



Assemblagelocatie kunststof kozijnen

LCA-vergelijking

11 november 2024
2024-1017.002-V2.0-TG

INHOUDSOPGAVE

01	MANAGEMENTSAMENVATTING	3
02	INLEIDING	4
02.01	Doel van het onderzoek	4
02.02	Onderzoeksmethode	4
03	UITGANGSPUNTEN VARIANTENSTUDIE	5
03.01	Functionele eenheid	5
03.02	Productielocatie kozijnprofielen	5
03.03	Secundair aandeel kozijnprofielen	5
03.04	Productieafval assemblage	6
03.05	Overige materialen in kozijnen	6
04	VARIANTENSTUDIE	7
04.01	Uitgesloten variaties	7
05	RESULTATEN	8
05.01	Resultaten analyse bestaande LCA's	8
05.02	Resultaten variantenstudie assemblagelocatie	8
05.03	Resultaten gevoeligheidsanalyse	9
05.04	Discussie	10
06	VOORUITZICHT	11
06.01	Extrapolatie Nederlands marktaandeel	11
06.02	Gevelakkoord	11
07	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	12



01 MANAGEMENTSAMENVATTING

Alba Concepts heeft, in opdracht van de Vereniging Kunststof Gevelementenindustrie (VKG), een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van assemblagelocaties op de milieu-impact en broeikasgasuitstoot van kunststof kozijnen. Het onderzoek richtte zich op de vergelijking tussen Nederlandse en buitenlandse assemblagelocaties, waarbij een variantenstudie werd uitgevoerd op bestaande levenscyclusanalyses (LCA's) van één van de VKG-leden.

De resultaten tonen aan dat het verplaatsen van de assemblage naar buitenlandse locaties kan leiden tot een aanzienlijke toename in milieu-impact en broeikasgasuitstoot. Het verplaatsen van de assemblage van het Nederlandse VKG-lid naar een buitenlandse locatie in branchegemiddelde LCA's leveren resultaten die suggereren dat buitenlandse assemblagelocaties een **minimaal 23% hogere milieu-impact** opleveren. Afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie kan deze oplopen tot 42%. De **broeikasgasuitstoot stijgt minimaal 18%** en kan afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie toenemen tot 27%.

De gevoeligheidsanalyse benadrukt dat transportafstanden de grootste bijdrage leveren aan de toegenomen milieubelasting, waarbij de afstanden tot wel tien keer langer zijn dan bij assemblage in Nederland. Daarnaast heeft de energiemix van de buitenlandse locaties ook een significante invloed, terwijl de impact van productieafval relatief beperkt blijft, maar toch relevant is in vergelijking met de Nederlandse recyclingpraktijken.

Een inschatting van de toekomstige effecten in de markt laat zien dat een groter aandeel lokaal geassembleerde kunststof kozijnen de milieu-impact aanzienlijk kan verlagen. Een verschuiving naar Nederlandse assemblagelocaties kan jaarlijks tot **1.055 ton broeikasgasuitstoot** besparen. Het Gevelakkoord streeft bovendien naar 45% secundair materiaalgebruik in 2030, wat een **potentiële reductie van 4%** op milieu-impact en broeikasgasuitstoot kan opleveren.

Op basis van deze bevindingen wordt aanbevolen om zoveel mogelijk te kiezen voor lokale assemblage om de milieu-impact te minimaliseren. Verder zou de sector zich moeten richten op het optimaliseren van het gebruik van post-consumer recycalaat en duurzame energiebronnen. Het ontwikkelen van Categorie 2 milieuverklaringen voor de Nationale Milieudatabase wordt eveneens aanbevolen om de representativiteit van toekomstige studies te verbeteren.

02 INLEIDING

Alba Concepts heeft in opdracht van de Vereniging Kunststof Gevelelementenindustrie (VKG) een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van verschillende assemblagelocaties op milieu-impact en broeikasgasuitstoot van kunststof kozijnen. Door middel van een gevoeligheidsanalyse op bestaande LCA's is het effect van variërende transportafstanden en buitenlandse assemblage op het thema duurzaamheid geëvalueerd.

