



NOVEMBER 2023

# Ketenanalyse CO<sub>2</sub> houtbouw

**CASUS: FASTNED ELEKTRISCHE SNELLAADSTATIONS;  
VERGELIJKING HOUT EN STAAL**

27 NOVEMBER 2023



WSP NEDERLAND B.V.  
CAETANO MARTINOLAAN 50  
6229 GS MAASTRICHT

+31 (0)88 910 20 00  
[wsp.com/nl](https://wsp.com/nl)



## COLOFON

### RAPPORTHISTORIE

1.0	11 november 2023	Initiële versie
2.0	27 november 2023	Definitief

### CONTACTGEGEVENS

Jonas Geise  
Sanne Lahaije  
Bas de Leijer

[jonas.geise@wsp.com](mailto:jonas.geise@wsp.com)  
[sanne.lahaije@wsp.com](mailto:sanne.lahaije@wsp.com)  
[bas.deleijer@wsp.com](mailto:bas.deleijer@wsp.com)

## AUTORISATIE

PROJECTNUMMER	VERSIE	STATUS
AN01583	2.0	Definitief

OPGESTELD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
Sanne Lahaije	Adviseur duurzaamheid	27 november 2023	

GEVERIFIEERD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
Jonas Geise	Adviseur	2023	

GOEDGEKEURD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
Jonas Geise	Adviseur	2023	

# INHOUDS- OPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding	4
1.2	Algemeen	4
1.3	Het ontwerp	5
<b>2</b>	<b>METHODE CO<sub>2</sub> BEREKENING</b>	<b>6</b>
2.1	Rekeninstrument	6
2.2	Uitgangspunten	8
<b>3</b>	<b>RESULTATEN</b>	<b>9</b>
3.1	Besparing en zwaartepuntanalyse	9
3.2	Discussie en Conclusie	12

# 1 INLEIDING

---

## 1.1 AANLEIDING

De CO<sub>2</sub> Prestatieladder is een initiatief om bedrijven te stimuleren om klimaatbewust te zijn. WSP stelt tweemaal per jaar een rapportage op waarin de uitstoot van CO<sub>2</sub> inzichtelijk wordt gemaakt en waarin uitgevoerde initiatieven om de uitstoot te reduceren worden omschreven. Om onze totale uitstoot te reduceren, is het van belang om ook de uitstoot binnen onze keten te verminderen, ofwel binnen onze projecten. Deze ketenanalyse omschrijft hoe wij Fastned hebben ondersteund bij het reduceren van de uitstoot van CO<sub>2</sub> bij het realiseren van hun elektrische snellaadstations.

---

## 1.2 ALGEMEEN

Fastned bouwt aan een Europees netwerk van snellaadstations voor elektrische auto's. Het doel van Fastned is om een complete Europese dekking te bieden. Fastned draagt met het realiseren van voorzieningen voor elektrische rijden bij aan verduurzaming en het beperken van de impact op het klimaat. Deze visie willen zij ook doorzetten in het ontwerp van hun snellaadstations.



Figuur 1: Fastned overkapping

WSP adviseert sinds 2013 over de hoofdconstructie en tevens over het constructieve glas in de PV-panelen van de gebogen en parapluvormige snellaadstations van Fastned in Nederland en Duitsland. Verschillende varianten van een standaard ontwerp zijn doorgerekend om voor iedere locatie de juiste keuze te maken met betrekking tot de constructie en de fundering. WSP heeft een ontwerp gemaakt in hout, dat als basis wordt gebruikt voor de verschillende locaties van Fastned in Nederland en Europa. De realisatie van het typesnellaadstations zoals hier onderzocht loopt sinds 2017, voorheen was de vorm van het dak anders (gebogen), maar werd ook hout toegepast.

