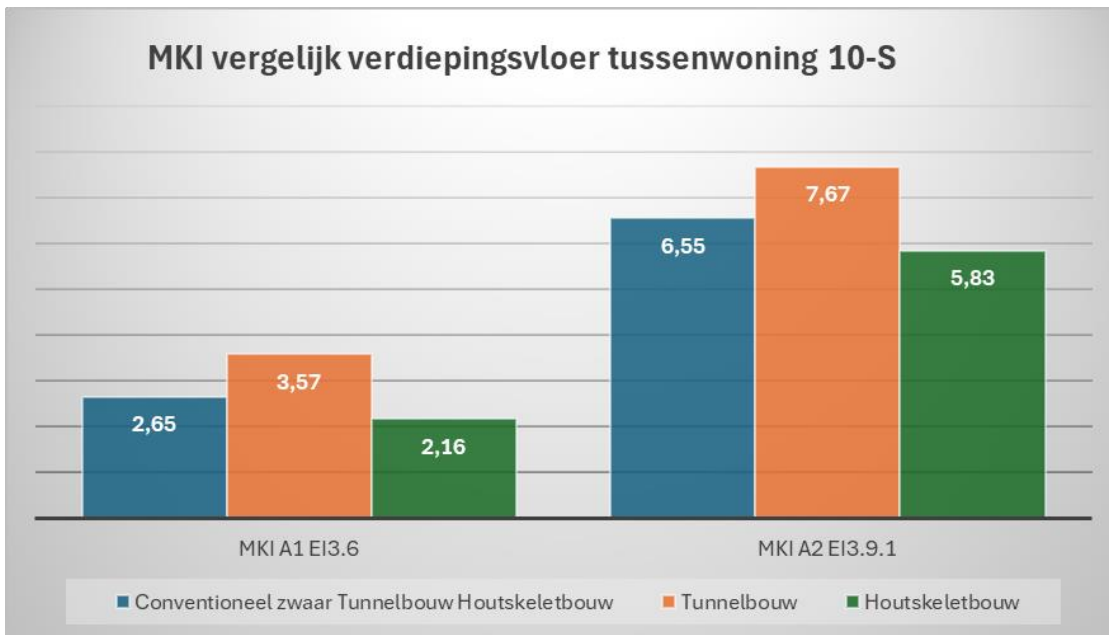


Figuur 9 Vergelijking relatief rekenresultaat dichte gevel tussenwoning 10S

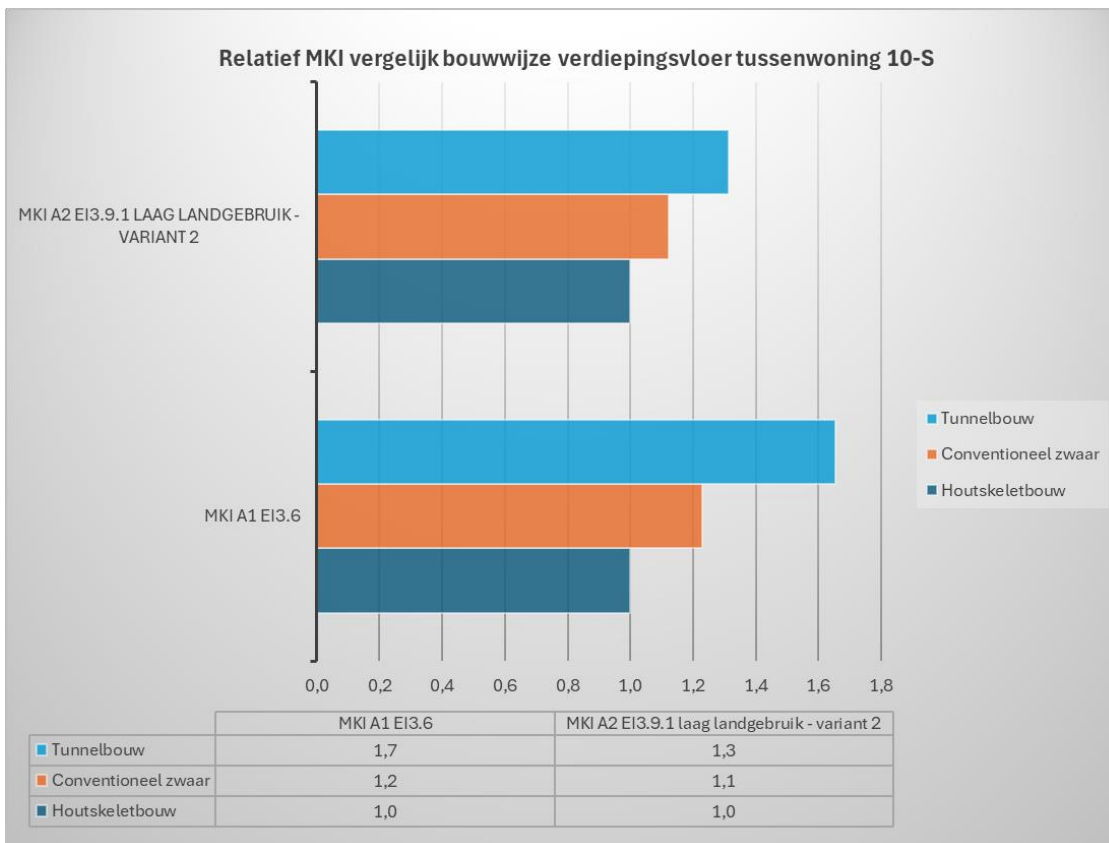
Uit de vergelijking in figuur 9 blijkt dat tunnelbouw en conventioneel zwaar relatief gezien licht toenemen t.o.v. houtskeletbouw. Tunnelbouw en conventioneel zwaar stijgen iets harder dan tunnelbouw.

B&U - Tussenwoning 10-S – verdiepingsvloer

In figuur 10 is de absolute MKI van het element opgenomen per bouwwijze, met de resultaten bepalingsmethode A1 en referentie A2. Zichtbaar is dat houtskeletbouw de best presterende bouwwijze is voor de verdiepingsvloer en dat blijft in de A2 resultaten. Ook bij dit element zien we verschuivingen van de relatieve scores tussen bouwwijzen, beter uitgelicht in figuur 11.



