

Samenvatting rekenregels NMD3.0 voor toepassing in de API.

Versie: 1.0.
Datum: 23 april 2019

Auteur: R.H. Dijkstra, RBit Informatica, SBK
Reviewer: J.M. Vijverberg, Tessella, op voordracht van TNO
Reviewer: M.Leene, Incramind Software Ltd, SBK
Reviewer: J.Levels, LBP, SBK
Reviewer: R. Kraaijenbrink, LBP, SBK

Inhoud

Werkdocument: Samenvatting rekenregels NMD3.0 voor toepassing in de API	1
Inleiding	3
Overzicht van begrippen.....	3
Bouwwerken ipv. gebouwen.....	3
Milieucategorieën en Uitstootwaarden.....	3
Schaduwprijs, wegingsfactor en milieukostenindicator (MKI)	3
Faseprofielen	4
Profielsets	4
Elementen, elementonderdelen en functionele beschrijvingen.....	4
Relatie tussen element en producten.	4
Verschillende invullingen per element -> meerdere regels per element aanmaken	5
Markt Producten, totaalproducten, deelproducten en productonderdelen.....	5
Marktproduct.....	5
Marktproduct: Totaalproduct	5
Marktproduct: Deelproduct.....	5
Productonderdeel	6
Relatie tussen deelproducten en productonderdelen	6
De “CUAS” methodiek en de functionele beschrijvingen.	6
Criteria voor voldoen aan de CUAS methodiek.....	7
Van productonderdelen naar profielsets	7
Een praktijk voorbeeld: heipalen	7
Meelifters: productonderdelen zónder profielset	7
Profielset eenheden, hoeveelheden en de wegingsfactor	7
Eenheden	8
Hoeveelheden	8
“Frequentie”, de verrekening van de levensduren van bouwwerken, producten en onderdelen	8
Vervanging van onderdelen binnen het product	9
Vervanging van producten binnen het bouwwerk	9
MKI Product (buiten het bouwwerk), over de levensduur en per jaar.....	9
MKI product, gemeten over de levensduur van het (markt) product	9
Berekening van de profielset schaling	9
Praktijkvoorbeeld (in dit geval niet uitgesplitst naar beton en wapening):.....	10
Berekening van de MKI product.....	11
De “pure” MKI product	11
MKI product, per jaar	12
Fase-MKI en categorie-MKI.	12
Voorbeeld 1: een fase-MKI product voor de fase B1: “gebruik van product”	12
Voorbeeld 2: een categorie-MKI product voor de categorie: “verzuring”	13
De MKI samenstelling of MKI element	13
De MKI-in het bouwwerk, levensduur, frequentie	13
Berekening MKI-product in het bouwwerk	13
Levensduren van elementen en van bouwwerken	14
Het probleem van de “rest-levensduren”:.....	14
Het probleem van de fase-compensatie mbt fase B4 volgens EN15804	14
Reparatie van het faseverschil	14
Berekening “genormaliseerde MKI product binnen bouwwerk”	15
Berekening van de ophoging van de fase B4:	16
Toevoegen optelling bij fase B4	16
Berekening MKI bouwwerk (en element of samenstelling).....	17
De MKI bouwwerk per jaar.....	17
MKI bouwwerk per fase of per milieucategorie	18
Berekening van de MPG (Milieuprestatie bouwwerk)	18
Andere “ouputs” van de berekening	18
Eisen aan de producent van MKI en MPG data	19

Inleiding

In de publicatie “Rekenregels en richtlijnen milieuprestatiebepaling” (1 jan 2019) van SBK is een overzicht gepresenteerd van de algemene kwantitatieve relaties tussen de Milieuwaarden (ook wel “uitstootwaarden” genoemd), zoals die per “Milieucategorie” en per “Fase” volgens EN 15804 in de NMD3.0 zijn vastgelegd, en de berekening van de MKI scores en de MPG score.

Deze rekenregels beschrijven nog niet de praktische handvaten over HOE de gepresenteerde kwantitatieve relaties met praktische stappen, en met behulp van de API van de NMD3.0 kunnen worden omgezet tot correcte MKI en MPG scores. De daartoe benodigde (reken)stappen worden in dit document gepresenteerd. Eerst geven we hieronder echter een kort overzicht van de belangrijkste begripsbepalingen plus enkele praktische opmerkingen.

Een tweede belangrijke motivatie voor het maken van deze samenvatting was dat er ten opzichte van de originele rekenregels onduidelijkheid was ontstaan over de wijze van verrekening van de vervangingen in fase B4 in de MKIbouwwerk, zoals die door de norm EN15804 wordt voorgeschreven. Het bleek dat deze verrekening weliswaar consistent was voor wat betreft de globale MKI's, maar leidde tot verschuivingen tussen fase-MKI's van individuele deelproducten versus de corresponderende fase MKI's van een uit de diezelfde deelproducten samengesteld totaalproduct. Om deze inconsistentie op te lossen is er een intensieve discussie geweest tussen diverse deelnemende partijen, zoals SBK, LBP, W/E adviseurs, TNO en RBit Informatica. Uiteindelijk heeft deze discussie geleid tot een constructie waarbij de voorschriften van de EN15978 en de EN15804 gecombineerd worden en die ook met betrekking tot de fase-MKI gelijk loopt voor de deelproducten en een totaalproduct dat daaruit wordt samengesteld. Deze oplossing wordt in dit document gepresenteerd in de sectie bij de berekening van de MKIbouwwerk.

NB. deze samenvatting gaat specifiek over de **berekeningswijze** van de diverse MKI getallen. Voor de meer algemene bepalingen ten aanzien van de rekenregels wordt verwezen naar het bovengenoemde document met de rekenregels (hiervan verschijnt overigens binnenkort een update of erratum, om de oplossing voor genoemde problematiek ook daarin te verwerken)

Overzicht van begrippen

Bouwwerken ipv. gebouwen

We spreken bij de NMD3.0 over “bouwwerken” en niet over “gebouwen”. We doen dit omdat er ook een categorie “Bouwwerken, niet zijnde gebouw” bestaat (wordt vooral in de GWW sector veel toegepast). De term “bouwwerk” omvat dus naast gebouwen, ook de “bouwwerken, niet zijnde gebouw” en is daarmee completer.