In vergelijking met materialen als beton, staal en kunststof, vraagt het gebruik van hout vaak om minder verbruik van fossiele brandstoffen en daarmee tot minder uitstoot van CO<sub>2</sub>. Ten opzichte van staal leidt bijvoorbeeld de productie van het hout namelijk tot minder CO<sub>2</sub> (equivalent) per kilogram. Ten opzichte van beton heeft hout een lichter gewicht

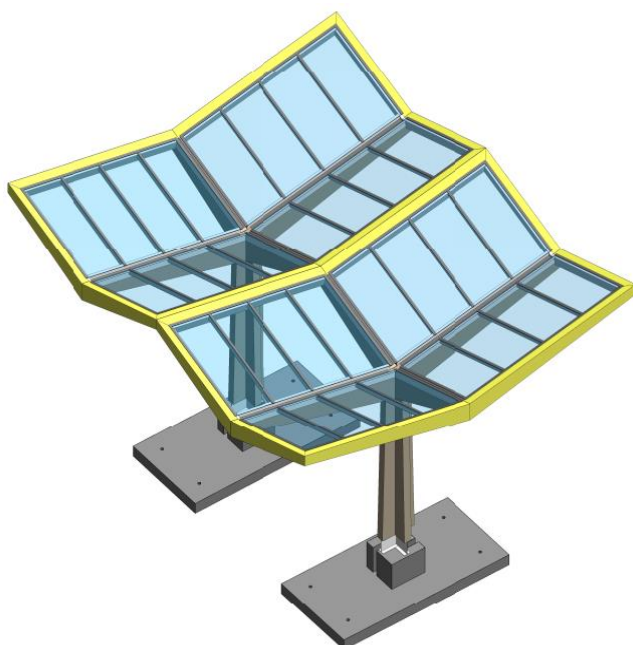
in verhouding tot de draagkracht van het materiaal. Dat wil zeggen; je hebt minder gewicht aan materiaal nodig voor dezelfde sterkte. Een lager gewicht zorgt vervolgens voor minder uitstoot in het transport- en de constructiefase. Om in kaart te brengen hoeveel uitstoot van CO<sub>2</sub> daadwerkelijk is bespaard door het toepassen van hout, is een CO<sub>2</sub> berekening uitgevoerd door WSP. In deze berekening is de gekozen variant in hout vergeleken met een referentievariant in staal.

Deze ketenanalyse omschrijft de methode en uitgangspunten van de CO<sub>2</sub> berekening en de resultaten die daaruit voortkomen met betrekking tot de besparing van CO<sub>2</sub> uitstoot door de snellaadstations van Fastned te bouwen met hout in plaats van staal. Deze ketenanalyse is daarmee voornamelijk een terugblik, waarvan we kunnen leren en inspiratie op kunnen doen voor vergelijkbare projecten.

---

## 1.3 HET ONTWERP

De snellaadstations betreffen een ‘paraplu’ vormige overkappingsconstructie met een relatief grote ondergrondse fundering van 2,5 bij 5 meter. Deze fundering is vereist om stabiliteit van de overkapping te garanderen. De totale overkapping is ongeveer 10 bij 12 . Figuur 2 toont een impressie van het ontwerp.



*Figuur 2 Impressie van het standaard ontwerp voor de overkapping van het snellaadstation van Fastned.*

Het station heeft een hogere doorrijhoogte dan zijn voorgangers, waardoor deze beter zichtbaar is voor elektrische rijders, en waardoor deze geschikt is voor grotere elektrische voertuigen. Het dak is van glas-glas zonnepanelen.

Een aantal maatregelen zijn getroffen om de milieu-impact tijdens de gebruiksfase van het station te verminderen. Zo is de elektriciteit voor de installaties van het oplaadstation (m.u.v. het opladen van de auto's) afkomstig van zonne-energie. Daarnaast schakelt de verlichting enkel in bij gebruik van het station. Wanneer niemand aanwezig is, worden de spots geleidelijk gedimd.