Figuur 10 Rekenresultaat 10S-verdiepingsvloer



Figuur 11 Vergelijking rekenresultaat verdiepingsvloer tussenwoning 10S

Uit de vergelijking in figuur 11 blijkt, in tegenstelling tot de dichte gevel, dat ten opzichte van zowel tunnelbouw als conventioneel zwaar de verhouding kleiner wordt ten nadele van de houtskeletbouw. Opvallend is het verschil tussen de vergelijking van de dichte gevel en de verdiepingsvloer. In de materialisatie van de houtskeletbouw verdiepingsvloer is aanvullend steenwol en 2 lagen gipsplaat opgenomen om functioneel de gewenste en vergelijkbare prestatie te kunnen leveren. De bouwwijze is dus niet geheel biobased, deze combinatie van materialen heeft invloed op de relatieve verhoudingen.

BIJLAGE A – GEDETAILLEERDE UITLEG M.B.T. CORRECTIES IN ACHTERGRONDDATABASE

In deze bijlage wordt uitleg gegeven over de gedane wijzigingen en achterliggende redeneringen in de processendatabase die zijn voortgekomen uit de impactanalyse van de overgang naar Ecoinvent 3.9.1, methode EF3.1 en nieuwe weegset voor de MKI.

Waterschaarste

Bij de impactcategorie waterschaarste werden voor sommige materialen opvallende hoge bijdrages gevonden. Zo zou de impact van deze categorie tussen de 4% en 10% van de nieuwe MKI bepalen voor materialen als zand, grind en kalksteen, ondanks de kleine hoeveelheid water die gebruikt worden bij het reinigen of verwerken van deze materialen. De oorzaak hiervan is gevonden in de karakterisatiefactoren voor regio's. De karakterisatiefactor voor waterschaarste verschilt van land tot land. Zo is de karakterisatiefactor voor Nederland 1,17 m³ waterschaarste / m³ watergebruik. Elke kuub gebruikt water telt dus voor 1,17 keer mee in de totale score voor waterschaarste. Deze waarde is vergelijkbaar met omringende landen (Noorwegen: 0,634 m³/m³; België en Duitsland: 1,37 m³/m³). De range van karakterisatiefactoren in Europa is echter groter, zo heeft Spanje een factor van 77,7 m³/m³ en Frankrijk 6,98 m³/m³. Het gemiddelde voor de regio Europa (RER) is bepaald op 42,95 m³/m³, als een soort gewogen worst-case benadering. Materialen als zand en grind gebruikten juist een proces wat representatief is voor Europa, met daarbij de relatief hoge karakterisatiefactor voor watergebruik voor de hele regio. Dit is niet representatief voor de betreffende materialen, en zodoende is er een aanpassing gemaakt in de processendatabase zodat voor deze materialen, die veelal dicht bij huis worden gewonnen, wordt uitgegaan van de waterschaarste karakterisatiefactor voor Nederland.

In de categorie waterschaarste werd ook een fout in ecoinvent gevonden. Dit betreft meerdere waterzuiveringsprocessen waar meer water werd vrijgegeven dan dat er gezuiverd zou worden. Na controle bij ecoinvent blijkt dat dit een fout betreft. Deze fout is gecorrigeerd in de aanstaande database versie 3.10. In de aanstaande versie van de processendatabase (op basis van ecoinvent 3.9.1) is deze fout handmatig gecorrigeerd.

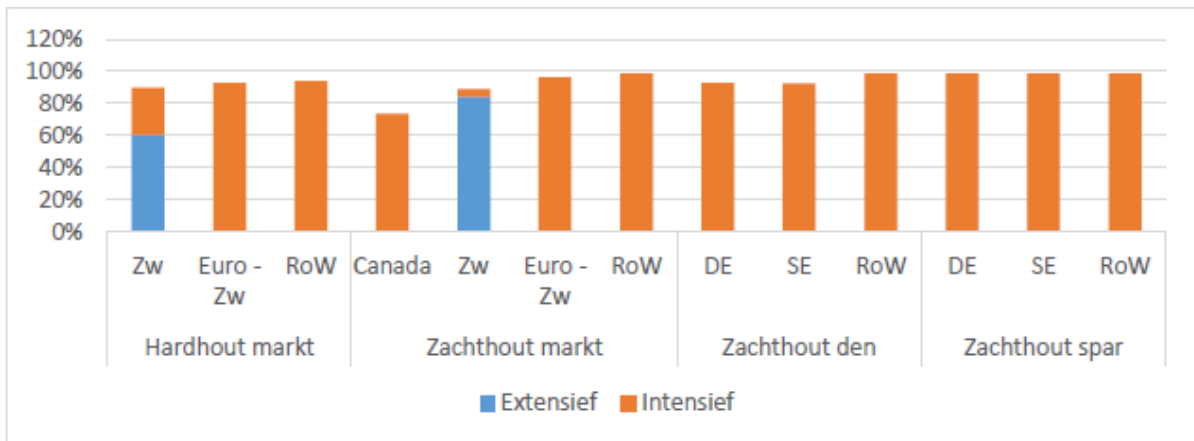
Landgebruik

De waarden in de ecoinvent database 3.9.1 is de Soil Quality Index (SQI) berekend met de LANCA methode versie 2.5. Deze methode aggregiert 5 ecosysteem functies in 1 dimensieloos getal:

- Erosion Resistance
- Mechanical filtering capacity of groundwater
- Physicochemical filtration capacity of groundwater
- Groundwater recharge capacity
- Biotic production potential

Het rapport "Land use and forestry in the environmental footprint" van het Fraunhofer instituut uit 2022 beschrijft de precieze achtergrond berekeningen en doet een aantal voorstellen voor verbetering. Zoals twee nieuwe indicatoren: Soil Organic Carbon (SOC) en Human Appropriated Net Primary Production (HANPP). Maar ook verbetering van de sealing factor, geolocation en forestry related nomenclature.