Milieucategorieën en Uitstootwaarden

De woorden “Milieucategorie” en “Uitstootwaarden” zijn nauw met elkaar verbonden. De milieucategorie is de categorie van belasting van het milieu, waarbij de specifieke zwaarte van de belasting wordt uitgedrukt in termen van een uitgestoten hoeveelheid van een specifieke schadelijke stof (of een equivalent daarvan): de “indicatorstof”. De representatieve hoeveelheid van de betreffende uitgestoten indicatorstof voor een milieucategorie noemen we de “uitstootwaarde”

Schaduwprijs, wegingsfactor en milieukostenindicator (MKI)

De hoeveelheden van de uitstootwaarden voor de verschillende milieucategorieën worden uitgedrukt in eenheden die horen bij de betreffende indicator stoffen, zoals bijvoorbeeld “kg CO₂” voor “klimaatverandering” of “kg 1,4-dichloorbenzeen” voor “humaan toxicologische effecten”. Het spreekt vanzelf dat deze verschillende eenheden niet rechtstreeks bij elkaar kunnen worden opgeteld (1 kg CO₂ + 2 kg 1,4-dichloorbenzeen heeft immers volledig andere effecten dan 2 kg CO₂ +

1 kg 1,4-dichloorbenzeen...). Om deze reden worden alle berekende uitstootwaarden via een “wegingsfactor” omgerekend tot in geldbedragen uitgedrukte kosten, ofwel “schaduw prijzen” (die geacht wordt de kosten te vertegenwoordigen die gemaakt zouden moeten worden om de betreffende vervuiling op te ruimen of anderszins op te lossen). Deze gezamenlijke uitdrukking in geldbedragen maakt het vervolgens mogelijk de uitstootwaarden te aggregeren tot één samengestelde milieukosten indicator, ofwel MKI.

Faseprofielen

Een “faseprofiel” is één volledig set van alle ingevulde uitstootwaarden van een product of productonderdeel voor ieder van de milieucategorieën, voor één specifieke LCA fase volgens de EN15804 (rekenregels, termen en definities, p4.)

Profielsets

Een punt dat in de rekenregels wel impliciet aanwezig is, maar niet expliciet wordt benoemd betreft het gebruik van “Profielsets”. Een profielset is één set faseprofielen bij een product of productonderdeel, waarin voor iedere fase uit de EN15804 precies één faseprofiel is ingevuld.

De profielset is zodoende één integrale, samenhangende en compleet gevulde, set van uitstootwaarden voor iedere mogelijke combinatie van de toegepaste uitstootcategorieën en de 13 in de NMD3.0 toegepaste fasen uit de EN 15804. In de huidige situatie zijn er 17 uitstootwaarden waarvan 11 daadwerkelijk worden gevuld.

Gezamenlijk vormen deze dus een 11x13 of 17x13 matrix van in totaal 143 of 221 uitstootwaarden. De faseprofielen in een profielset zijn ook logisch met elkaar verbonden in die zin dat ze gezamenlijk de uitstoot voor de volledige levenscyclus van één product, productonderdeel, of technische gedeelte daarvan (zie onder) representeren.

Elementen, elementonderdelen en functionele beschrijvingen

In de NMD3.0 wordt de correctheid van de set producten die geacht wordt een bouwwerk te representeren bepaald door de “matching” (of “mapping”) van die producten met de beschrijving van het bouwwerk aan de hand van de NLSfB of RAW “Elementen”.

Ieder element wordt geacht te bestaan uit een aantal functionele onderdelen, die gezamenlijk bepalen welke functies het element in het bouwwerk vervult.

De functies en dus ook de onderdelen van ieder element zijn vastgelegd in zogeheten functionele beschrijvingen waarin voor ieder element precies is vastgelegd uit welke functionele onderdelen het bestaat, welke van die onderdelen verplicht zijn, wat de eenheden per onderdeel zijn, wat de CUAS categorie (zie onder) is, etc.

De Elementen en de elementonderdelen staan in een zogeheten ouder-kind relatie tot elkaar beschreven in de NMD3.0.

De CUAS systematiek bestaat een viertal letters die aangeven tot welke hoofdgroep van functie de elementonderdelen behoren: C: Constructie, U: Uitrusting, A: afwerking, S: Schilderwerk

Relatie tussen element en producten.

Het doel is om een door te rekenen set producten te selecteren die geacht worden een bouwwerk te representeren in de berekeningen van MKI en MPG. De producten set wordt in de NMD3.0 pas als correct aangeduid wanneer alle verplichte onderdelen van de voor het bouwwerk benodigde

elementen in de juiste hoeveelheden door producten zijn “afgedekt”¹ en van een CUAS categorie zijn voorzien.

De specifieke keuze-logica om tot die afdekking van de elementen in het bouwwerk te komen valt buiten de scope van dit document (daar zijn andere handleidingen voor opgesteld). Het is voldoende te weten dat die logica van de afdekking uiteindelijk een lijst oplevert met producten en productonderdelen met bijbehorende profielsets (zie eerdere beschrijving), die de milieuprestaties van het bouwwerk (MKI en MPG waarden) bepalen.

Verschillende invullingen per element -> meerdere regels per element aanmaken

Een praktisch probleem betreft de mogelijkheid dat één element met meerdere soorten of typen producten kan worden afgedekt. Dit kunnen we oplossen door simpelweg meerdere regels per element aan te maken, voor de verschillende soorten of typen producten.

Stel bijvoorbeeld dat we in een gebouw in totaal 20 vierkante meter ramen hebben, waarvan 5 m² met “hardhouten taatsramen” en 15 m² met “aluminium kiepramen”. In dit geval voegen we bij het aanmaken van het bouwwerk in de rekentool simpel 2x het element “buitenwand openingen; gevuld met ramen” toe, die we afdekken met de gewenste hoeveelheden van de betreffende producten.

Op deze wijze kan dus voor iedere verzameling van toe te passen producten de juiste /gewenste afdekking van de totale hoeveelheid van het element in het bouwwerk worden gerealiseerd.

Markt Producten, totaalproducten, deelproducten en productonderdelen

Marktproduct.

Een marktproduct is een “product” zoals dat door de aanbieder op de markt wordt gebracht. Een marktproduct kan een totaalproduct of een deelproduct zijn (zie voor beiden hieronder). Het marktproduct is ook de eenheid van selectie en invoer in de NMD3.0².

Marktproduct: Totaalproduct

In sommige gevallen is een marktproduct zo samengesteld dat het, op basis van de LCA analyse, de volledige set van verplichte functies van de NLsfb of RAW elementen in het bouwwerk “afdekt”. We spreken dan van een “Totaalproduct”. Kenmerkend voor het totaalproduct is dat de profielsets rechtstreeks aan het product zijn gekoppeld (het is door de “totale afdekking” van het element in dit geval immers niet noodzakelijk om de afdekking alle elementonderdelen afzonderlijk te benoemen en/of te koppelen en door te rekenen).