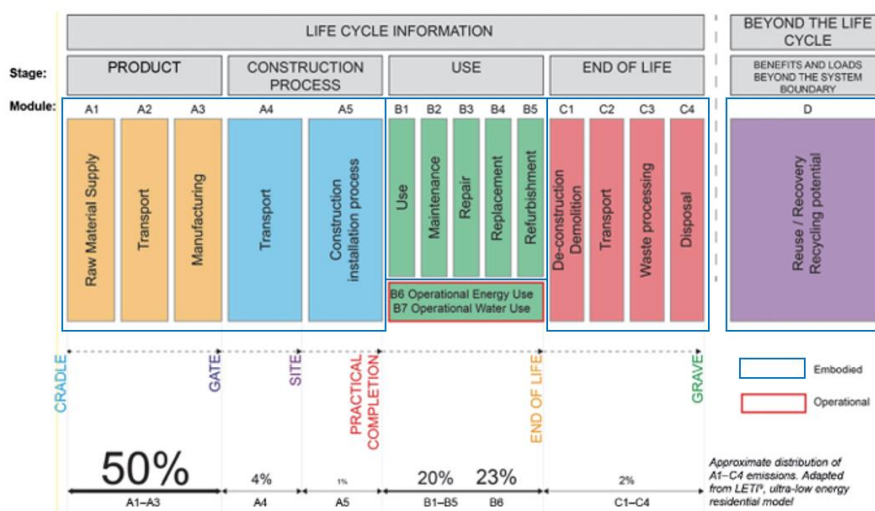


## 2 METHODE CO<sub>2</sub> BEREKENING

### 2.1 REKENINSTRUMENT

Bij het bepalen van de broeikasgasemissies van een ontwerp, wordt onderscheid gemaakt tussen ‘Embodied Carbon’ en ‘Operational Carbon’ (zie Figuur 4). *Embodied Carbon* betreft de uitstoot gerelateerd aan de productiefase, de transportfase en de installatie-/bouwphase van het project. Bijvoorbeeld de uitstoot veroorzaakt door bouwmaterieel, vrachtwagens, energiegebruik tijdens de bouw, en productieprocessen. De Embodied Carbon omvat ook het CO<sub>2</sub>-equivalent in verband met onderhoud, reparatie en renovatie van het station en de uiteindelijke sloop en verwijdering. *Operational Carbon* betreft de uitstoot die wordt veroorzaakt tijdens het gebruik van het station. Bijvoorbeeld door verwarming met gas, of (grijze) stroomverbruik voor verlichting.

Zowel Embodied Carbon als Operational Carbon kunnen worden gedefinieerd in termen van levenscyclusstadia en bijbehorende modules. EN 15978 biedt een door de industrie aanvaarde verdeling van de levensfasen met betrekking tot Operational- en Embodied Carbon. Zie de rode (operational) en blauwe (embodied) omlijnningen in Figuur 3.



Figuur 3 EN 15978: Levenscyclusstadia en modules.

De berekening in deze ketenanalyse beperkt zich tot de ‘Embodied Carbon’ in modules A1 tot en met A5 van het houten ontwerp en een gelijkwaardig stalen ontwerp. De uitstoot veroorzaakt in de gebruiksfase van het station en het einde van de levensduur, en na de levenscyclusmodules voor B, C en D, ligt buiten de scope van de berekening. Naast de materiaalgebonden CO<sub>2</sub> uitstoot, is ook de uitstoot opgenomen die wordt veroorzaakt bij het ontgraven van de grond ten behoeve van de fundering. Het aantal kuub grond en de benodigde werkzaamheden zijn voor beide varianten gelijk. De reden om dit mee te nemen is dat dit de mogelijkheid biedt om in de toekomst en eerlijke vergelijking met andere, soortgelijke constructies kan worden gemaakt, die wellicht wel verschillen in de fundering.

## Understanding Carbon



Figuur 4 Het verschil tussen 'embodied-' en 'Operational Carbon'.

Het rekeninstrument dat is toegepast voor deze ketenanalyse is ontwikkeld door WSP en betreft een Excel tool waar het gebruikte materiaal wordt ingevoerd. Deze is opgesteld in overeenstemming met *The Institution of Structural Engineers "How to calculate Embodied Carbon"*<sup>1</sup> en met de NEN-EN 15978 Duurzaamheid van constructies<sup>2</sup>. Daarnaast wordt in de Excel tool ook gekozen tussen verschillende transportafstanden en middelen, en wordt het gewicht in kilogram ingevoerd. De Excel tool berekent aan de hand van deze gegevens de uitstoot van CO<sub>2</sub> per fase. De fases waarin onderscheid wordt gemaakt zijn: *De productiefase (A1-A3)*, *transport (A4)* en *de bouw, installatie en aanleg (A5)*. De productiefase betreft het winnen van grondstoffen, het transport vanaf de winningslocatie en de productie. De waarden die worden gehanteerd per fase met betrekking tot de uitstoot van CO<sub>2</sub> zijn gebaseerd op kengetallen uit de betreffende industrieën.