02.01 Doel van het onderzoek

De VKG brengt de unieke verkoopargumenten (USP's) in kaart van kunststof kozijnen die door haar leden worden geleverd. In dit kader vergelijkt de VKG de levering vanuit Nederlandse assemblagelocaties met die vanuit het buitenland. Als onderdeel van dit traject wil de VKG inzicht krijgen in de invloed van transportafstanden op het thema duurzaamheid. Daarbij ligt de focus op milieu-impact uitgedrukt in de milieukostenindicator (MKI) en de broeikasgasuitstoot (CO₂-equivalent) gedurende de gehele levensfase van kunststof kozijnen.

02.02 Onderzoeksmethode

Inzicht in de milieuprestatie van bouwproducten verkrijgt men via een levenscyclusanalyse (LCA). In Nederland worden LCA's van diverse producenten doorgaans vergeleken op basis van milieuverklaringen in de Nationale Milieudatabase (NMD). Uitsluitend milieuverklaringen die in de NMD zijn opgenomen, zijn toegestaan in de wettelijk verplichte MPG-berekening. Deze verplichting geldt op gebouwniveau, voor elke aanvraag van een omgevingsvergunning voor nieuwbouwwoningen en -kantoren. De bepalingmethode die de NMD hanteert garandeert daarmee een eerlijke vergelijking van de milieuprestatie van bouwproducten. Buitenlandse producenten hebben hun kunststof kozijnen echter nog niet laten beoordelen binnen dit Nederlandse stelsel. Het is daarom niet mogelijk om deze exacte vergelijking te maken voor de casus die de VKG voorlegt.

Wel is het mogelijk om de invloed van assemblagelocaties te benaderen door een variantenstudie uit te voeren op de LCA's van een van de VKG-leden. Deze LCA's zijn in basis opgesteld volgens de NMD-bepalingmethode en voldoen dus aan alle in Nederland gestelde eisen conform de NEN:ISO 14040, NEN:ISO 14044 en EN 15804:2012+A2:2019. De resultaten in dit onderzoek omvatten, tenzij anders vermeld, de gehele levenscyclus van het product in een bouwwerk, modules A tot en met D (exclusief B6 en B7).

De in dit onderzoek gehanteerde methode modelleert variërende assemblagelocaties in de bestaande LCA's en voert hier een gevoeligheidsanalyse op uit. Deze benadering beantwoordt de vraag wat het effect zou zijn als dit VKG-lid ervoor kiest om de eigen assemblage te verplaatsen naar enkele hypothetische buitenlandse locaties. Indirect geeft dit ons een schatting van het effect (in een bandbreedte) op de milieuprestatie van in het buitenland geassembleerde kozijnen. Bovendien geeft het inzicht in de te verwachte resultaten als buitenlandse partijen hun LCA's volgens het Nederlandse stelsel zouden laten maken. In dit rapport onderbouwen wij de onderzoeksmethode en de resultaten.

03 UITGANGSPUNTEN VARIANTENSTUDIE

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de variantenstudie. Daarnaast wordt een toelichting gegeven op het productieproces van kunststof kozijnen in relatie tot verschillende assemblagelocaties.

03.01 Functionele eenheid

De LCA's die zijn gebruikt als basis omvatten alle voorgeschreven elementen, waaronder afwerkingen, onderhoud, beglazingskit, rubbers en glaslatten. Deze materialen zijn teruggerekend tot een eenheidsmaat van 1 m². Conform de richtlijnen zijn bevestigingsmaterialen, beglazing, stelkozijnen, hang- en sluitwerk, suskasten, dorpels en waterkeringen buiten beschouwing gelaten in de LCA's.

De LCA-resultaten zijn in verband met representativiteit opgesplitst naar vaste en vleugel kozijnen. Om een uitspraak te kunnen doen over gehele kunststofkozijnenindustrie is een verrekening gemaakt naar de verhouding waarin deze configuraties in de huidige bouw worden toegepast. Als uitgangspunt hanteert de gevoeligheidsanalyse een verhouding 73/27 voor vleugel/vaste kozijnen, gebaseerd op eerder onderzoek¹.

03.02 Productielocatie kozijnprofielen

De hoofdactiviteiten in het productieproces van kunststof kozijnen zijn qua locatie opgesplitst in het extruderen van kozijnprofielen enerzijds en de staal-versterking en assemblage anderzijds. Ongeacht de assemblagelocatie worden de kozijnprofielen geëxtrudeerd in Pirmasens, Duitsland. In Nederland worden namelijk specifieke kozijnmaten – en daarmee unieke extrusiematrijzen – toegepast die de rest van Europa niet kent. Vanwege de beperkte afzetomvang voor deze matrijzen worden kozijnprofielen voor de Nederlandse markt daarom uitsluitend op één locatie in Duitsland geëxtrudeerd. De kozijnprofielen worden in een vaste maat van 6,5 meter geproduceerd en vervoert naar de verschillende assemblagelocaties in Nederland en het buitenland. Hier worden de kozijnprofielen bewerkt en samengevoegd met de overige materialen tot een volledig kunststof kozijn.