De methode rekent een wereld gemiddelde land use SQI uit voor verschillende land use typen. In de ecoinvent database zitten SQI waarden van 7 typen bos. Voor verschillende hout- markten en producten is gekeken hoe ze zijn gemodelleerd. In figuur 1 is zichtbaar dat alleen Zwitserland in zijn houtmarkt een verdeling heeft tussen extensieve en intensieve bosbouw en dat voor de andere markten met 100% Intensief is gerekend.

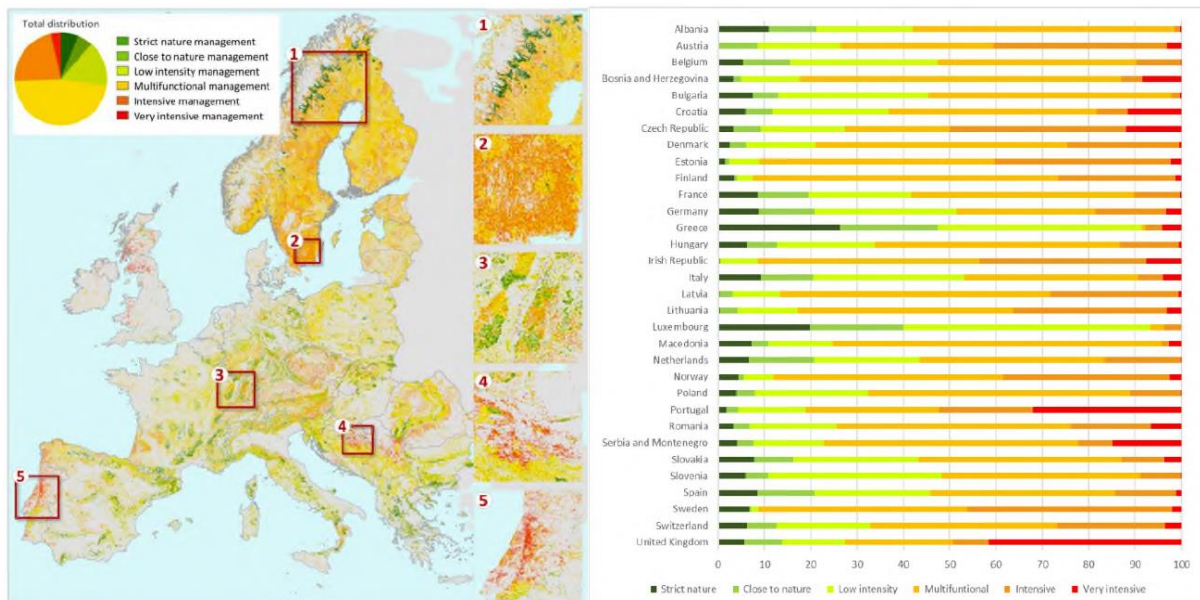


Figuur 12 Indeling stoffenlijst verschillende typen hout in NMD database

De verdeling tussen intensief en extensief kan ook gemaakt worden voor andere typen hout uit verschillende landen. Op basis van Nabuurs et al. 2019, zie figuur 7, komen we tot de volgende verdeling;

Tabel 1 Omrekening bosmanagement categorieën Nabuurs et al. 2019 naar intensieve en extensieve bosbouw categorieën

	Forest, extensive	Forest, intensive
Europa	72%	28%
Zweden	51%	49%
Duitsland	77%	23%
Zwitserland	69%	31%



Figuur 13 Forest management intensiteit kaart en verdeling per land (Nabuurs et al. 2019)

Voor de niet Europese markten hebben we geen vergelijkbare databron gevonden op basis waarvan een onderbouwde aanpassing te maken is.

Op basis van de marktverdeling per profiel is een aanpassing gemaakt van de verhouding intensief en extensief.

Fijnstof-emissies – hout

Op basis van een nadere analyse van Europees zacht hout en Europees hardhout blijkt dat ruim 80% van de fijnstof emissies terug te herleiden is naar de energieprocessen voor het drogen van hout. Voor deze energieprocessen wordt afvalhout ingezet, de verbranding hiervan heeft een hoge emissie van fijnstof tot gevolg. Conclusie vanuit Ecoinvent is dat de gemeten emissies representatief zijn voor een generiek profiel.

De emissiewaarden zijn vergeleken met degene zoals opgenomen in “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Wood-based Panels- JRC – 2016”. Ook hier zien we vergelijkbare emissies en een vergelijkbare spreiding aan emissies. Omdat de referenties relatief gedateerd zijn is ook gekeken naar de emissieramingen luchtverontreinigende stoffen - Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020 PBL, in samenwerking met RIVM en TNO 30 november 2020. Zoals blijkt uit figuur 3 is er geen sprake van een substantieel verschil in de fijnstof emissies voor de industrie over de jaren.

Tabel 5.1 Emissies van fijnstof (PM_{2,5}) per sector volgens de Europese definitie volgens de raming met vastgesteld en voorgenumen beleid (VV), 2005-2030

Sector	Statistiek (kiloton)						Raming VV (kiloton)	
	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2025	2030
Energiesector ¹	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Industrie ²	5,7	4,3	3,9	3,9	4,0	3,9	4,0	4,1
Mobiliteit ⁴	11,9	7,7	4,7	4,3	4,0	3,7	2,5	2,2
Huishoudens	4,6	4,6	4,0	3,9	3,8	3,7	3,3	3,1
Diensten en bouw	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Landbouw	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Totaal volgens EU-definitie³	23,8	18,1	14,1	13,6	13,3	12,8	11,3	10,7
							[9,9-11,5]	

¹ De centrale en decentrale opwekking van elektriciteit en warmte door energiebedrijven. Deze broncategorie is inclusief de winning en distributie van olie en gas en inclusief WKK-installaties opgesteld bij de industrie en in beheer als joint venture tussen de industrie en een energiebedrijf.

² Inclusief raffinaderijen en afvalverwerking.

³ Het emissietotaal dat in aanmerking moet worden genomen bij de beoordeling of een land voldoet aan de emissiereductiedoelen voor 2020 en 2030.

⁴ De emissies door wegverkeer en visserij zijn berekend op basis van de hoeveelheid verkochte brandstof ('fuel sold').