Marktproduct: Deelproduct

Wanneer het marktproduct op basis van de LCA niet alle verplichte onderdelen van het betreffende element afdekt ontstaat er een samenstellingsprobleem: bepaald moet worden welke (verplichte) elementonderdelen het product wél afdekt en voor welke verplichte elementonderdelen dit niet het geval is en dus nog aanvullende producten geselecteerd zullen moeten worden. De totale MKI wordt

¹ Je zou natuurlijk de vraag kunnen stellen wat dan bepaalt wanneer een voorgestelde lijst of set met elementen een correcte beschrijving van het bouwwerk is, hoe die criteria bepaald zijn, en door wie of wat ze worden gecontroleerd. Dat is een hele goede en interessante vraag, die echter buiten de scope van deze samenvatting van de rekenregels ligt.

² Er kunnen in de praktijk immers alleen volledige marktproducten in een bouwwerk worden opgenomen. En zelfs wanneer een gedeelte van het geselecteerd marktproduct niet in het bouwwerk zou worden opgenomen, blijft het restant nog steeds als afval over. Pas wanneer ook een systematiek zou bestaan voor het hergebruik van niet in het bouwwerk toegepaste onderdelen (bijvoorbeeld in een circulaire systematiek) zou dit veranderen

in dit geval dus bepaald door de optelsom van de MKIs (verrekend met de frequenties) van de geselecteerde marktproducten en dus van de daaraan gekoppelde profielsets.

Productonderdeel

Een productonderdeel is een functioneel onderdeel van een product dat gekoppeld kan worden aan een functioneel onderdeel van een element. Dus bijvoorbeeld: wanneer het **Element** “buitenwandopeningen; gevuld met ramen” volgens de functionele beschrijving een elementonderdeel “kozijn” moet bevatten, dan kan een aan dit element gekoppeld (markt)product al dan niet een kozijn bevatten. Als het product inderdaad een kozijn bevat, of in ieder geval volgens de LCA de functies van een kozijn vervult, dan zeggen we dat dit kozijn een **productonderdeel** is van het betreffende product dat het **elementonderdeel** kozijn “afdekt”. Als het geselecteerde product geen kozijn bevat, of die functie volgens de LCA niet vervult, dan wordt dit elementonderdeel dus niet door het product afgedekt. (in welk geval er dus nog een ander aanvullend product geselecteerd zal moeten worden dat het betreffende elementonderdeel wél afdekt, om tot complete afdekking van het element te komen)

Dus samenvattend:

A: een “productonderdeel” is een identificeerbaar onderdeel of een identificeerbare functie van het product dat overeenkomt met een elementonderdeel zoals beschreven in de functionele beschrijving van het element, zodat door selectie van het product, dit elementonderdeel is afgedekt.

B: We zeggen dat het element als geheel is afgedekt wanneer alle **verplichte** elementonderdelen zijn afgedekt door productonderdelen van de geselecteerde producten.

Relatie tussen deelproducten en productonderdelen

Voor het begrip van de berekeningen is ook belangrijk om te beseffen wat de relatie is tussen een deelproduct en een productonderdeel.

Stel: we hebben twee losse marktproducten die ieder één elementonderdeel in een bouwwerk afdekken. We noemen dit dan twee “deelproducten”. Data-technisch bestaat zo’n enkelvoudig product dus uit twee records (een ouder record en een kind record), die ieder hetzelfde product op de twee verschillende niveaus representeren.

Wanneer we nu deze beide deelproducten zouden samenvoegen tot één nieuw gezamenlijk marktproduct worden data-technisch de productonderdelen (kinderen) samengevoegd onder één nieuwe ouder (het marktproduct). Inhoudelijk en conceptueel zou je echter kunnen zeggen dat de twee losse producten die eerst als deelproducten op de markt waren nu productonderdelen zijn geworden in een nieuwe markt/deelproduct.

Bovenstaande is belangrijk omdat het impliceert dat het verrekenen van vervangingen van deelproducten binnen samenstellingen van producten (waarover hieronder meer) ook van toepassing is op de verrekening van productonderdelen binnen deelproducten. De crux is hier dat een deelproduct met meerdere productonderdelen ook gezien kan worden als een samenstelling van losse onderdelen.

De “CUAS” methodiek en de functionele beschrijvingen.

Dit is een methodiek die is bedoeld om vast te stellen of uit ieder van de vier groepen functionaliteit:

- C: Constructie
- U: Uitrusting
- A: Afwerking

- S: Schilderwerk

Tenminste één productonderdeel is geselecteerd.

Criteria voor voldoen aan de CUAS methodiek

Wanneer:

- de functionele beschrijvingen zodanig zijn opgesteld dat voor ieder van deze categorieën tenminste één functioneel elementonderdeel als verplicht is opgenomen, en
- alle verplichte elementonderdelen zijn afdekt,

is daarmee **automatisch óók voldaan aan de CUAS methodiek**.

Van productonderdelen naar profielsets

De eerste stap in de genoemde mapping van een deelproduct naar de elementonderdelen is de opdeling van het product in “productonderdelen”, zijnde de specifieke functionele of technische onderdelen van het product die corresponderen met de elementonderdelen zoals die in de functionele beschrijving zijn vastgelegd.

Daarmee zijn we er echter nog niet, want het kan in de praktijk gebeuren dat zo’n productonderdeel op zichzelf weer bestaat uit “technische onderdelen” die - bijvoorbeeld - verschillend schalen, en die daarom verschillende profielsets, hoeveelheden en schalingsformules nodig hebben.

Een praktijk voorbeeld: heipalen

Voorbeelden hiervan zijn “heipalen” die deel uitmaken van het element “17.2: Paalfunderingen; geheid” en dus mappen naar het elementonderdeel heipalen. Heipalen zelf bestaan echter weer uit beton en uit wapening, die beiden net iets anders schalen. Om nu met deze verschillende schalingen binnen één productonderdeel te kunnen werken is de mogelijkheid gecreëerd dat één productonderdeel meerdere profielsets gekoppeld worden. In het geval van de heipaal heeft het ene productonderdeel “heipaal” dus 2 profielsets: één profielset voor het beton en één profielset voor de wapening.

Meelifters: productonderdelen zonder profielset

Ieder productonderdeel kan in de praktijk nul, één, of meerdere profielsets hebben.