De Excel tool geeft de resultaten weer in kilogram CO<sub>2</sub> equivalent per vierkante meter. Deze koppelt de tool aan een 'label' om de score van het ontwerp te duiden. Dit label loopt van score A++ tot score G, waarbij de scores A++ en A+ worden toegekend aan ontwerpen met een CO<sub>2</sub> uitstoot tussen de 0 en 100 kilogram per vierkante meter. Score A tot en met G worden toegekend aan ontwerpen met een hogere uitstoot per vierkante meter, waarbij score G wordt toegekend bij een uitstoot van 400 kg/m<sup>2</sup> of meer.

De CO<sub>2</sub>-equivalent/kg wordt berekend met behulp van een eenvoudige berekening:

$$\text{Embodied Carbon (kgCO}_2\text{e/kg)} = \text{Embodied Carbon factor (CO}_2\text{e/kg)} \times \text{materiaalgewicht (kg)}$$

Elk materiaal heeft een andere Embodied Carbon factor. Deze factoren worden doorgaans vermeld in de milieuprestatieverklaringen van de materialen en zijn door de industrie aanvaarde waarden.

### Score en kwalificatie

De tool maakt geen onderscheid tussen type constructies. De uiteindelijke kwalificatie is dus hetzelfde voor gebouwen als voor constructies zoals het snellaadstation. Een relevant aandachtspunt hierbij is dat het snellaadstation een relatief kleine, lichte constructie betreft. Door het lagere gewicht en de kleinere hoeveelheid aan materiaal, behaalt de constructie voor het snellaadstation relatief eenvoudig een hoog label (A+) ten opzichte van een gebouw. De kwalificatie die de tool gebruikt in de vorm van een label, is daarom minder bruikbaar om te vergelijken tussen verschillende type constructies. Het biedt vooral inzicht in de vergelijking van alternatieven van dezelfde constructie.

<sup>1</sup> How to calculate Embodied Carbon (2nd edition). *The Institution of Structural Engineers*, 31 maart 2022

<sup>2</sup> NEN-EN 15978 Duurzaamheid van constructies – beoordeling van milieuprestaties van gebouwen - rekenmethode

## 2.2 UITGANGSPUNTEN

Om de CO<sub>2</sub> uitstoot van de referentievariant in staal te berekenen, is het materiaalgebruik voor de verschillende constructies en varianten van het ontwerp in kaart gebracht. Tabel 1 geeft deze materialen weer. Het hout komt van houtleverancier Heko Spanten, gelegen te Ede. Voor hout is daarom (vanwege de centrale ligging van Ede in Nederland) een transportafstand gehanteerd van gemiddeld 100 kilometer. Voor alle overige materialen is daarnaast ook een transportafstand van 100 kilometer gehanteerd met een middelzware lading over Nederlandse wegen. Deze afstand sluit aan bij de gemiddelde, gangbare afstand voor de aanvoer van dergelijke materialen. De bijbehorende CO<sub>2</sub> emissies voor al het vervoer, is gebaseerd op de waardes uit STREAM Goederenvervoer 2020 van CE Delft<sup>3</sup>. Voor het beton in de fundering is uitgegaan van betonklasse en cementsoort: C45/55. Dit betreft beton met 100 kg/m<sup>3</sup> wapening. In de berekening zijn enkel constructieve materialen meegenomen en geen andere zaken ter afwerking van het station. De CO<sub>2</sub> emissies die zijn gehanteerd voor de verschillende materialen zijn gebaseerd op Environmental Product Declarations van fabrikanten.