Figuur 14 Data uit emissieraming luchtverontreinigende stoffen, PBL in samenwerking met RIVM en TNO, 30 november 2020

In de genoemde rapportage wordt aangegeven:

“Bij de industrie is er geen strengere emissiewetgeving die in de toekomst nog doorwerkt, zoals bij de sector mobiliteit. Aangenomen is daarom dat de emissies zich ontwikkelen volgens de in de KEV aangenomen fysieke productieontwikkeling in industriële bedrijfstakken. Een mogelijke toekomstige verbetering van de fijnstofreductietechnieken bij de industrie is daarmee niet meegenomen. Zo'n verbetering van de milieuprestaties in de industrie kan zich voordoen op het moment dat oude installaties worden vervangen. Met de nu beschikbare informatie kan het effect van zo'n mogelijke autonome ontwikkeling op de fijnstofuitstoot niet goed wetenschappelijk worden onderbouwd en gekwantificeerd.”

Mogelijk zijn er dus bij specifieke inventarisaties, voor categorie 1 milieuverklaringen, veel lagere emissiewaarden geïnventariseerd dan in de generieke achtergronddata. Deze aanname hebben we getoetst aan de aanwezige categorie 1 en 2 profielen in de NMD.

Effectcategorie	Europese Naalhout, gezaagd, gedroogd, geschaafd, duurzaam bodemherw. Centrum		Fijfde hout, gelamineerd thermisch		Fijfde hout, massief thermisch		Gedamteerd en/of gedroogd hout, duurzaam bodemherw. VNN1, 500 kg/m3, A1-A3, cat.2, (05-2020)		Hollands balkhout, gezaagd, niet gedroogd, duurzaam bodemherw. 100 kg/m3, u=12%, A1-A3, cat.1, (07-2020)		Hollands constructiehout, gezaagd, gedroogd, duurzaam bodemherw. 150 kg/m3, u=12%, A1-A3, cat.1, (07-2020)		Hollands gravingstort, gelamineerd naalhout, duurzaam bodemherw. 150 kg/m3, u=12%, A1-A3, cat.1, (07-2020)		Tropisch Looftout Afrikaans, gezaagd en geschaafd, duurzaam bodemherw. 150 kg/m3, A1-A3, cat.2, (05-2020)		Tropisch Looftout Aziatisch, gezaagd, gedroogd en geschaafd, duurzaam bodemherw. Centrum Hout, 150 kg/m3, A1-A3, cat.2, (05-2020)		Tropisch Looftout Zuid Amerikaans, gezaagd, duurzaam bodemherw. Centrum Hout, 1517 kg/m3, A1-A3, cat.2, (05-2020)		Tropisch Looftout Zuid Amerikaans, gezaagd, gedroogd, duurzaam bodemherw. Centrum Hout, 704 kg/m3, A1-A3, cat.2, (05-2020)	
	Accoya hout, Accya, PRODUCTIE (A1-A3), cat.1, (06-2020)	126,1483141	10,556	95,51444	95,24922	95,24922	95,24922	95,24922	90,6471244	7,3004648	19,1222381	70,2465726	145,70244	120,516774	120,516774	145,70244	120,516774	145,70244	120,516774	145,70244	120,516774	145,70244
052. Climate change - Fossil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
053. Climate change - Biogenic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
054. Climate change - Land use and LULU	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	0,000076	0,004787029	
055. Ocean depletion	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	0,000076	0,004874024	
056. Acidification	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	0,234	1,6576792	
057. Eutrophication, freshwater	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	0,000710	0,004808284	
058. Eutrophication, marine	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	0,688	2,9778692	
059. Eutrophication, terrestrial	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	0,064	0,3059077	
060. Photochemical ozone formation	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	0,696	3,7456487	
061. Resource use, minerals and metals	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	0,00054	0,000921179	
062. Resource use, fossils	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	0,129	0,1467954	
063. Water use	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	0,0077	5,147514	
064. Particulate matter	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	10,00000	10,00073	
065. Ionizing radiation	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	0,036	1,0201070	
066. Ecotoxicity, freshwater	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	0,429	2,266315	
067. Human toxicity, cancer	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	0,07236038	0,433226	
068. Human toxicity, non-cancer	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	0,307770	1,039740	
069. Land use	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	0,00000	0,0300497	

Op basis van deze nadere verkenning blijken er geen concrete aanknopingspunten om de achtergronddata generiek te corrigeren op de fijnstofemissies. In specifieke inventarisaties voor categorie 1 en/of categorie 2 milieuprofielen zijn er wel voldoende mogelijkheden om deze data aan te passen. Ook zijn er concrete handelingsperspectieven om de fijnstofemissie te beperken gezien de spreiding in de brondata van emissiemetingen.

Deze bevindingen zijn gedeeld met centrum Hout als vertegenwoordiger van de sector en de vraag voorgelegd of zij betere bronnen beschikbaar hebben. Uit dit overleg zijn geen concrete bronnen beschikbaar gekomen.

Op basis hiervan is de conclusie dat er nu geen betere dataset beschikbaar is.

Fijnstof-emissies – steenachtige materialen

In de eerste versies van de impactanalyse werd een zeer hoge score voor producten van keramiek, natuursteen en waterbouwsteen gevonden. De hoge score bleek grotendeels te worden veroorzaakt door fijnstofemissies (bij keramiek en natuursteen ca. 90% van de MKI op basis van set A2 vóór correctie).

Er is een literatuur studie uitgevoerd om deze emissies te controleren. Daarbij is onder andere de bron die ecoinvent zelf heeft gebruikt gecontroleerd. Dezelfde bron die ecoinvent aanhaalt (uit 1998) kon niet worden gevonden, maar wel een versie van hetzelfde verslag van twee jaar eerder ([EPA, 1996](#)). Met de cijfers uit deze studie is een berekening gemaakt om de fijnstof emissies van keramiek te bepalen. Met dezelfde uitgangspunten die ecoinvent gebruikt werden lagere fijnstof emissies gevonden (ca. een factor 70 lager). Andere wetenschappelijke LCAs van keramiek rapporteerde fijnstof emissies van dezelfde ordegrrootte. Met deze onderbouwing zijn de fijnstof emissies van keramiek aangepast naar de berekende lagere uitstoot.