03.03 Secundair aandeel kozijnprofielen

De materialisatie van de geleverde kunststofprofielen varieert, de kozijnfabrikanten in Nederland en het buitenland kunnen verschillende samenstellingen afnemen. Met name het aandeel post-consumer recycalaat (secundair materiaal) in het mengsel heeft effect op de milieu-impact van de kozijnprofielen. De LCA-data die beschikbaar is gesteld door een van de VKG-leden past kozijnprofielen toe met 100% secundaire kunststof. Het is niet ondenkbaar dat de Nederlandse kunststofkozijnenindustrie in afzienbare tijd richting een dergelijke gemiddelde kunststofsamenstelling gaat. Het maximaliseren van secundair aandeel is onderdeel van meerdere (nationale) beleidsdoelstellingen. Voor de variantenstudie in dit onderzoek – dat zich richt op de huidige afzetmarkt – is deze samenstelling echter niet representatief.

In samenspraak met de VKG-leden is daarom een fictief milieuprofiel samengesteld met een gemiddelde samenstelling. Wat betreft het gemiddelde secundair aandeel in Nederlandse kozijnen zijn geen harde cijfers beschikbaar. Als uitgangspunt voor dit onderzoek is gekozen om te rekenen met 25% secundair aandeel, dit is een gangbare inschatting die wordt bevestigd door alle VKG-leden. Het betreft een

¹ Verkenning producentenverantwoordelijkheid voor de gevelbouw (2020)



gemiddelde per profielsysteem. De exacte samenstelling van het fictief milieuprofiel in dit onderzoek is vertrouwelijk en alleen toegankelijk voor de LCA-beoordelaar.

03.04 Productieafval assemblage

De Nederlandse leden van de VKG hebben een recycling systeem opgetuigd voor hun productieafval. Dit productieafval ontstaat bij het op maat zagen van de kozijnprofielen die in een vaste afmeting van 6,5 meter worden aangeleverd vanuit Duitsland. Al het van het productieafval (100%) wordt ingezameld door het Nederlandse recyclingbedrijf PWR en verwerkt tot nieuwe grondstof, die per truck teruggaat naar de productielocatie in Pirmasens. Daar wordt deze grondstof tenslotte volledig verwerkt in het eigen product. In de variantenstudie is het uitgangspunt gehanteerd dat een buitenlandse assemblagelocatie geen aanvullende maatregelen treft voor het recyclen van het productieafval. Daarom is het verwerkingsscenario aangepast naar de forfaitaire waarde² die door de NMD is vastgesteld op 10% stort, 10% AVI (afvalverbrandingsinstallatie) en 80% recycling.

03.05 Overige materialen in kozijnen

De samenstelling van de overige materialen in de kozijnen staat vast, deze varieert niet per assemblagelocatie. Enkel de transportafstanden, de energiemix en verwerking van productieafval varieert tussen de verschillende assemblagelocaties. De herkomst van de staal-versterking is voor de buitenlandse assemblage locaties gewijzigd naar een productielocatie in Polen. De specifieke Nederlandse kozijnmaten vragen om een speciaal type (verdiept) staal dat maar op een gering aantal plekken wordt gemaakt. De Poolse herkomst is dus zeer aannemelijk. Wat betreft de overige materialen (dichtingsrubbers) is de exacte herkomst onbekend. Omdat de impact van het transport van deze lichte materialen verwaarloosbaar is, wordt een mogelijke overschatting als acceptabel beschouwd.

² <https://milieudatabase.nl/nl/downloads-plugin/download/15/>

04 VARIANTENSTUDIE

In dit onderzoek is het effect van een wijziging in de assemblagelocatie onderzocht op basis van een variantenstudie met onderstaande varianties:

- Kozijnconfiguraties (vast vs. vleugel);
- Secundair aandeel (25% vs. 100%);
- Assemblagelocaties (NL, BA, LT, PL1, PL2).