Tabel 1 Materialen per element voor de variant in staal (referentie)

Constructie	Materiaal	Transport-afstand (km)	Gewicht (kg)
Kolommen	Staal en Staalvoeten van IPE met schotten	100	1.335
Balken	Staal	100	2.531
Fundering	Prefab beton met wapening	100	18.754
Fundering	Prefab beton opstorting met wapening	100	3750
Kokers	Staal	100	507
		<b>Totaal</b>	<b>26.877</b>

Bron: [https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE\\_Delft\\_190325\\_STREAM\\_Goedervervoer\\_2020\\_DEF\\_Versie2.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2.pdf)

De materialen die zijn gekozen voor de variant in hout, zijn op eenzelfde wijze weergegeven in Tabel 2. Er is uitgegaan van een transportafstand van 100 kilometer voor het hout, en 100 kilometer voor alle overige materialen, met een middelzware lading over Nederlandse wegen. En wordt dezelfde betonsterkteklasse en cementsoort toegepast als in de stalen variant; C45/55.

Tabel 2 Materialen per element voor de variant in hout

Constructie	Materiaal (% op basis van gewicht)	Transport-afstand (km)	Gewicht (kg)
Kolommen	Hout	100	1.098
Balken	Hout	100	1.411
Fundering	Prefab beton met wapening	100	18.754
Fundering	Prefab beton opstorting met wapening	100	3750
Kolommen	Staalvoeten van IPE met schotten	100	303
Kokers	Staal	100	507
		<b>Totaal</b>	<b>25.823</b>

Bron: [https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE\\_Delft\\_190325\\_STREAM\\_Goedervervoer\\_2020\\_DEF\\_Versie2.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_190325_STREAM_Goedervervoer_2020_DEF_Versie2.pdf)

<sup>3</sup> STREAM Goederenvervoer 2020 Versie 2 – CE Delft, februari 2021



Het totale gewicht van de benodigde materialen voor de houten variant is 4% lager dan de stalen variant. In beide varianten draagt de benodigde fundering het meest bij aan het totale gewicht van de constructie (84% in de houten variant, en 87% in de stalen variant), waardoor de totale gewichtsvermindering van de houten constructie ten opzichte van de stalen constructie relatief klein is.

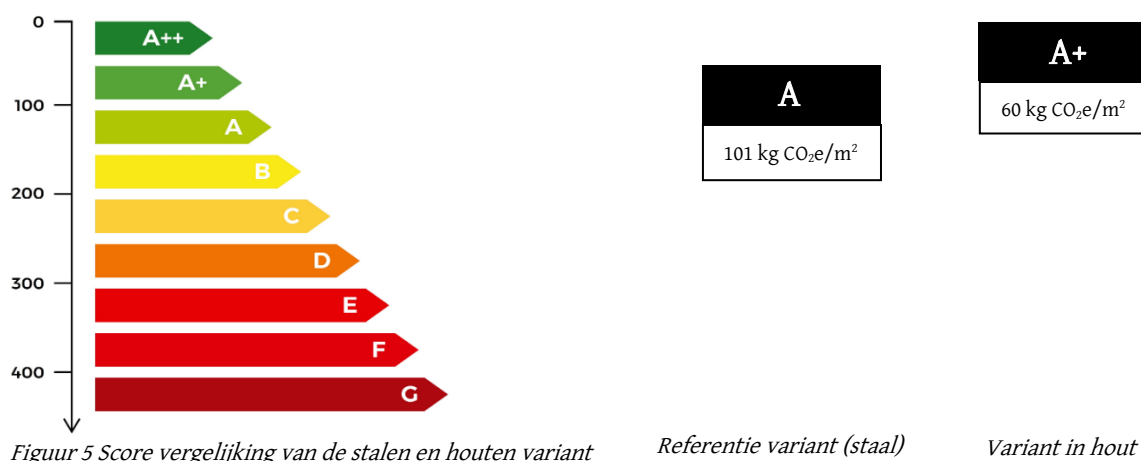
Het materiaalgebruik verschilt tussen de twee varianten voor de kolommen en de balken, waarbij de balken in de houten variant 44% minder gewicht bedragen dan in de stalen variant. De kolommen wegen 6% meer in de houten variant. Deze toename ontstaat doordat meer hout nodig is voor de benodigde draagkracht van de kolommen. De fundering, kolommen en kokers zijn voor beide varianten gelijk.