Productonderdelen die geen profielsets hebben zijn wel van belang voor de “afdekking” van de elementen, en dus voor de bepaling van de compleetheid van de beschrijving van het bouwwerk aan de hand van de geselecteerde producten, maar leveren geen data voor de berekening. Zulke productonderdelen zonder eigen profielsets noemen we “meelifters”, omdat de uitstoot hiervan geacht wordt te zijn opgenomen in de LCA gegevens van andere productonderdelen.

Een “meelifter” kan dus een herkenbaar technisch onderdeel zijn (zoals aparte isolatierubbers), of een functie hebben die al door een ander productonderdeel wordt verzorgd. Een voorbeeld hiervan is als het glas is zodanig geproduceerd dat de isolatie rubbers niet meer nodig zijn. Dit laatste moet dan wel in de LCA zijn aangetoond.

Profielset eenheden, hoeveelheden en de wegingsfactor

Bij de berekening van de diverse MKI’s en MPG komen vaak diverse eenheden tegelijk van pas: de uiteindelijke MKI waarden worden bepaald door het in acht nemen van de hoeveelheden, eenheden en bijbehorende wegingsfactoren. Een gedetailleerde berekening volgt verderop in dit document. Hier beschrijven we de definities van de verschillende eenheden en hoeveelheden.

Eenheden

De “functionele eenheid” is eenheid waarin de hoeveelheid van het product als zodanig wordt gemeten. Daarnaast is er bijvoorbeeld de eenheid waarin de uitstootwaarden voor de milieucategorieën worden gemeten, dit zijn meestal kilogrammen van een bepaalde stof of een equivalent daarvan. Maar daarmee zijn we er nog niet, want het kan (en zal) gebeuren dat de hoeveelheden van profielsets weer in andere eenheden worden uitgedrukt dan de hoeveelheden van het hoofdproduct.

Zo is het bijvoorbeeld helemaal niet uitzonderlijk om te spreken over de “uitstoot van kg Antimoon” per jaar van één stuks van een regelkast die hoort bij een elektrische garagedeur waarvan de oppervlakte wordt uitgedrukt in vierkante meter. In dit voorbeeld wordt in één berekening eigenlijk al met 4 eenheden – kg, stuks, jaar en m² – gerekend. Deze grote verscheidenheid van tegelijkertijd gebruikte eenheden zou e.e.a. flink kunnen compliceren, te meer wanneer er ook nog gewerkt wordt met, mogelijk multidimensionale, schaling.

In de praktijk wordt dit hele probleem echter omzeild door te werken met “Schaduwrijzen”, waarbij alle uitstootwaarden worden omgerekend tot in geldwaarden uitgedrukt bedragen.

De eenheden van variabelen zijn bij toepassing van de API van de NMD3.0 altijd in de betreffende “Resource” van de API terug te vinden

Hoeveelheden

De toe te passen hoeveelheden van de producten of profielsets kunnen uit 2 bronnen voortkomen:

1. De hoeveelheden van voor een MKI berekening geselecteerde markt-producten worden gekozen door de eindgebruiker van de rekentool, of:
2. Wanneer een product is samengesteld uit meerdere productonderdelen/ profielsets, dan kan de gebruiker natuurlijk niet zelf kiezen in welke verhoudingen die onderdelen of profielsets in het "ouder-product" aanwezig zijn. Dit is dan immers al bij de ontwikkeling van het product bepaald door de fabrikant. In dat geval is het dus de fabrikant van het product die bij het invullen van de productkaart invoert in welke hoeveelheden de productonderdelen (kind-producten) en de profielsets - per functionele eenheid - in het markt product (ouder-product) aanwezig zijn.

Er zijn dus twee mogelijke routes waarlangs de benodigde hoeveelheden gegenereerd kunnen zijn: uit de opgave van de fabrikant, óf uit de keuze van de gebruiker/ BIM informatie. Hierbij nog twee opmerkingen:

1. Profielsets en hoeveelheden zijn 1 op 1 met elkaar verbonden: als een productonderdeel een hoeveelheid heeft moet er ook (tenminste) een profielset zijn, en als er een profielset is, moet er ook een (positieve) hoeveelheid zijn. Beiden zijn immers zinloos zonder de ander.
2. In die Resource "ProfielsetsEnSchalingBijProduct" van de API worden meelifters aangegeven met een hoeveelheid van -1. Deze waarde is dus een indicator dat de hoeveelheid hier irrelevant is en dat er dus ook geen profielset is.

“Frequentie”, de verrekening van de levensduren van bouwwerken, producten en onderdelen

Onderdelen hebben vaak andere levensduren dan de dingen waar ze deel van uitmaken. Als dat het geval is moeten er dus vervangingen gedaan worden (bijvoorbeeld glas met een levensduur van 25 jaar dat 2x vervangen moet worden binnen de levensduur van een kozijn dat 75 jaar meegaat.)

Vervanging van onderdelen binnen het product

Volgens de EN15804 wordt de vervanging van het onderdeel binnen levensduur van het product echter geacht al te zijn verwerkt in de uitstootwaarden zoals geproduceerd in fase B4: "Vervangen" van de profielset³. Er wordt dus vanuit gegaan dat een profielset nooit meer dan 1x toegepast hoeft te worden binnen een product. Anderzijds wordt er ook vanuit gegaan dat een onderdeel en dus ook de profielsets nooit minder dan 1x toegepast kan worden (je koopt een product als geheel). Per saldo is het gevolg dat de reken-frequentie van de profielsets binnen het product altijd 1 is (we hoeven deze niet apart in de formule op te nemen).

Vervanging van producten binnen het bouwwerk

Wanneer het marktproduct meerdere keren wordt toegepast (en dus vervangen) tijdens de levensduur van het bouwwerk moet wel de frequentie van deze vervanging berekend worden. Deze is in principe gelijk aan de levensduur van het bouwwerk gedeeld door de levensduur van het product, met daarbij een paar kanttekeningen:

1. Een productonderdeel kan niet minder vaak dan 1x worden toegepast. De ondergrens voor de frequentie is dus altijd 1.
2. De levensduur van het product past vaak niet een geheel aantal maal in de levensduur van het bouwwerk, waardoor een rest-levensduur van het onderdeel zou ontstaan. In dit geval wordt niet de in de EN15978 aangegeven "knip-methode" (afronding naar boven naar een geheel getal) gehanteerd, maar wordt de frequentie berekend als de decimale uitkomst van de levensduur van het bouwwerk door de levensduur van het product⁴.

MKI Product (buiten het bouwwerk), over de levensduur en per jaar

MKI product, gemeten over de levensduur van het (markt) product

In de NMD3.0 wordt schaling al toegepast bij de berekening van de MKI producten. De schaling wordt bovendien (indien van toepassing) **berekend per individuele profielset**. Er moet immers de mogelijkheid zijn om deze individueel te schalen. Hieronder geven we eerst de berekening van de schaling weer en daarna de berekening van de totale MKIproduct over de levensduur en per jaar, en van de fase MKI's en de Categorie-MKI voor het product, over de levensduur en per jaar.