Tabel 1 geeft de specifieke adressen voor de buitenlandse assemblagelocaties. Deze adressen komen overeen met huidige buitenlandse assemblagelocaties die produceren voor de Nederlandse markt. De resulterende transportafstanden kozijnprofielen naar de assemblagelocatie (A2) en naar de Nederlandse bouwplaats (A4) zijn respectievelijk terug te vinden in:

- 2024-1017.002-V1.0-TG LCA vergelijking assemblagelocatie - transportafstand A2.pdf
- 2024-1017.002-V1.0-TG LCA vergelijking assemblagelocatie - transportafstand A4.pdf

Tabel 1. Adressen buitenlandse assemblagelocaties

Bosnië en Herzegovina (BA)	Polen (PL1)
Ul. Industrijska bb	Karpacka 6
BIH-75350 Srebrenik	48-303 Nysa

Litouwen (LT)	Polen (PL2)
Draugystes 10	Mników 402A
LT-51261 Kaunas	32-084 Morawica

04.01 Uitgesloten variaties

In samenspraak met de VKG-leden is beoordeeld dat onderstaande variaties niet realistisch zijn en/of geen significant effect hebben op de variantenstudie. Deze zijn daarom niet meegenomen in dit onderzoek:

- Duurzaam transport (uitgangspunt: al het transport wordt uitgevoerd met niet-gespecificeerd vrachtvervoer);
- Duurzame energie (uitgangspunt: alle assemblagelocaties maken gebruik van de nationale energiemix).
- Variërende energiebehoefte (uitgangspunt: gelijk voor alle assemblagelocaties);
- Productieafval (uitgangspunt: gelijk voor alle assemblagelocaties);
- Emissies naar water (uitgangspunt: gelijk voor alle assemblagelocaties).

05 RESULTATEN

De resultaten van de variantenstudie worden in dit hoofdstuk toegelicht aan de hand van een gevoeligheidsanalyse inclusief discussie over de interpretatie en bandbreedte. De LCA-data zijn in verband met representativiteit opgesplitst naar vaste en vleugel kozijnen. Om een uitspraak te kunnen doen over gehele kunststofkozijnenindustrie is een verrekening gemaakt naar de verhouding waarin deze configuraties in de huidige bouw worden toegepast. Als uitgangspunt hanteert de gevoeligheidsanalyse een verhouding 73/27 voor vleugel/vaste kozijnen, gebaseerd op eerder onderzoek³.

05.01 Resultaten analyse bestaande LCA's

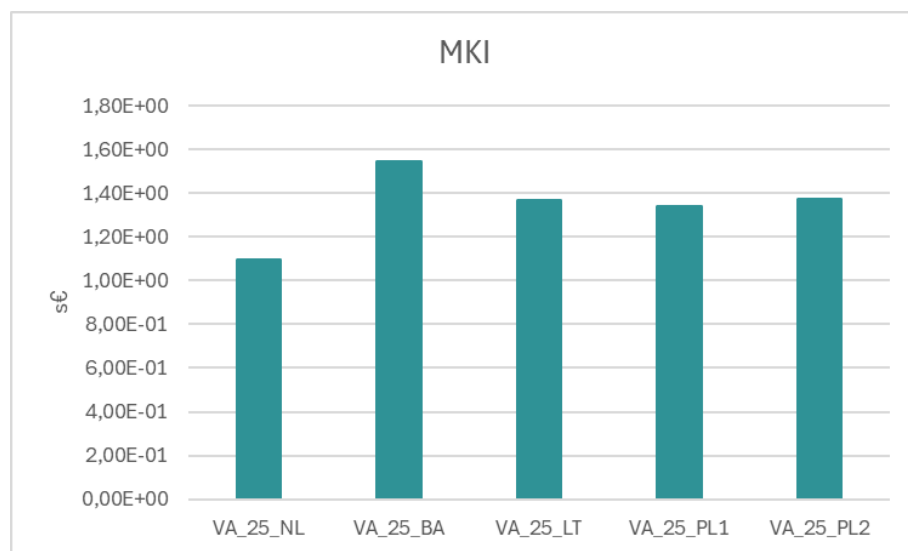
De branchegemiddelde LCA-resultaten voor assemblagelocaties in Nederland laten een milieu-impact (MKI uitgedrukt in s€) en broeikasgasuitstoot (GWP uitgedrukt in kg CO₂-eq.) zien zoals weergegeven in Tabel 2. Deze getallen vormen de basis van de gevoeligheidsanalyse.