In het geval van waterbouwsteen, betroffen de fijnstofemissies getallen die eerder zijn overgenomen uit het productieproces voor basalt uit ecoinvent. De fijnstof emissies zijn geüpdatet aan de hand van de huidige emissies die ecoinvent rapporteert voor basalt winning. Het effect is een gereduceerde MKI.

De fijnstof emissies van natuursteen zijn eveneens onderzocht. Hiervoor waren helaas weinig geschikte wetenschappelijke LCAs beschikbaar om de fijnstofemissies mee te controleren. Eén studie rapporteerde fijnstofemissies in dezelfde ordegrrootte als ecoinvent, maar beschreef niet hoe deze waarden waren verkregen. De aannames die ecoinvent beschrijft lijken verder correct. Er is daarom geen aanleiding om aanpassingen te maken voor fijnstof emissies die vrijkomen bij natuursteen winning. Wel is er gekozen om het onderliggende ecoinvent proces aan te passen naar een

natuursteen die niet gepolijst wordt. Dit is representatiever voor het natuursteen wat in de GWW wordt toegepast. Hiermee worden fijnstof emissies van het natuursteen proces ca. 15% gereduceerd.

Biogeen CO₂

Vanaf ecoinvent versie 3.8 zijn er correcties aangebracht in de achtergronddatabase waardoor vastgelegd CO₂ wordt bepaald op basis van fysieke stromen (in plaats van economische allocatie). Volgens de EN15804+A2 zouden biogeen CO₂ emissies over de hele levenscyclus netto 0 moeten zijn (of iets boven de 0 indien er biogene methaan emissies in het spel zijn). Om te controleren of deze balans correct wordt berekend in productkaartendatabase van de NMD, zijn een aantal voorbeeld berekeningen gemaakt van alle beschikbare houtsoorten. Hieruit bleek dat voor vrijwel elke houtsoort de biogeen CO₂ emissies nog niet in balans waren. Onder andere door gebruik van dichtheden die niet overeen komen met ecoinvent, verschillende uitgangspunten voor het vochtgehaltes bij houtsoorten en verwerkingsscenario's, onvolledig meenemen van CO₂ emissies door degradatie bij stort, en secundair materiaal wat geen vastgelegd CO₂ bevat, was de balans niet correct. De volgende aanpassingen zijn gemaakt om een correcte biogeen CO₂ score te berekenen:

- De dichtheid van houtsoorten is berekend a.d.h.v. de inventarisatie van ecoinvent. De gehele inventarisatie is daarbij beoordeeld: input van gezaagd hout, pulp, en houtresten, biogeen CO₂ emissies die corresponderen met verbranden van houtresten, outputs naar afvalverwerking en eventuele additieven (vnl. lijm).
- In het geval plaatmateriaal (deels) secundair hout bevat, is een correctie voor het vastgelegde CO₂ toegevoegd.
- Het vochtgehalte van Cloeziana hout is aangepast naar 15%, vergelijkbaar met luchtgedroogd tropisch hardhout uit Afrika. Het ecoinvent proces gaat uit van 50% vochtgehalte.
- Recycling, verbranding en stort processen zijn aangepast voor hun CO₂ emissies (of in het geval van recycling/hergebruik: het verlaten van vastgelegd CO₂ van het systeem). Het uitgangspunt voor CO₂ emissies is een koolstof gehalte van 0,494 kg C/kg droge stof en een vochtgehalte van u=10%.
- Er zijn nieuwe afvalverwerkingsprocessen aangemaakt voor 3 verschillende hout- en plaatmateriaal soorten. Hierbij is de biogene koolstof emissie ook bepaald a.d.h.v. het vochtgehalte en lijmgehalte. De uitgangspunten zijn:
 - Processen met koolstofgehalte 0,494 kg C/kg droge stof en vochtgehalte u=15%
 - Geschikt voor Cloeziana en Azobe hout
 - Processen met koolstofgehalte 0,4704 kg C/kg droge stof en vochtgehalte u=5,17%
 - Geschikt voor OSB, HDF en houtvezelplaat
 - Processen met koolstofgehalte 0,4318 kg C/kg droge stof en vochtgehalte u=6,66%
 - Geschikt voor multiplex, spaanplaat, MDF en HPL
- De module D processen voor het uitsparen van houtspaanders en houten balken is aangepast zodat er geen biogeen CO₂ worden berekend in module D. Volgens de EN15804+A2 moet vastgelegde biogeen CO₂ het systeem verlaten in module C.

Tot slot zijn er nog twee specifieke wijzigingen gemaakt:

- Voor het productieproces van bamboe wordt gebruik gemaakt van de nieuwe dataset in ecoinvent.
- Er een nieuw verbrandingsproces gemaakt voor een houtvezelcementplaat. Hierin wordt ook een correctie gemaakt voor biogene CO₂ emissies zodat deze overeenkomen met de hoeveelheid biomassa in de houtvezelcementplaat (20%). Voor het stort processen zouden twee verschillende processen gebruikt moeten worden, met een verdeling van 20% voor het biogeen aandeel, en 80% voor het cement en andere additieven.

Het effect van deze correcties is een balans die bijna precies op de correctie balans uitkomt. Er zijn kleine verschillen geconstateerd, maar dit valt volledig binnen een 5% foutmarge van de origineel vastgelegde CO₂ per kg. Veelal is de fout zelfs kleiner dan 1%. Afhankelijk van de houtsoort is het netto resultaten licht positief of licht negatief. Wanneer de biogeen CO₂ fout wordt afgezet tegen de totale CO₂ emissie voor een houtsoort kan het voorkomen dat deze marge groter is dan 5%, omdat de totale CO₂ uitstoot (incl. fossiel en LULUC) relatief klein is. In het geval van productkaarten met een zwaartepunt op houtproducten kan het daarom nodig zijn een handmatige aanpassing op Biogeen CO₂ door te voeren. In gevallen waar Biogeen CO₂/Totaal CO₂ kleiner dan 5% is wordt

deze fout als acceptabel beoordeeld. Voor categorie 1 en 2 is het altijd noodzakelijk om de biogene CO₂ balans handmatig te berekenen.