Berekening van de profielset schaling

De schaling wordt berekend door toepassing van de gekozen schalingsformule. De invoer parameters voor deze formule zijn de daarvoor door fabrikant of diens LCA expert ingevoerde parameters, en de bij de uitvoering van de berekening te bepalen dimensies van het product. De volgende stappen kunnen worden gevolgd om de juiste schalingsfactor te verkrijgen:

1. De toe te passen schalingsformule wordt opgehaald uit de dataset
2. De parameters A, B en C (voor zover van toepassing) zoals **die door de fabrikant of diens LCA expert zijn ingevoerd** in de productkaart worden opgehaald, en ingevuld in de opgehaalde formule.
3. Bepaal de werkelijke dimensies van het te schalen product en bepaal welke dimensie(s) van het werkelijke product overeenkomen met de schaling dimensie(s) van de NMD3.0 product specificatie. Controleer dat de eenheden van het werkelijke product overeenkomen met de eenheden zoals gedefinieerd in de NMD3.0 schaling definities.

³ Zie paragraaf 2.2.2, op pag 14 van de het document met de rekenregels

⁴ Zie paragraaf 3.2.1, op pag 24-25 van de rekenregels

4. De (bij stap 3) berekende of werkelijk in het bouwwerk toegepaste schalings waarde X wordt ingevuld in de schalingsformule
5. De Schalingsfactor S wordt berekend door de bovenstaande uitkomst te delen door de uitkomst van de schalingsformule met de standaard dimensie als input. We willen immers de relatieve waarde weten.
6. Bij twee-dimensionale schaling worden de werkelijk toegepaste waarden voor de schalingsdimensies X1 en X2 vermenigvuldigd tot een totale schalingsfactor.

Praktijkvoorbeeld (in dit geval niet uitgesplitst naar beton en wapening):

Productonderdeel: heipaal

Eenheid: m1

Schaalbare dimensies: 2

Schalingsformule-type: "lineair" (let op: macht zit al in de vermenigvuldiging van dikte en breedte!)

Schalingsformule: $f(x) = A * x + C$

A = 1

B = 0 (wordt niet toegepast in lineaire berekening)

C = 0

Dit resulteert in de schalingsformule $f(x) = x$ met invoer variabelen:

X1 standaard = 350mm

X2 standaard = 350mm

X1 toegepast = 385mm

X2 toegepast = 385mm

$X1 = f(X1 \text{ toegepast}) / f(X1 \text{ standaard}) = f(385) / f(350) = 385/350 = 1.1$

$X2 = f(X2 \text{ toegepast}) / f(X2 \text{ standaard}) = f(385) / f(350) = 385/350 = 1.1$

Schalingsfactor S = X1 * X2 = 1.1² = 1.21

Ofwel: bij toepassing van de hier gebruikte schalingsformule en parameters neemt, bij een toename van de dikte en de breedte ieder met 10%, de hoeveelheid beton met 21% toe.

Berekening van de MKI product

De MKI product kan op twee manieren berekend worden:

1. Als getal dat slaat op het product als zodanig (buiten de context van het specifieke bouwwerk waar het in wordt toegepast) en dus alleen op basis van de eigen levensduur
2. Als getal dat de milieubelasting door een bepaald product, binnen het kader van een specifiek bouwwerk (en de levensduur daarvan) uitdrukt. We noemen dit verder

$MKI_{i,in\ bouwwerk}$

Dit onderscheid is belangrijk, omdat het gevolgen heeft voor de wijze waarop gewerkt wordt met levensduren en vervangingen, met als gevolg dat ook de getalsmatige uitkomsten verschillen voor een pure berekening van het product, versus de doorrekening van hetzelfde product binnen de context van een bouwwerk.

De “pure” MKI product

Wanneer we de MKI van het product in afzondering, buiten de context van een bouwwerk, berekenen is de levensduur van het product als zodanig de maatstaf voor de berekening. We krijgen dan niet te maken met berekening van “interne” frequenties of vervangingen van de onderdelen waar het product uit is opgebouwd, omdat die vervangingen volgens de EN15804 al opgenomen moeten zijn in de vaststelling van de fase B4.

Tegelijkertijd is er de regel dat ieder onderdeel in een product altijd tenminste 1x volledig gebruikt wordt. Gevolg is dat voor de berekening van dit “pure” MKI product de frequentie van alle onderdelen per definitie 1 is, en we deze dus weg kunnen laten uit de formules.

De pure MKI product als totaal over alle fasen en milieucategorieën wordt dan berekend volgens onderstaande formule:

Formule 1:

$$MKI_{p,l} = (1 + o_p) \sum_{k=1}^z S_k \cdot q_k \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n v_j \cdot MW_{i,j,k}$$

Legenda⁵:

o_p = Opslag ongetoetst. Deze is 0,3 bij categorie 3 kaarten en 0 bij cat 1 en cat 2 kaarten. Deze factor staat helemaal vooraan in de formule, omdat deze volgens de bepalingsmethode niet kan verschillen voor de verschillende profielsets binnen één product (en dus in 1x op het hele product kan worden toegepast).

$i = 1$ tot m is de index van de fasen volgens EN15804, er zijn dus m fasen (op dit moment: $m = 13$)

$j = 1$ tot n is de index van de milieucategorieën (uitstootwaarden), er zijn n uitstootwaarden (nu: $n = 17$)

$k = 1$ tot z is de index van de profielsets bij het product.

S_k = Schalingsfactor, let op: deze staat voor de q_k en niet helemaal vooraan, omdat we juist per profielset willen kunnen schalen.

$MKI_{p,l}$ = Milieukosten indicator voor 1 eenheid (gemeten in de functionele eenheid) van marktproduct p, over de levensduur l, en over de profielset met m fasen en n uitstootcategorieën

$MW_{i,j,k}$ = de uitstoot-waarde per profielset k, gemeten of vastgesteld voor fase i en milieucategorie j, per eenheid van het product, over de volledige levensduur zoals vastgelegd in de profielset

q_k = de hoeveelheid van de profielset per eenheid van marktproduct.

v_j = wegingsfactor van milieucategorie j

$\sum_{j=1}^n v_j \cdot MW_{i,j,k}$ = optelling van de uitstootkosten over de n milieucategorieën, in fase i, voor profielset k. Deze wordt ook wel het "fase profiel" van product p voor fase i genoemd.