Tabel 2. Branchegemiddelde LCA-resultaten per m²

Configuratie	MKI	GWP
	s€	Kg CO ₂ -eq.
Vast	1,10	10,6
Vleugel	2,03	20,2

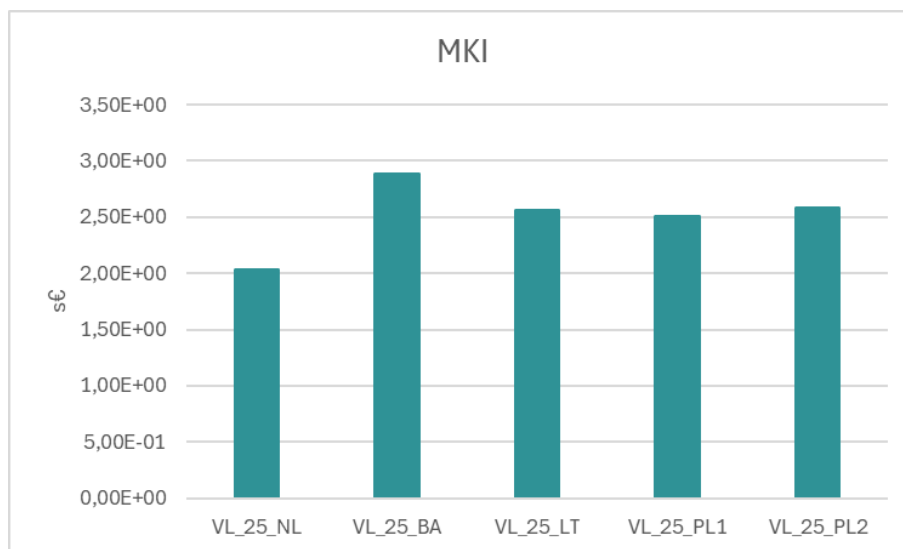
05.02 Resultaten variantenstudie assemblagelocatie

Figuur 1 en Figuur 2 laten het effect zien van verschillende buitenlandse assemblagelocaties ten opzichte van het Nederlandse branchegemiddelde.



Figuur 1. Milieu-impact module A t/m D; Vaste kozijnen, 25% secundair aandeel

³ Verkenning producentenverantwoordelijkheid voor de gevelbouw (2020)



Figuur 2. Milieu-impact module A t/m D; Vleugel kozijnen, 25% secundair aandeel

De variatiecode bestaat uit de kozijnconfiguratie (VA = vast; VL = vleugel), secundair aandeel (%) en assemblagelocatie (landscodel).

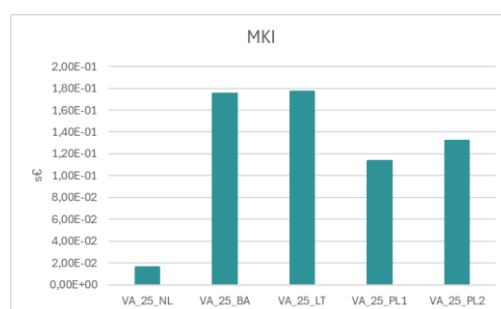
Het verplaatsen van de assemblage van het Nederlandse VKG-lid naar een buitenlandse locatie in de branchegemiddelde LCA's leveren resultaten die suggereren dat buitenlandse assemblagelocaties een **minimaal 23% hogere milieu-impact** opleveren. Afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie kan deze oplopen tot 42%. De **broeikasgasuitstoot stijgt minimaal 18%** en kan afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie toenemen tot 27%.

05.03 Resultaten gevoeligheidsanalyse

Als onderdeel van dit onderzoek is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op de resultaten uit de variantenstudie. Er is geanalyseerd welke aspecten binnen het verplaatsen van de assemblagelocatie het meeste effect hebben op de toegenomen milieu-impact. De bandbreedte in de resultaten ontstaat hoofdzakelijk door de verschillen in de transportafstand tot Nederland en de nationale energiemix. Ter illustratie toont Figuur 3 en Figuur 4 de milieu-impact van de productie (module A3) en het transport (module A4) voor de vaste kozijn; de vleugelkozijnen geven een vergelijkbaar beeld.