BIJLAGE B – OVERZICHT RESULTATEN GWV MILIEUVERKLARINGEN

Productkaart	MKI A1 EI3.6	MKI A2 EI3.9.1 EF3	Vershil [%]
AC surf met 30% PR	€ 13,72	€ 24,90	82%
AC surf zonder PR	€ 15,39	€ 27,91	81%
Bekleding; waterbouwsteen, breuksteen, natuursteen	€ 2,65	€ 4,76	80%
Betonmortel voor GWV - C30/37 CEM I 2336 kg/m3 (compleet)	€ 32,48	€ 70,61	117%
Betonmortel voor GWV - C30/37 CEM III 2386 kg/m3 (compleet)	€ 19,79	€ 42,35	114%
Betonmortel voor GWV - C30/37 CEM III 30% granulaat 2391 kg/m3 (compleet)	€ 19,75	€ 42,30	114%
Betonmortel voor GWV - C45/55 CEM III 2387 kg/m3 (compleet)	€ 25,44	€ 54,15	113%
Betonmortel voor GWV - C55/67 CEM III/A	€ 34,35	€ 71,42	108%
Bovenleidingdraden en -kabels, bovenleidingssysteem spoor	€ 23,94	€ 6,77	-72%
Damwand, staal (constructiestaal)	€ 29,52	€ 70,00	137%
Damwand, staal (koudgezet plaatstaal)	€ 34,58	€ 68,08	97%
Damwand; Europees hardhout, damwandplanken	€ 1,39	€ 2,78	100%
Damwand; tropisch hardhout, damwandplanken	€ 2,25	€ 5,88	162%
Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 56-75kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	€ 0,35	€ 0,58	67%
Elektriciteitsverbruik, bouwmaschine, Grijs mix, per kWh (electriciteit: 3,6 MJ/kWh)	€ 0,07	€ 0,10	43%
Elektriciteitsverbruik, bouwmaschine, Groene mix, per kWh (electriciteit: 3,6 MJ/kWh)	€ 0,05	€ 0,06	25%
Filter/materiaal, mijnsteen	€ 2,37	€ 4,07	72%
Geluidsreducerende SMA deklaag (obv 8G+) (PCR asfalt 2.0)	€ 18,68	€ 32,97	77%
Gerenvoerde stalen geleiderails F2DL 400-80, incl. ont- en verzinken	€ 8,83	€ 18,73	112%
Glasvezelkabel	€ 0,42	€ 0,68	62%
Graafmaschine, cat. IIIB, HVO	€ 0,54	€ 0,66	21%
Graafmaschine, cat. IIIB, HVO (excl. module D)	€ 0,15	€ 0,22	48%
Grondverdringende fundatie voor bovenleidingsportalen	€ 165,05	€ 286,43	74%
GVK rioleringsbuis	€ 30,24	€ 35,84	19%
Hergebruikte geleiderail, staal, per meter	€ 3,66	€ 10,06	175%
Houten geleiderails snelwegen	€ 7,65	€ 18,28	139%
kathodisch beschermen, aluminium opofferingsanode	€ 1,78	€ 1,06	-40%
LNG, dual fuel (80% LNG 20% MGO) (obv TNO 2021 R11430a)	€ 379,04	€ 722,43	91%
MGO, pré Tier I (obv TNO 2021 R11430a)	€ 566,28	€ 952,95	68%
MGO, pré Tier I + SCR (Tier III) (obv TNO 2021 R11430a)	€ 417,20	€ 718,77	72%
Middenspanningskabel aluminium	€ 0,94	€ 1,37	46%
Middenspanningskabel koper	€ 2,33	€ 2,72	17%
Nieuwe stalen geleiderails type F2DL 400-80	€ 11,99	€ 24,95	108%
Plaat; RVS	€ 55,01	€ 17,22	-69%
Prefab ligger, omgekeerde T-ligger, overspanning 35 meter	€ 39,51	€ 87,13	121%
PVC rioleringsbuis, groot	€ 2,63	€ 4,05	54%
Rioolbuis gewapend (schaalbaar)	€ 18,16	€ 39,29	116%
Rond RVV verkeersbord cat III, 100% secundair coil-coated aluminium	€ 3,03	€ 4,40	45%
Rond RVV verkeersbord cat III, bamboe (d=20mm)	€ 2,50	€ 4,64	85%
Rond RVV verkeersbord cat III, coil-coated aluminium	€ 2,75	€ 4,07	48%
Rond RVV verkeersbord cat III, Refubished aluminium	€ 0,94	€ 1,46	55%
Rond RVV verkeersbord cat III, Rijstvliescomposiet, d=10 mm	€ 2,58	€ 6,22	141%
Spoorballast	€ 3,74	€ 6,64	77%
Spoorstaaf 54E1	€ 10,41	€ 20,55	97%
Spoorwissel 1:9 met mangaanstalen puntstuk	€ 7.767,67	€ 17.220,50	122%
Stalen rioleringsbuis	€ 0,97	€ 1,37	41%
Straatwerk elementen, natuursteen	€ 16,55	€ 107,00	547%
V2b fundatie, bovenleidingssysteem spoor	€ 103,05	€ 232,52	126%
Verlichtingarmaturen: bediening, regeling, TL-5, 28W	€ 59,20	€ 60,26	2%
Wapeningsstaal	€ 145,88	€ 345,70	137%
Waterstofverbruik, bouwmaschine, Elektrolyse Groen, per kg (waterstof: 120 MJ/kg)	€ 1,14	€ 2,16	90%
Waterstofverbruik, bouwmaschine, SMR Grijs, per kg (waterstof: 120 MJ/kg)	€ 0,80	€ 1,46	83%
Wegkantstation	€ 2.511,50	€ 1.105,21	-56%