$\sum_{i=1}^m (...)$ = optelling van de faseprofielen van over de m fasen volgens de EN 15804

MKI product, per jaar

De MKI product, gemeten per jaar, is gelijk aan bovenstaande maar gedeeld door de levensduur van het product in jaren.

Formule 2:

$$MKI_{p,1} = \frac{1}{l} MKI_{p,l}$$

Deze is gelijk aan formule 1 hierboven maar dan gedeeld door de door de fabrikant opgegeven productlevensduur, zodat $MKI_{p,1}$ de gelijk is aan de MKI product per jaar.

Fase-MKI en categorie-MKI.

De hierboven gegeven definitie van de MKI product brengt deze terug tot één getal, gemeten per jaar of over de levensduur, en over alle fasen en milieucategorieën.

Het is echter binnen deze notatie eenvoudig om informatie-deelproducten (zoals fase- of categorieprofielen) aan te maken. Dit doen we door één van de sommatietekens te verwijderen en de betreffende index in de formule op de gewenste waarde te zetten.

Voorbeeld 1: een fase-MKI product voor de fase B1: "gebruik van product"

"B1 gebruik van product" is de 4^e fase in de opeenvolging van de LCA fase volgens de EN15804. De formule voor de fase MKI voor het specifieke product luidt dus:

Formule 3:

$$MKI_{p,l,gebruik} = (1 + o_p) \sum_{k=1}^z S_k \cdot q_k \cdot \sum_{j=1}^n v_j \cdot MW_{4,j,k}$$

En de **fase MKI per jaar** kan natuurlijk weer op de gebruikelijke wijze worden berekend door bovenstaande te delen door de levensduur van het product. Dit laten we aan de inventiviteit van de lezer over.

Voorbeeld 2: een categorie-MKI product voor de categorie: “verzuring”

De milieucategorie “verzuring” heeft index 7 in de lijst met milieucategorieën. De formule voor deze categorie MKI van het product luidt dus:

Formule 4:

$$MKI_{p,l,verzuring} = (1 + o_p) \sum_{k=1}^z S_k \cdot q_k \cdot \sum_{i=1}^m v_j \cdot MW_{i,7,k}$$

En ook het betreffende categorie MKI per jaar kan natuurlijk weer op dezelfde wijze worden berekend door e.e.a. te delen door de levensduur van het product

Op deze wijze kunnen dus partiële MKI product voor alle gewenste fasen en milieucategorieën worden berekend.

De MKI samenstelling of MKI element

Een eerste stap in de aggregatie van de gegevens is dat we de MKIs kunnen optellen naar het niveau van het element of de samenstelling van producten die dit element afdekt. De berekening hiervan is echter geheel analoog aan de berekening van de MKI bouwwerk. Deze berekening zal hieronder aan de orde komen en heeft als enige verschil dat we niet sommeren over de producten bij alle elementen in een bouwwerk, maar slechts over de producten bij het betreffende element.

En, wellicht ten overvloede: voor het doorrekenen van elementen waarin verschillende oplossingen (materialen, typen, etc) worden toegepast, is het mogelijk om het betreffende element meerdere keren aan de berekening toe te voegen. Per toevoeging van het element kan dan met een ander materiaal, of een andere oplossing, product of schaling worden gewerkt. Daarbij moeten de gesommeerde hoeveelheden natuurlijk wel optellen naar het totaal van het element binnen het bouwwerk.

De MKI-in het bouwwerk, levensduur, frequentie

De MKI-bouwwerk is een aggregatie van de MKI's van de producten over het volledige bouwwerk. Bij de berekening van de MKI bouwwerk treden wel een paar extra complicaties op:

1. *Hoeveelheden*: in een bouwwerk wordt in veel gevallen meer (of misschien juist minder) dan één eenheid van een product toegepast. De toepassing van diverse producten in verschillende hoeveelheden betekent dat altijd een hoeveelheids-operator aan ieder product moet worden toegevoegd,
2. *Levensduren en “frequentie”*. Bij de toepassing van een product in een bouwwerk krijgen we te maken met een frequentieberekening op basis van 2 verschillende levensduren: de levensduur van het bouwwerk, en de levensduur van het product. Bovendien zitten hier een paar complicaties aan vast die te maken hebben met de voorschriften van de EN15804 en EN15978. Deze worden hieronder behandeld.

Berekening MKI-product in het bouwwerk

In principe is de MKI-bouwwerk (per jaar of over de levensduur) niet meer dan de totalisering van de MKI's van de producten die in het bouwwerk gebruikt zijn om de elementen af te dekken. Hierbij treden echter een paar problemen op die wat nadere aandacht vereisen.

1. Het probleem van de rest-levensduren
2. Het probleem van de fase verschuiving door de fase B4 in de EN15804

Levensduren van elementen en van bouwwerken

In de NMD3.0 hebben elementen geen afzonderlijke levensduren. De “levensduur van het element”⁶ wordt geacht gelijk te zijn aan die van het bouwwerk als geheel. Daarom zullen wij hieronder alleen spreken over de levensduur van het bouwwerk. Indien van toepassing kan dit echter ook worden gelezen als de levensduur van het element.

Het probleem van de “rest-levensduren”:

Wanneer we een element of een bouwwerk hebben met een levensduur van bijvoorbeeld 150 jaar twee deelproducten die bijvoorbeeld 15 en 80 jaar meegaan, dan hebben deze twee producten frequenties van respectievelijk 10 en 1,875. Dit laatste lijkt wat onlogisch omdat je in de praktijk een product als geheel gebruikt en de rest weggooit als het niet meer nodig is. In de rekenregels voor de NMD3.0 wordt aangegeven dat toch met een fractie wordt gerekend omdat er praktisch wel enige flexibiliteit is: als het zo uitkomt kan een levensduur vaak wel iets worden uitgerekt, om die laatste vervanging te voorkomen, of kunnen resten juist hergebruikt worden.

Het probleem van de fase-compensatie mbt fase B4 volgens EN15804

Doordat de vervangingen van onderdelen binnen een product geacht worden te zijn opgenomen in de fase B4 ontstaat een (schijnbare) inconsistentie tussen enerzijds twee (los op de markt verkochte) deelproducten en anderzijds een totaalproduct dat uit dezelfde deelproducten (met dus dezelfde LCA's) bestaat.