Figuur 3. Milieu-impact module A3



Figuur 4. Milieu-impact module A4

De toegenomen transportafstanden vormen de grootste stijging in milieu-impact, die lineair toeneemt tot wel tienmaal langer dan bij de Nederlandse assemblage. De effecten in de productiefase (module A3) ontstaan op twee aspecten, enerzijds de alternatieve energiemix en anderzijds de forfaitaire verwerking van productieafval. Het laatste aspect geeft een stijging van 2 tot 4% ten opzichte van de Nederlandse situatie. De alternatieve energiemix levert gemiddeld de voornaamste stijging, al laat Figuur 3 zien dat de energiemix in Litouwen een vergelijkbare impact heeft met die van Nederland.

05.04 Discussie

Het onderzoek geeft aanleiding tot de volgende discussiepunten:

- Bij gebrek aan branchegemiddelde LCA's is ervoor gekozen om de vergelijking te baseren op product-specifieke LCA's van een van de VKG-leden. Dit brengt diverse aspecten met zich mee die de resultaten beïnvloeden. Dit VKG-lid richt zich op het verwerken van een hoog aandeel post-consumer recycalaat in kunststof, wat resulteert in een lagere milieu-impact vergeleken met de gemiddelde uitstoot van VKG-leden. Dit leidt echter tot een relatieve toename van de invloed van transport, energievoorziening en verwerking van productieafval, juist de onderdelen die variëren tussen verschillende assemblagelocaties. Hierdoor bestaat het risico dat de relatieve milieuwinst wordt overschat.
- Om dit te mitigeren, is ervoor gekozen om aanvullend een LCA samen te stellen van een fictief kozijn met het verwachte branchegemiddelde aandeel post-consumer recycalaat. Dit gemiddelde is vastgesteld op 25% volgens een inschatting van de VKG. Het is belangrijk te overwegen dat er mogelijk andere aspecten in het productieproces van het VKG-lid zijn die de emissies van een gemiddeld product onjuist representeren. Dit is niet te achterhalen in dit onderzoek en moet daarom in acht worden genomen bij het interpreteren van de resultaten.
- Het VKG-lid dat de LCA-modellen beschikbaar stelt aan de actualisatie van hun milieudata, onder andere vanwege geconstateerde onvolkomenheden in de huidige LCA's. De belangrijkste aanpassing betreft de implementatie van de nieuwe Product Category Rules (PCR) plus Nederlandse aanvulling.
- Daarnaast is in sommige onderdelen te veel materiaal gemodelleerd in de LCA's. Hoewel dit een effect kan hebben op de relatieve milieuwinst tussen verschillende assemblagelocaties, is de verwachting dat dit effect beperkt blijft.
- De opbouw van de LCA-modellen van het VKG-lid levert een lichte overschatting van de transportafstanden voor de onderhoudsactiviteiten (het vervangen van de dichtingsrubbers) die zijn gedeclareerd in module B3. Omdat de impact van het transport van deze lichte materialen verwaarloosbaar is, wordt een de overschatting als acceptabel beschouwd.
- Ondanks de beperkte steekproefomvang tonen de resultaten een consistent patroon, dat voldoende basis geeft om de minimale stijgingen als uitgangspunt te nemen. Daarmee toont dit onderzoek een representatieve trend als onderbouwing voor uitspraken over de bredere impact van buitenlandse assemblagelocaties.



06 VOORUITZICHT

De analyses in dit rapport geven aanleiding om verder te kijken dan de huidige status van de Nederlandse kunststofkozijnenmarkt. Welk effect kan worden verwacht als een groter aandeel van de markt wordt bediend vanuit de Nederlandse assemblagelocaties? Of, in hoeverre leidt de toename van het secundair aandeel in de kunststofprofielen tot een verlaagde milieu-impact? Dit hoofdstuk geeft een inschatting van de effecten van deze twee scenario's.

06.01 Extrapolatie Nederlands marktaandeel

De resultaten in Hoofdstuk 05 laten zien dat door het verminderen van import uit buitenlandse assemblagelocaties de broeikasgasuitstoot aanzienlijk afneemt. In het scenario dat de huidige toepassing van kunststofkozijnen in Nederland gelijk blijft, kunnen VKG-leden hiermee wezenlijk bijdragen aan de verduurzaming van de bouwsector.