BIJLAGE C – ZWAARTEPUNTANALYSE GWW MILIEUVERKLARINGEN

	051. Clim	052. Clim	053. Clim	054. Clim	055. Ozon	056. Acid	057. Eutr	058. Eutr	059. Eutr	060. Pho	061. Reso	062. Reso	063. Wat	064. Part	065. Ioni	066. Ecot	067. Hum	068. Hum	069. Land
AC surf met 30% PR	€ 16,03	€ 15,96	€ 0,03	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,23	€ 0,00	€ 0,60	€ 0,68	€ 0,93	€ 0,00	€ 0,95	€ 0,20	€ 4,68	€ 0,04	€ 0,30	€ 0,06	€ 0,18	€ 0,02
AC surf zonder PR	€ 17,89	€ 17,81	€ 0,04	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,00	€ 0,67	€ 0,77	€ 1,05	€ 0,00	€ 1,05	€ 0,23	€ 5,33	€ 0,05	€ 0,34	€ 0,07	€ 0,21	€ 0,00
Bekleding; waterbouwsteen, br	€ 2,90	€ 2,89	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,30	€ 0,30	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,01	€ 0,73	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,02
Betonmortel voor GWW - C30/3	€ 51,91	€ 51,43	€ 0,45	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,47	€ 0,13	€ 1,35	€ 1,77	€ 1,61	€ 0,00	€ 0,97	€ 0,03	€ 10,51	€ 0,32	€ 0,84	€ 0,08	€ 0,49	€ 0,13
Betonmortel voor GWW - C30/3	€ 27,02	€ 26,42	€ 0,57	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,36	€ 0,01	€ 1,12	€ 1,37	€ 1,38	€ 0,00	€ 0,69	€ 0,05	€ 9,30	€ 0,11	€ 0,53	€ 0,07	€ 0,20	€ 0,13
Betonmortel voor GWW - C30/3	€ 27,00	€ 26,40	€ 0,57	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,36	€ 0,01	€ 1,12	€ 1,36	€ 1,37	€ 0,00	€ 0,69	€ 0,05	€ 9,30	€ 0,11	€ 0,53	€ 0,07	€ 0,20	€ 0,13
Betonmortel voor GWW - C45/5	€ 36,67	€ 35,73	€ 0,89	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,43	€ 0,02	€ 1,29	€ 1,59	€ 1,57	€ 0,00	€ 0,85	€ 0,10	€ 10,19	€ 0,17	€ 0,79	€ 0,08	€ 0,27	€ 0,14
Betonmortel voor GWW - C55/6	€ 50,47	€ 49,75	€ 0,67	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,62	€ 0,02	€ 1,68	€ 2,15	€ 1,99	€ 0,00	€ 1,10	€ 0,07	€ 11,37	€ 0,26	€ 1,16	€ 0,09	€ 0,28	€ 0,16
Bovenleidingdraden en -kabels	€ 1,84	€ 1,82	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,34	€ 0,00	€ 0,14	€ 0,21	€ 0,22	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,08	€ 1,44	€ 0,03	€ 0,08	€ 0,20	€ 2,09	€ 0,02
Damwand, staal (constructiest	€ 31,03	€ 31,00	€ -0,05	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,41	€ 0,04	€ 0,80	€ 0,96	€ 1,52	€ 0,00	€ 0,92	€ 0,52	€ 13,20	€ 0,20	€ 16,91	€ 2,85	€ 0,56	€ 0,06
Damwand, staal (koudgezet pla	€ 31,91	€ 31,92	€ -0,03	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,42	€ 0,03	€ 0,82	€ 1,00	€ 1,65	€ 0,00	€ 0,97	€ 0,53	€ 10,98	€ 0,15	€ 16,89	€ 2,09	€ 0,57	€ 0,06
Damwand; Europees hardhout,	€ 1,16	€ 1,29	€ -0,15	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,06	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,01	€ 1,10	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,17
Damwand; tropisch hardhout, d	€ 2,26	€ 2,27	€ -0,03	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,09	€ 0,00	€ 0,22	€ 0,23	€ 0,28	€ 0,00	€ 0,09	€ 0,01	€ 1,26	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,01	€ 1,38
Dieselveerbruik, bouwma	€ 0,45	€ 0,45	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00
Elektriciteitsverbruik, bouwma	€ 0,08	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Elektriciteitsverbruik, bouwma	€ 0,04	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Filter/materiaal, mijnsteen	€ 2,53	€ 2,52	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,23	€ 0,27	€ 0,27	€ 0,00	€ 0,09	€ 0,01	€ 0,54	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,02
Geluidsreducerende SMA dekla	€ 21,06	€ 21,01	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,31	€ 0,00	€ 0,75	€ 0,86	€ 1,22	€ 0,00	€ 1,29	€ 0,37	€ 6,27	€ 0,08	€ 0,40	€ 0,08	€ 0,27	€ 0,01
Gerenvoerde stalen geleidera	€ 5,18	€ 5,10	€ 0,07	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,21	€ 0,01	€ 0,24	€ 0,69	€ 0,29	€ 0,00	€ 0,19	€ 0,13	€ 3,11	€ 0,09	€ 0,35	€ 0,35	€ 7,87	€ 0,02
Glasvezelkabel	€ 0,50	€ 0,50	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,03	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00
Graafmachine, cat. IIB, HVO	€ 0,37	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,21	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,03	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,14	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,01
Graafmachine, cat. IIB, HVO (ex	€ 0,12	€ 0,10	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00
Grondverdringende fundatie vo	€ 162,92	€ 161,14	€ 1,28	€ 0,50	€ 0,00	€ 3,92	€ 0,28	€ 4,67	€ 11,23	€ 6,18	€ 0,01	€ 6,21	€ 3,44	€ 60,73	€ 3,50	€ 1,87	€ 12,87	€ 8,21	€ 0,40
GVK rioleringsbuis	€ 26,18	€ 26,10	€ -0,41	€ 0,49	€ 0,00	€ 0,34	€ 0,01	€ 0,64	€ 0,73	€ 1,20	€ 0,00	€ 0,74	€ 0,35	€ 4,23	€ 0,17	€ 0,41	€ 0,17	€ 0,61	€ 0,05