Deze inconsistentie wordt veroorzaakt doordat bij de los gekochte deelproduct ieder deelproduct gewoon een frequentie krijgt toegekend op basis van de eigen levensduur in verhouding tot de levensduur van het bouwwerk. Na samenvoeging tot een totaalproduct, of een samengevoegd deelproduct, zijn beide deelproducten nu productonderdelen geworden. Van deze producten zullen de vervangingen niet meer meetellen voor de frequentie bepaling van productonderdelen, maar worden verwerkt in de fase B4⁷. De deelproducten zijn immers productonderdelen geworden.

Weliswaar maakt dit, wanneer de LCA correct is opgesteld, geen verschil voor de totale MKI van het bouwwerk (de getallen zijn immers alleen verplaatst), maar het leidt wel tot schijnbare inconsistentie van de berekende fase-MKIs. De fase B4 van het geïntegreerde product is met deze constructie namelijk geen optelling meer van de vergelijkbare fasen B4 van de deelproducten / productonderdelen. Rechtstreekse vergelijking van fase-MKI's van deelproducten en het corresponderende Totaalproduct zal daardoor niet mogelijk zijn. Omdat rechtstreekse vergelijking wel mogelijk moet zijn, is dus enige reparatie noodzakelijk.

Reparatie van het faseverschil

Om de vergelijkbaarheid van de fase-MKIs toch te waarborgen baseren wij ons op de EN15978, waarin beschreven staat dat de vervangingen van producten binnen de levensduur van het bouwwerk moeten worden toegeschreven aan fase B4.

Door zowel voor de vervangingen van de deelproducten als voor vervangingen van de corresponderende en daaruit samengestelde (fictieve) totaalproducten te relateren aan de levensduur van het bouwwerk, worden de vervangingen feitelijk voor alle toegepaste producten genormaliseerd.

Het voorbeeldschema hieronder toont de bovenstaande oplossing:

⁶ Niet te verwarren met de levensduur van de producten die het element afdekken!

⁷ Dit betekent ook dat bij samenvoeging van deelproducten (met verschillende leeftijden) altijd een nieuwe LCA moet worden opgesteld!

levensduur bouwwerk 150 jaar
 Levensduur deelproduct 1 75
 Levensduur deelproduct 2 25

Gecompenseerd naar levensduur bouwwerk
 Met vervangingen in B4+

Deel product 1	Categorie	fase				Cat. Totaal
		A1-3	A4-5	B4	C+D	
1		10	20	2	100	132
2		20	30	3	45	98
3		30	60	4	16	110
4		17	22	88	3	130
Fase MKI Product (alleenstaand)		77	132	97	164	470
Product MKI in Bouwwerk						940

Vervangingen binnen bouwwerk: 1				
A1-3	A4-5	B4 + B4+	C+D	
10	20	134	100	264
20	30	101	45	196
30	60	114	16	220
17	22	218	3	260
77	132	567	164	940
product MKI over levensduur bouwwerk:				940

Deel product 2	Fase MKI	fase				Cat. Totaal
		A1-3	A4-5	B4	C+D	
1		2	44	67	45	158
2		3	23	55	66	147
3		4	45	33	101	183
4		5	1	12	3	21
Fase MKI (in Bouwwerk!)		14	113	167	215	3054
Product MKI in Bouwwerk						3054
Totaal bouwwerk op basis van deelproducten						3994

Vervangingen binnen bouwwerk: 5				
A1-3	A4-5	B4 + B4+	C+D	
2	44	857	45	948
3	23	790	66	882
4	45	948	101	1098
5	1	117	3	126
14	113	2712	215	3054
product MKI over levensduur bouwwerk:				3054

B4+ = verrekening in de LCA voor de "interne frequentie" van deelproduct 2!

Totaal product = pro	fase					Cat. Totaal
	A1-3	A4-5	B4	B4+	C+D	
1	12	64	69	316	145	606
2	23	53	58	294	111	539
3	34	105	37	366	117	659
4	22	23	100	42	6	193
Fase MKI (in Bouwwerk!)		91	245	264	1018	379
Product MKI in Bouwwerk met totaalproduct						3994

Vervangingen binnen bouwwerk: 1				
A1-3	A4-5	B4 + B4+	C+D	
12	64	991	145	1212
23	53	891	111	1078
34	105	1062	117	1318
22	23	335	6	386
91	245	3279	379	3994
Fase MKI's totaalproduct				3994

Berekening "genormaliseerde MKI product binnen bouwwerk"

Alle hieronder als formules getoonde stappen zijn in het voorbeeld schema hierboven terug te vinden.

De belangrijkste stap in het berekenen van het nieuwe MKI product binnen het bouwwerk is het optellen van de vervangingen van ieder deelproduct of productonderdeel bij de fase B4. Op die manier wordt een nieuwe "MKI product-binnen het bouwwerk" berekend (die dus vooral in de fase B4 flink kan afwijken van de "pure" MKI product zoals die bij de invoer van de productkaart wordt berekend!)

Berekening van de ophoging van de fase B4:

Levensduur deelproduct met index $p = l_p$

Levensduur bouwwerk: l_{bouwwerk}

“frequentie” van deelproduct in levensduur bouwwerk: $f_p = \frac{l_{\text{bouwwerk}}}{l_p}$

aantal vervangingen van deelproduct binnen bouwwerk: $V_p = f_p - 1$ (de 1^e keer dat het product wordt toegepast is geen vervanging, V staat voor het aantal vervangingen). Dit mag een fractie zijn.

De MKI product in het kader van de berekening van de MKI bouwwerk wordt nu berekend door bij de $MKI_{p,l}$ zoals we in de vorige sectie hebben berekend de bovenstaande verrekening toe te passen, dus:

Formule 5 en 5a:

$$MKI_{p,\text{in bouwwerk}} = MKI_{p,l} + V_p \cdot MKI_{p,l}$$

Of herschreven:

$$MKI_{p,\text{in bouwwerk}} = MKI_{p,l} \cdot (1 + V_p)$$

Waarbij:

$MKI_{p,\text{in bouwwerk}}$ = de MKI van product p , zoals berekend in de context van het bouwwerk

$MKI_{p,l}$ = de MKI van product i buiten de context van het bouwwerk

V_p = het aantal vervangingen van product p , binnen de levensduur van het bouwwerk.

Bovenstaande formules gaan over de geaggregeerde waarden van de MKIproduct. Cruciaal hierbij is echter dat de vervangingen van ieder deelproduct dus aan het totaal worden toegevoegd door de totale (“pure”) MKI’s van het product V_p keer op te tellen bij de fase B4 van het product. Het is juist dit laatste dat er voor zorgt dat de fase-MKI’s deel en totaalproducten (en meer in het algemeen samenstellingen van deelproducten) weer netjes optellen naar gelijke waarden.