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 BESPARING EN ZWAARTEPUNTANALYSE

De resultaten uit de CO<sub>2</sub> berekeningen geven het aantal kg CO<sub>2</sub> (equivalent) weer per vierkante meter (Figuur 5). Voor de referentie variant in staal, is dit 101kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, wat resulteert in een label A. De variant in hout leidt tot een uitstoot van 60 CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> en daarmee tot een score van label A+. De houten variant **bespaart dus 41% kilogram CO<sub>2</sub> per vierkante meter** ten opzichte van de stalen variant. De houten variant leidt in totaal tot een absolute uitstoot van 7.181 kg CO<sub>2</sub>-equivalent, en de stalen variant tot 12.086. **In totaal gaat het om circa 4.905 kg CO<sub>2</sub> vermeden uitstoot** door te kiezen voor houtbouw. Ter vergelijking: WSP in Nederland had als organisatie in 2022 een uitstoot van 812 ton CO<sub>2</sub>. De vermeden emissies voor slechts één laadstation bedragen daarmee al 0,6% van onze totale uitstoot. Als we dit vermenigvuldigen met het aantal gerealiseerde snellaadstations van dit type (in totaal circa 270 in Europa) dan komen we op een uitstoot van circa 1.300 ton CO<sub>2</sub>. Dit is meer dan het dubbele van onze jaarlijkse uitstoot als organisatie (exclusief projecten). Onze impact als advies- en ingenieursbureau is kortom het grootst binnen de vele projecten die we jaarlijks uitvoeren.

Zoals eerder vermeld biedt onderstaande score voornamelijk inzicht voor de vergelijking tussen de twee alternatieven, en minder voor de vergelijking met andere type constructies zoals gebouwen. Het snellaadstation behaalt eenvoudig een A+ label, doordat het een relatief lichte, kleine constructie betreft ten opzichte van een gebouw.



Figuur 5 Score vergelijking van de stalen en houten variant

Referentie variant (staal)

Variant in hout

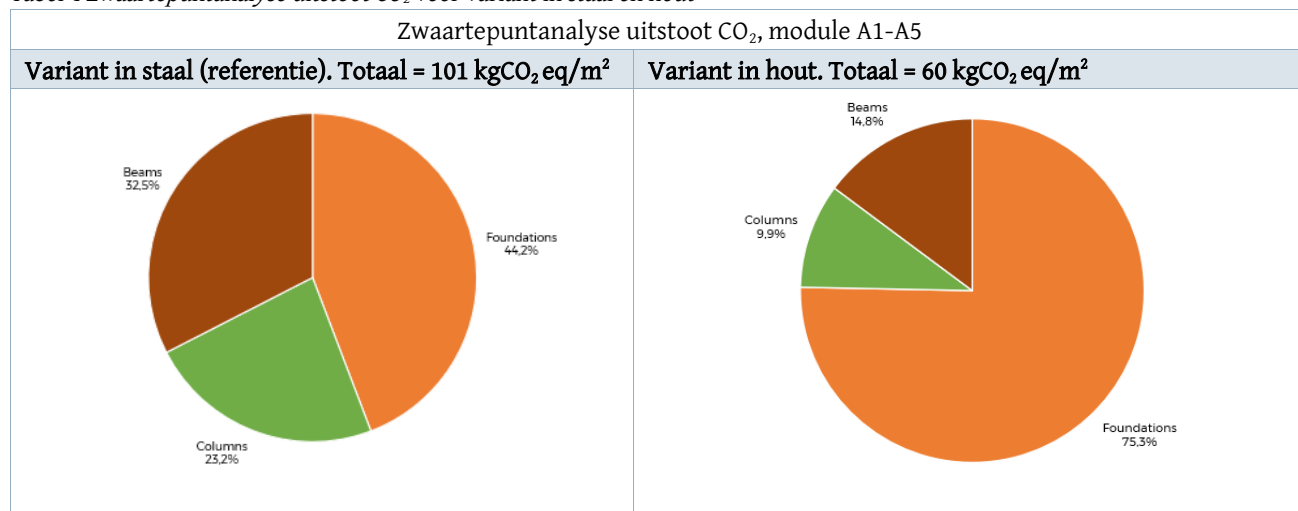
Met behulp van de Excel tool is een berekening uitgevoerd om in kaart te brengen welke constructies van de ontwerpen het meest bijdrage aan de totale CO<sub>2</sub> uitstoot. Tabel 3 toont de resultaten uit deze analyse.