Hergebruikte geleiderail, staal,	€ 1,19	€ 1,19	€ -0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,11	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,01	€ 0,84	€ 0,01	€ 0,08	€ 0,05	€ 7,51	€ 0,01
Houten geleiderails snelwegen	€ 7,47	€ 6,45	€ 0,98	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,29	€ 0,01	€ 0,59	€ 0,89	€ 0,74	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,06	€ 5,97	€ 0,06	€ 0,09	€ 0,34	€ 0,20	€ 1,32
kathodisch beschermen, alumir	€ 0,66	€ 0,65	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,23	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,00
LNG, dual fuel (80% LNG 20% M	€ 592,22	€ 592,00	€ 0,13	€ 0,09	€ 0,00	€ 5,32	€ 0,04	€ 17,51	€ 20,96	€ 27,81	€ 0,00	€ 18,68	€ 0,67	€ 32,81	€ 0,36	€ 1,04	€ 2,29	€ 2,38	€ 0,34
MGO, pré Tier I (obv TNO 2021 R	€ 503,95	€ 503,69	€ 0,18	€ 0,08	€ 0,00	€ 20,00	€ 0,04	€ 79,50	€ 94,95	€ 88,14	€ 0,00	€ 18,80	€ 0,72	€ 124,62	€ 0,59	€ 3,40	€ 6,12	€ 11,64	€ 0,48
MGO, pré Tier I + SCR (Tier III) (c	€ 515,89	€ 515,62	€ 0,19	€ 0,08	€ 0,00	€ 6,23	€ 0,04	€ 18,32	€ 21,51	€ 29,78	€ 0,00	€ 19,28	€ 1,49	€ 83,79	€ 0,63	€ 3,43	€ 6,15	€ 11,74	€ 0,49
Middenspanningskabel alumini	€ 0,90	€ 0,90	€ -0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,04	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,14	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,11	€ 0,00
Middenspanningskabel koper	€ 1,18	€ 1,18	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,07	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,03	€ 0,34	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,07	€ 0,71	€ 0,01
Nieuwe stalen geleiderails type	€ 8,66	€ 8,56	€ 0,09	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,01	€ 0,35	€ 0,80	€ 0,44	€ 0,00	€ 0,29	€ 0,23	€ 4,34	€ 0,12	€ 0,40	€ 0,92	€ 8,08	€ 0,02
Plaat; RVS	€ 8,94	€ 8,85	€ 0,08	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,20	€ 0,01	€ 0,44	€ 0,52	€ 0,50	€ 0,00	€ 0,32	€ 0,21	€ 4,36	€ 0,14	€ 0,10	€ 1,08	€ 0,37	€ 0,03
Prefab ligger, omgekeerde T-lig	€ 53,99	€ 53,44	€ 0,49	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,73	€ 0,05	€ 1,73	€ 2,07	€ 2,29	€ 0,00	€ 1,50	€ 0,60	€ 17,89	€ 0,38	€ 0,93	€ 3,18	€ 1,62	€ 0,18
PVC rioleringsbuis, groot	€ 2,87	€ 2,88	€ -0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,10	€ 0,12	€ 0,13	€ 0,00	€ 0,14	€ 0,05	€ 0,47	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,03	€ 0,01
Rioolbuis gewapend (schaalbaa	€ 26,69	€ 26,49	€ 0,17	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,29	€ 0,05	€ 0,71	€ 0,86	€ 0,94	€ 0,00	€ 0,67	€ 0,24	€ 6,21	€ 0,19	€ 0,37	€ 1,26	€ 0,72	€ 0,08
Rond RVV verkeersbord cat III, 3	€ 3,11	€ 3,09	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,08	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,12	€ 0,06	€ 0,65	€ 0,05	€ 0,03	€ 0,03	€ 0,05	€ 0,01
Rond RVV verkeersbord cat III, 4	€ 3,00	€ 2,90	€ 0,09	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,07	€ 0,00	€ 0,13	€ 0,14	€ 0,17	€ 0,00	€ 0,10	€ 0,03	€ 0,83	€ 0,02	€ 0,02	€ 0,08	€ 0,06	€ -0,00
Rond RVV verkeersbord cat III, 5	€ 2,91	€ 2,89	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,07	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,05	€ 0,57	€ 0,04	€ 0,03	€ 0,02	€ 0,04	€ 0,01
Rond RVV verkeersbord cat III, 6	€ 1,00	€ 1,00	€ -0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,01	€ 0,29	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00
Rond RVV verkeersbord cat III, 7	€ 4,90	€ 2,55	€ 2,34	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,08	€ 0,09	€ 0,14	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,02	€ 0,69	€ 0,04	€ 0,02	€ 0,06	€ 0,03	€ 0,01
Spoorbalkast	€ 3,12	€ 3,10	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,12	€ 0,00	€ 0,35	€ 0,43	€ 0,41	€ 0,00	€ 0,12	€ 0,01	€ 1,79	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,02	€ 0,03	€ 0,18
Spoorstaaf 54E1	€ 10,62	€ 10,54	€ 0,07	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,19	€ 0,02	€ 0,50	€ 0,56	€ 0,66	€ 0,00	€ 0,37	€ 0,25	€ 4,67	€ 0,13	€ 0,22	€ 1,59	€ 0,72	€ 0,02
Spoorwiel 1:9 met mangaanst	€ 9.336,05	€ 9.236,38	€ 88,37	€ 11,30	€ 0,05	€ 161,01	€ 12,92	€ 439,16	€ 502,84	€ 536,67	€ 0,14	€ 332,77	€ 123,09	€ 4.016,29	€ 119,14	€ 127,89	€ 994,73	€ 483,87	€ 33,86
Stalen rioleringsbuis	€ 0,91	€ 0,91	€ -0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,03	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,02	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,00
Straatwerk elementen, natuurs	€ 19,15	€ 19,01	€ 0,12	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,46	€ 0,03	€ 1,01	€ 1,26	€ 1,16	€ 0,00	€ 0,49	€ 0,06	€ 82,74	€ 0,19	€ 0,21	€ 0,05	€ 0,16	€ 0,02
V2b fundatie, bovenleidingssys	€ 145,67	€ 144,58																	