Toevoegen optelling bij fase B4

Omdat fase B4: “vervangen” de 7^e fase in de LCA is komt de formule voor de berekening van de fase B4 voor de MKI in het bouwwerk er dan als volgt uit te zien:

Formule 6:

$$MKI_{p,l,\text{vervangen}} = (1 + o_p) \cdot \left(\sum_{k=1}^z S_k \cdot q_k \cdot \sum_{j=1}^n v_j \cdot (MW_{7,j,k}) + V_i \cdot \left(\sum_{k=1}^z S_k \cdot q_k \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n v_j \cdot MW_{i,j,k} \right) \right)$$

Wat hier staat is dat voor iedere profielset en milieucategorie de fase B4 bestaat uit de optelsom van enerzijds de fase B4 zoals deze is opgenomen in de LCA voor product is opgesteld, plus het aantal vervangingen V_i maal de totale milieucategorie-MKI (voor alle fasen).

Overigens kan formule 6 natuurlijk ook weer worden omgezet naar analoge formules voor het per milieucategorie berekenen van de toevoegingen van de vervangingen aan fase B4, op dezelfde wijze als we eerder gedaan bij de berekening van de milieu-categorie MKI's, simpelweg door de sigma's voor de optellingen per milieucategorie te vervangen door het indexnummer van die categoriën. Ook hier laten we dit weer aan de lezer over.

Nadat we op deze manier de “genormaliseerde MKI product in het bouwwerk” hebben berekend kunnen we deze optellen naar de MKI voor het element / de samenstelling en uiteindelijk de MKI bouwwerk.

Berekening MKI bouwwerk (en element of samenstelling)

Deze laatste stap is door de verrekening in fase B4 van alle vervangingen aanzienlijk vereenvoudigd, omdat de zo berekende MKI producten immers al zijn omgerekend naar de levensduur van het bouwwerk door vervangingen binnen die levensduur bij de fase B4 op te tellen. Daardoor hoeven we voor de berekening van de MKI bouwwerk alleen nog te sommeren over alle MKI's van de producten.

De corresponderende MKI's per element of per samenstelling laten zich nu ook berekenen door de sommatie niet over het hele bouwwerk, maar over betreffende element of de gewenste samenstelling te berekenen.

Dit geeft de volgende formule voor de berekening van de MKI bouwwerk:

Formule 7:

$$MKI_{\text{bouwwerk}}_{\text{Levensduur}} = q_p \sum_{p=1}^y MKI_p$$

Legenda:

p = 1 tot y is de index van de producten in het bouwwerk

$MKI_{\text{bouwwerk}}_{\text{Levensduur}}$ = Milieukosten indicator van het bouwwerk over de hele levensduur

q_p = de toegepaste hoeveelheid van het product⁸ in het bouwwerk (gemeten in de functionele eenheid)

(de frequentie wordt hier weggelaten omdat deze hier per definitie 1 is, doordat de vervangingen zijn opgenomen in fase B4, en altijd een geheel product wordt gebruikt)

De MKI bouwwerk per jaar

Deze is gelijk aan bovenstaande, maar dan gedeeld door de levensduur van het bouwwerk:

Formule 8:

$$MKI_{\text{bouwwerk}}_{\text{Jaar}} = \frac{1}{L} q_p \sum_{p=1}^y MKI_p$$

⁸ De toegepaste hoeveelheid product is natuurlijk gelijk aan de hoeveelheid van het element: als er bijvoorbeeld 20m2 raam nodig is dan

Waarbij L de levensduur van het bouwwerk is.

MKI bouwwerk per fase of per milieucategorie

Hierboven hebben we voor de individuele producten ook laten zien hoe MKI's per fase of per milieucategorie berekend kunnen worden.

Ditzelfde kan natuurlijk ook gedaan worden voor de MKI bouwwerk per fase of per milieucategorie.

De MKI bouwwerk per fase of milieucategorie berekening is in grote lijnen gelijk aan de berekening van de MKI per jaar. Het verschil is dat bij deze berekening de sommatie gaat per gewenste fase of milieucategorie in plaats van een totaal sommatie.

De formules hiervoor zijn dus ook dezelfde als de bovenstaande, waarbij alleen de MKI's vervangen zijn door de specifieke fase of categorie MKI's.

Overigens moet hierbij wel worden opgemerkt dat de interpretatie van de fase-MKIs voor het bouwwerk, door de toegepaste verrekening methode waarin vervangingen over de hele levensduur worden opgestapeld in de fase B4 tenminste enige uitleg behoeft. Er ontstaat hier enige complexiteit omdat de fase B4 dus ook veel uitstoot bevat die eigenlijk bij de andere fasen thuishoort.

Berekening van de MPG (Milieuprestatie bouwwerk)

De MPG is gelijk aan de MKI bouwwerk gedeeld door de bruto vloer oppervlakte van het bouwwerk:

Over de levensduur:

Formule 9 en 10:

$$MPG_L = \frac{MKI_L}{m2bvo}$$

Of per jaar:

$$MPG_j = \frac{MKI_j}{m2bvo}$$

Ook hier kunnen allerlei MPG-informatie-deelproducten worden geproduceerd door de MKI bouwwerk voor een bepaalde fase of milieucategorie per jaar of over de levensduur te delen door de m2bvo. Dit laten we verder aan de inventiviteit van de lezer over.

Andere "ouputs" van de berekening

Behalve de diverse MKI's en MPG's worden van de rekensoftware nog een aantal andere outputs van de berekeningen verwacht. Dit betreft:

- Een "hiaten analyse": deze geeft weer welke onderdelen van geselecteerde elementen in het bouwwerk niet door de geselecteerde marktproducten worden afgedekt, en dus op basis van categorie 3 kaarten zijn ingevuld, of zelfs helemaal niet zijn ingevuld (bij ontbreken van Cat 3 kaarten, is dit mogelijk? RHD)
- Een efficiëntie analyse: een overzicht van dubbele afdekkingen die mogelijk ontstaan door de selectie van deelproducten met overlappen productonderdelen (glas met isolatie en kozijn ook met isolatie)

- Een overzicht van de CUAS status (is aan alle CUAS categorieën voldaan, en zo niet: voor welke elementen en elementonderdelen is dit niet het geval?)

We laten het verder aan de creativiteit van de lezer over om te bedenken hoe dergelijk overzichten in software kunnen worden gerealiseerd tijdens het berekeningsproces.

[Eisen aan de producent van MKI en MPG data](#)

Hiervoor verwijzen wij naar het document met de rekenregels zoals gepubliceerd door SBK.