Tabel 3 Totale uitstoot in kilogram CO<sub>2</sub> per constructie voor de stalen (referentie) en houten variant

Totale uitstoot CO <sub>2</sub> equivalent (kg) in fase A1-A5			
Constructie	Uitstoot variant in staal (referentie) (kg CO <sub>2</sub> eq)	Uitstoot variant in hout (kg CO <sub>2</sub> eq)	Procentuele verandering in absolute uitstoot ten opzichte van de stalen variant (%)
Kolommen	2.376	302	- 87,3%
Balken	3.219	388	- 87,9%
Fundering	5.105	5.105	0%
Ontgraving t.b.v. fundering	147	147	0%
Kolommen	386	386	0%
Balken	645	645	0%

Bron: How to calculate embodied carbon (second edition) – The Institution of Structural Engineers, 31 maart 2022

Tabel 4 Zwaartepuntanalyse uitstoot CO<sub>2</sub> voor variant in staal en hout



De resultaten uit de analyse laten zien dat het aandeel van de balken afneemt in de variant met hout (Tabel 4). Deze constructie leidde in de stalen variant tot de uitstoot van circa 3.219 kg CO<sub>2</sub> equivalent. In de houten variant is deze totale uitstoot circa 388 kg CO<sub>2</sub> equivalent. Daarmee is de uitstoot van deze constructie gedaald met 87,9%. Een andere conclusie uit de analyse is dat het aandeel van de kolommen flink is afgenomen in de houten variant. De uitstoot gerelateerd aan de kolommen in de variant in hout met circa 87,3% is afgenomen ten opzichte van de variant in staal. De uitstoot gerelateerd aan de fundering is gelijk gebleven, echter is het aandeel op het totaal toegenomen, doordat de totale uitstoot is afgenomen in de houten variant.

### Biogenic carbon

Naast de uitstoot van CO<sub>2</sub>, is met behulp van de tool ook de ‘biogenic carbon’ berekend voor beide ontwerpen. Dit betreft de CO<sub>2</sub> die bomen opnemen tijdens de groei. Deze CO<sub>2</sub> is opgenomen uit de lucht, en draagt daarom bij aan het vasthouden van broeikasgassen. Het hout dat wordt toegepast voor de houten variant, heeft in totaal 4.115 kilogram

CO<sub>2</sub> equivalent opgenomen. In de stalen variant zit geen hout, waardoor geen CO<sub>2</sub> is opgenomen. De 4.115 kilogram CO<sub>2</sub>-equivalent betreft 34,3 kg CO<sub>2</sub> dat wordt opgenomen per m<sup>2</sup>. Indien deze besparing wordt afgetrokken van de totale uitstoot die wordt veroorzaakt door de houten variant, betreft de totale uitstoot slechts ongeveer 19,7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Doordat het laadstation daarnaast zoveel mogelijk losmaakbaar gebouwd wordt, wordt hergebruik van het hout voor volgende projecten vereenvoudigd, waardoor de CO<sub>2</sub> langer opgeslagen blijft in het hout.