De potentiële bijdrage hiervan laat zich kwantificeren door te kijken naar het huidige aandeel van deze import. De VKG schat in dat de Nederlandse kunststofkozijnenmarkt voor 23% wordt bediend vanuit buitenlandse assemblagelocaties. Deze inschatting is gebaseerd op een uitvraag onder (een representatief deel van) de VKG-leden in oktober 2024, waaruit blijkt dat de totale markt 23 kton bedraagt. Stel dat het volledige importaandeel verschuift naar productie vanuit Nederlandse assemblagelocaties, dan levert dat een potentiële reductie van **1.055 ton broeikasgasuitstoot** op jaarbasis. Het is daarbij van belang om te benadrukken dat deze reductie zeer hypothetisch is en bijvoorbeeld uitgaat van een gelijkblijvende toepassing, energiemix en uitstoot per gereden kilometer. Het is zeker niet vanzelfsprekend dat de huidige Europese verhoudingen op dit vlak gelijk blijven.

06.02 Gevelakkoord

Begin 2024 heeft de VKG samen met andere gevelbranches en het Ministerie van BZK en het Ministerie IenW in het kader van de circulaire geveleconomie haar circulaire ambities vastgelegd in het gevelakkoord. Een belangrijke ambitie is de toename van secundair aandeel uit *end-of-life* kozijnen in nieuwe profielen. In 2030 zou dit aandeel gemiddeld gestegen moeten zijn naar een aandeel van 45%.

Ten opzichte van het huidige milieuprofiel (met 25% secundair kunststofherkomst) betekent dit een beoogde **reductie van de milieu-impact met 4%**. Indien de sector na 2030 de ambities doorzet en een volledig secundaire kunststofherkomst behaalt levert alleen al deze verbetering in de materialisatie een reductie op van 12% ten opzichte van de huidige situatie (25% secundair kunststofherkomst). De reductie is hetzelfde voor de milieu-impact en de broeikasgasuitstoot. Een verdere verlaging van de uitstoot moet dan worden gezocht in bijvoorbeeld de overige materialisatie, verpakking, energiemix en uitstoot per gereden kilometer.

07 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De resultaten van dit onderzoek naar de invloed van assemblagelocaties op de milieu-impact en broeikasgasuitstoot van kunststof kozijnen, uitgevoerd in opdracht van de Vereniging Kunststof Gevelelementenindustrie (VKG), bieden belangrijke inzichten voor de sector. De variantenstudie, gebaseerd op bestaande LCA's van één van de VKG-leden, toont aan dat het hypothetisch verplaatsen van assemblage in deze LCA's naar buitenlandse locaties kan leiden tot een aanzienlijke toename in milieu-impact en broeikasgasuitstoot. Met name de toegenomen transportafstanden en alternatieve nationale energiemix zijn hiervoor verantwoordelijk.

De resultaten van dit onderzoek suggereren dat buitenlandse assemblagelocaties een **minimaal 23% hogere milieu-impact** opleveren. Afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie kan deze oplopen tot 42%. De **broeikasgasuitstoot stijgt minimaal 18%** en kan afhankelijk van de gekozen buitenlandse locatie toenemen tot 27%. Dit geeft de keten een duidelijke indicatie van de milieueffecten die moeten worden meegewogen bij beslissingen over internationale assemblage.

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat transportafstanden de grootste invloed hebben op de milieu-impact, deze afstanden zijn tot wel tien keer langer dan bij Nederlandse assemblage. Een verschuiving naar Nederlandse assemblagelocaties zou de CO₂-uitstoot aanzienlijk kunnen verminderen, met een potentiële reductie van **1.055 ton broeikasgasuitstoot** op jaarbasis. Bovendien draagt de alternatieve energiemix, afhankelijk van de locatie, verder bij aan de milieubelasting. Hoewel de impact van productieafval minder significant is, blijft deze wel relevant, vooral in vergelijking met de recyclinginspanningen van de Nederlandse VKG-leden.

Op basis van deze bevindingen wordt aanbevolen dat de keten bij voorkeur kiest voor lokale assemblage om de milieu-impact te minimaliseren. Bovendien zou het wenselijk zijn om verdere optimalisatie van het gebruik van post-consumer recyclelaat en duurzame energiebronnen na te streven. Voor toekomstige studies wordt aanbevolen om Categorie 2 milieuverklaringen te ontwikkelen voor de NMD om de representativiteit van de resultaten verder te vergroten.