## 3.2 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Uit de resultaten blijkt dat de houten variant van het laadstation tot minder uitstoot van CO<sub>2</sub> leidt dan de stalen variant van het ontwerp. **De rekentool geeft een verbetering in score weer van 101 naar 60 kg CO<sub>2</sub> equivalent per vierkante meter; een daling van circa 41 %.** De vervanging van staal door hout, leidt tot een daling in absolute uitstoot in de kolommen (87,3%), en de balken (87,9%). Een aantal opmerkingen zijn van belang bij het interpreteren van de resultaten

### Ontwerpaspecten

De houten variant van het ontwerp is het ontwerp dat door de opdrachtgever in eerste instantie werd gevraagd en is ook het definitieve ontwerp. De informatie waarop de berekeningen van de houtoptie zijn gebaseerd, is op een hoger detailniveau dan de stalen variant. Dit kan resulteren in een gunstigere CO<sub>2</sub> equivalent voor de houtoptie. De constructie voor de stalen variant is één op één overgezet vanuit de houten variant. Er is geen rekening gehouden met eventuele verschillen in constructie m.b.t. de overige materialen wanneer wordt gekozen voor staal. Echter heeft dit naar verwachting geen significante invloed op het resultaat. De fundering van de stalen variant is naar verwachting vergelijkbaar met de houten variant, doordat de fundatie met name wordt bepaald aan de hand van windbelasting, en niet gewicht. De windbelasting is voor beide constructies gelijk.

### “Whole life” Carbon

Een ander aspect waar rekening mee dient te worden gehouden, is dat de ‘Operational Carbon’ niet is meegenomen in de berekeningen voor deze ketenanalyse. Hoewel de uitstoot gerelateerd aan het gebruik van de constructie (opladen van auto's) gelijk is voor de stalen en de houten variant, kan wel verschil optreden met betrekking tot onderhoud van de constructie. De levensduur en slijtage van het materiaal kan verschillen, waardoor bij de ene variant wellicht meer uitstoot wordt veroorzaakt door reparatie- en renovatiewerkzaamheden. De Operational carbon is interessant om in de toekomst te beschouwen bij het maken van een dergelijke vergelijking.

### Hergebruikt hout

Hout is relatief eenvoudig te repareren en bewerken, waardoor het een geschikt materiaal is voor hergebruik. De kwaliteit van hergebruikt varieert, waardoor niet elke vorm van hergebruikt hout op dezelfde manier kan worden toegepast. Omdat meer dan 500 stations gerealiseerd dienden te worden, is niet gekozen om met hergebruikt hout te bouwen. Voor toekomstige projecten, met name projecten waarbij bijvoorbeeld slechts één, of een relatief klein aantal, exemplaren van een constructie worden gerealiseerd, is het interessant om deze mogelijkheden in kaart te brengen. Voor het ontwerp van de snellaadlocaties is duurzaam gecertificeerd hout gebruikt (FSC en PEFC).

### Levensduur en onderhoud

Een langere levensduur en weinig onderhoud is wenselijk met betrekking tot het verminderen van CO<sub>2</sub> uitstoot. De levensduur van het hout in de snellaadoverkapping is gelijk aan de verwachte levensduur van het staal. Ook qua onderhoud zijn de verwachtingen hetzelfde, aangezien de overkapping voor een groot deel beschutting biedt tegen weer en wind. De delen die minder beschut zijn, zullen af en toe (zeer minimaal) onderhouden moeten worden met kleine ingrepen zoals een verflaagje. Dit is overigens geen significante bijdragen ten opzichte van een stalen variant.

### **Conclusies**

Uit de berekeningen en vergelijkingen blijkt dat een goed ontworpen houten constructie een koolstofarme oplossing kan bieden ten opzichte van een stalen variant. Om het toepassen van hout te optimaliseren moeten de voordelen van modern hout worden benut. Bijvoorbeeld door overspanningen binnen praktische grenzen te houden, of door het lage gewicht van hout efficiënt in te zetten.

Uit deze beknopte analyse blijkt duidelijk dat houtconstructies een belangrijke rol kunnen spelen bij het koolstofarmen maken van de gebouwde omgeving. Door deze ketenanalyses vergroten we inzicht voor onszelf, en maken we anderen bewust van de effecten op de uitstoot bij het kiezen voor hout. Daarmee houden we onze projecten in lijn met de Paris Proof grenswaarden. Wij blijven ons onverminderd inzetten om een bijdrage te leveren aan de verdere ontwikkeling van het gebruik van hout als constructiemateriaal.